Poradnik GARANT

OBRÓBKA SKRAWANIEM



Garant®

wiercenie • gwintowanie • pogłębianie • rozwiercanie dokładne • cięcie • frezowanie • toczenie • mocowanie

Marka Premium w ekonomicznym stosunku jakości do ceny

Korzyści:

- Ponad 12 000 wyrobów o jakości Premium
- Certyfikowany proces opracowania i produkcji wyrobów – wykonanie przez czołowych światowych producentów
- Ekonomiczny stosunek jakości do ceny


ZERTIFIKAT - ERGÄNZUNG

TÜV

Hoffmann

VDA 6, Teil 4

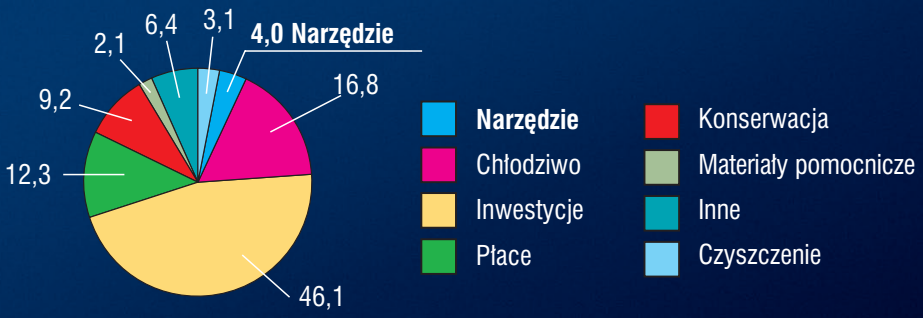


Know-how w dziedzinie obróbki skrawaniem pozwala na zwiększenie wydajności

Wyniki doradztwa potwierdzają: obniżenie kosztów procesu technologicznego i znaczne zwiększenie opłacalności – bogata wiedza ekspertów stanowi przy tym dużą pomoc!

Czy Państwo wiedzą, że...

- koszty narzędzi wynoszą tylko 3-5% całkowitych kosztów produkcji?
- nawet 10% obniżenie kosztów narzędzi powoduje redukcję kosztów produkcji maksymalnie tylko o 0,5%?
- wyraźne obniżenie kosztów produkcji zapewnia tylko zwiększenie wydajności skrawania?



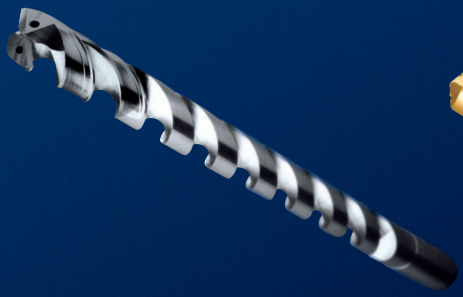
Poradnik obróbki skrawaniem GARANT – porady skoncentrowane na ponad 750 stronach.

Można tu znaleźć wiele pomocnych informacji, wskazówek i porad – w zwartej, przejrzystej i aktualnej formie. Idealny poradnik do codziennego użytku!

NARZĘDZIA SKRAWAJĄCE O DUŻEJ WYTRZYMAŁOŚCI

OD A-Z

WIERCENIE



WIERCENIE
(ostrza rozłączne)



Grupy artykułów	Zalety
GARANT Wiertła HSS i HSS/E	Zastosowanie uniwersalne, również do materiałów trudno skrawalnych
GARANT Wiertła VHM	Wiercenie wysokowydajne dzięki specjalnej geometrii ostrzy Wiercenie do głębokości 12 x D i chłodzenie wewnętrzne Wiercenie w materiałach twardych oraz aluminium i żeliwie
GARANT Wiertła HPC do głębokich otworów	Wiercenie do głębokości 30 x D
GARANT Wiertła z 4 łysinkami do otworów pasowanych H7	Wiercenie i rozwiercanie w jednym zabiegu

Grupy artykułów	Zalety
SECO Wiertła z wymiennymi głowicami	3 x D i 5 x D Zast. uniwersalne Wiercenie w materiałach twardych
KOMET Wiertła z płytkami skrawającymi	Do zastosowania nieruchomego albo obrotowego z=1 i z=2 Ø 14 – 65 mm do 8 x D Zast. w trudnych warunkach wiercenia
KOMET Rozwiertaki	Zastosowanie uniwersalne Ø 24 – 91 mm
KOMET Głowice do rozw.	Zastosowanie uniwersalne
GARANT Rozwiertaki na stały wymiar i nawiertaki NC	
GARANT „5 w 1”	Uniw. narzędzie do wiercenia, toczenia i pogłębiania (patrz gr. art. „Pogłębianie”)

GWINTOWANIE OTWORÓW / GWINTOWANIE BEZWIÓROWE / FREZOWANIE GWINTÓW



FREZOWANIE / TOCZENIE GWINTÓW (ostrza rozłączne)



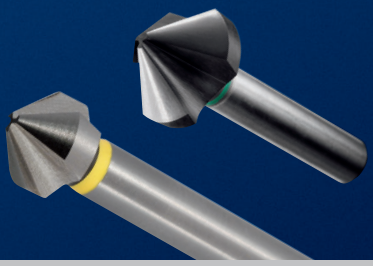
Grupy artykułów	Zalety
GARANT Gwintowanie otworów HSS/E	Zastosowanie uniwersalne Łatwa obsługa Łatwy wybór i dobór dzięki oznaczeniu barwnymi pierścieniami
GARANT Gwintowanie VHM	Gwintowanie otworów w materiałach twardych
GARANT Gwintowanie bezwiórowe	Gwintowanie bezwiórowe
GARANT Frezowanie gwintów	Wiercenie otworów pod gwint Frezowanie wszystkich wielkości gwintów, również dla obrabiarek HSC

Grupy artykułów	Zalety
GARANT Obiegowe frezowanie gwintów	Wysoka wydajność dzięki 6 lub 3 zębom Zastosowanie uniwersalne
KOMET Uni Turn	Toczenie gwintów (gwinty wewnętrzne powyżej M6) (patrz rozdział „Toczenie”)
GARANT Toczenie gwintów	Zastosowanie uniwersalne Gwinty wewnętrzne i zewnętrzne (Gwinty wewnętrzne powyżej M10 (patrz rozdział „Toczenie”)

Poradnik obróbki skrawaniem GARANT jest bezpłatnie dostępny w wersji elektronicznej na zamówienie.

OD A-Z

POGŁĘBIANIE



POGŁĘBIANIE (ostrza rozłączne)



Grupy artykułów	Zalety
GARANT Pogłębiacze stożkowe HSS	Zastosowanie uniwersalne
GARANT Pogłębiacze stożkowe HM	Pogłębianie w materiałach twardych Pogłębianie w aluminium i żeliwie
GARANT Pogłębiacze płaskie DIN	Zastosowanie uniwersalne
GARANT Pogłębiacze płaskie Kombi	Otwory stopniowe i pogłębianie poza normą

Grupy artykułów	Zalety
GARANT Pogłębiacze skrawające w ruchu powrotnym	Pogłębianie otworów w ruchu powrotnym
KOMET Pogłębiacze	Pogłębiacze frezujące 90° Pogłębiania pod łby walcowe śrub
GARANT „5 w 1“	Uniwersalne narzędzie do wiercenia, toczenia i pogłębiania
GARANT Pogłębiacze frezujące z płytkami skrawającymi	Zast. uniwersalne Możliwość bezstopniowego ustawienia kąta w zakresie 10° – 80°

ROZWIERCANIE DOKŁADNE



Grupy artykułów	Zalety
GARANT Rozwiertaki HSS/E	Zastosowanie uniwersalne
GARANT Rozwiertaki NC HSS/E i VHM	Wykonanie dla obrabiarek NC Mocowane w hydraulicznych uchwytach zaciskowych albo w uchwytach HG Zwiększona dokładność ruchu obrotowego
GARANT Rozwiertaki VHM	Rozwiercanie w materiałach twardych Rozwiercanie w aluminium i żeliwie
GARANT Rozwiertaki wysokowydajne (HPR)	Rozwiercanie HPC/HSC otworów przelotowych i nieprzelotowych

CIĘCIE



Grupy artykułów	Zalety
GARANT Cięcie na piłach tarczowych do metalu ze stali HSS	Zastosowanie uniwersalne
GARANT Cięcie na piłach tarcz. wyposaż. w płytki z HM	Uzębienie wysokowydajne dla wysokoobrotowych maszyn do cięcia aluminium
Cięcie na piłach tarczowych z tarczami z VHM	Uzębienie precyzyjne do wysokiej wydajności skrawania
GARANT Tarcze pił bimetalowe i z HSS	Zastosowanie uniw. Uzębienie i kształt zębów zależne od zast. do cięcia tworzyw sztucz./metali nieżelaznych, aż do stali wysokostopowych
GARANT RÖNTGEN Brzeszczoty do pił taśmowych z HM	Cięcie z wysoką wydajnością

Poradnik obróbki skrawaniem GARANT jest bezpłatnie dostępny w wersji elektronicznej na zamówienie.

NARZĘDZIA SKRAWAJĄCE O DUŻEJ WYTRZYMAŁOŚCI

OD A-Z

FREZOWANIE



FREZOWANIE
(ostrza rozłączne)



Grupy artykułów	Zalety
GARANT frezy HSS i HSS/E	Również dla materiałów trudno skrawalnych
GARANT Frezy ze stali proszkowej	Frezowanie na sucho oraz obróbka materiałów trudno skrawalnych
GARANT Frezy VHM	Frezowanie HPC / HSC
GARANT „Diabolo“	Do obróbki materiałów twardych
GARANT „ZOX“	Do obróbki aluminium i metali nieżelaznych

Grupy artykułów	Zalety
GARANT Frezy z płytkami skrawającymi	Wcinanie /planowanie/ frezowanie naroży Płytki skrawające ISO Korpus narzędzi z chłodzeniem wewnętrznym
SECO System frezow. Minimaster	Optymalna kombinacja chwytu i głowicy skrawającej
SECO Frezy z płytkami skrawającymi	Frezowanie płaszczyzn i frezowanie naroży Frez. rowków teowych Frezowanie tarczowe Narz. HSC do obróbki metali nieżelaznych. Frezy HCP do skraw. z wysoką wydajnością (posuwy)
GARANT Pogłębiacze frezujące z pł. skraw.	Możl. bezstopniowej regulacji kąta w zakresie od 10° do 80° (patrz rozdz. „Pogłębianie z ostrzami rozłącznymi”)
Frezowanie obiegowe	Rowki (wewn. i zewn.) dla pierścieni uszczeln. o przekr. okrągłym, pierścieni osadczych, gwintów, profili specjalnych (patrz rozdz. „Gwintowanie z ostrzami rozł.”)

TOCZENIE
(ostrza rozłączne)



Grupy artykułów	Zalety
GARANT Toczenie ISO	Zast. uniwersalne Polerowane płytki skraw. dla metali nieżelaznych Toczenie mat. twardych przy użyciu CBN Toczenie mat. twardych i żeliwa przy użyciu ostrzy ceramicznych Toczenie dokładne (dla automatów do toczenia wzdłużnego)
GARANT Przecinanie	Zastosowanie uniwersalne
GARANT Toczenie gwintów	Zast. uniwersalne Kształt pełny i częściowy Gwinty wewnętrzne i zewnętrzne (gwint wewnętrzny powyżej M10) (patrz rozdział „Gwintowanie")
GARANT Toczenie kształtowe	Rowki dla pierścieni uszczelniających o przekroju okrągłym, pierścieni osadczych

Grupy artykułów	Zalety
SECO Przecinanie	Ostrza HSS umożliwiające skrawanie z bardzo wysoką prędkością
SECO Toczenie poprzeczne MDT	System do toczenia wzdłużnego, poprzecznego, kopiowego, toczenia rowków i przecinania
SECO Toczenie ISO	Zastosowanie uniwersalne Geometria Wiper
KOMET Toczenie dokładne Uni Turn	Toczenie bardzo dokładne otworów powyżej Ø 3 mm Kształty specjalne

Poradnik obróbki skrawaniem GARANT jest bezpłatnie dostępny w wersji elektronicznej na zamówienie.

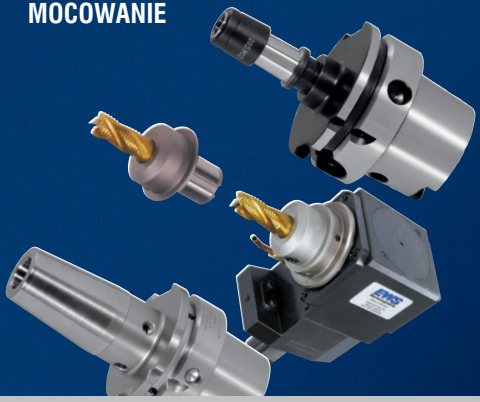
NARZĘDZIA SKRAWAJĄCE O DUŻEJ WYTRZYMAŁOŚCI

OD A-Z

RADEŁKOWANIE



MOCOWANIE



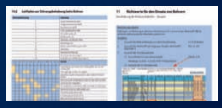
Grupy artykułów	Zalety
Wyciskanie radełkowanego wzoru	Zastosowanie uniwersalne
Frezowanie radełkowanego wzoru	Do zastosowania na konwencjonalnych tokarkach
Regulowane narzędzia do radełkowania	Dla tokarek CNC
Opis	

Grupy artykułów	Zalety
Uchwyty SK	Do obróbki konwencjonalnej i obróbki HSC
Uchwyty HSK	Do obróbki precyzyjnej i obróbki HSC
Uchwyty precyzyjne	Optymalna dokładność ruchu obrotowego Podwyższona trwałość narzędzia Do obróbki HSC
Technologia skurczowa	
Uchwyty VDI	
Narzędzia napędzane (AGW)	

Poradnik obróbki skrawaniem GARANT jest bezpłatnie dostępny w wersji elektronicznej na zamówienie.

SPIS TREŚCI

1. Grupy materiałowe
Stopy żelaza, materiały nieżelazne, tworzywa sztuczne



2. Podstawy
Materiały, skrawalność, nowoczesne technologie produkcyjne, materiały narzędzi skrawających i powłoki



3. Wiercenie (wraz z ostrzami rozłącznymi)
Parametry warstwy skrawanej, siły, czas główny, wiercenie głębokich otworów/wiercenie wstępne, HSS, VHM, wynik wiercenia, płytki skrawające, wiercenie głębokich otworów, parametry technologiczne



4. Gwintowanie (wraz z ostrzami rozłącznymi)
Obliczanie, gwintowanie otworów, gwintowanie bezwiórowe, frezowanie gwintów, parametry technologiczne



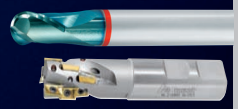
5. Pogłębianie (wraz z ostrzami rozłącznymi)
Parametry warstwy skrawanej, siły, czas główny, wykonania, parametry technologiczne



6. Rozwiercanie dokładne
Parametry warstwy skrawanej, siły, czas główny, wykonania, tolerancje powierzchni, parametry technologiczne



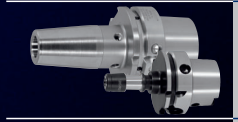
7. Cięcie
Obliczanie, cięcie piłami tarczowymi, cięcie piłami taśmowymi, parametry technologiczne



8. Frezowanie (wraz z ostrzami rozłącznymi)
Obliczanie, HSS, VHM, płytki skrawające, parametry technologiczne



9. Toczenie / radełkowanie (ostrza rozłączne)
Obliczanie, toczenie zewnętrzne, toczenie wewnętrzne, toczenie gwintów, przecinanie, toczenie poprzeczne, parametry technologiczne



10. Mocowanie
Wyważanie, mocowanie narzędzi, uchwyty SK, uchwyty HSK, uchwyty VDI

Info
Zbiór wzorów, skorowidz

nowość Parametry technologiczne dla narzędzi HPC

Wszystkie informacje w niniejszym poradniku skrawania są podawane bez gwarancji i należy je traktować jako zalecenie stosowania.

Spis treści

1 Grupy materiałowe 12
1.1 Podział na grupy materiałowe GARANT 12
1.2 Nazwy materiałów 45
1.2.1 System oznaczenia stali i żeliw 46
1.2.2 System oznaczenia materiałów nieżelaznych 50
1.2.3 Oznaczanie termoplastycznych mas formierskich 52

2 Stopy żelaza 53
2.1 Stale 53
2.1.1 Podział stali 53
2.1.2 Wpływ na skrawalność stali 54
2.1.2.1 Skrawalność w zależności od zawartości węgla 54
2.1.2.2 Wpływ pierwiastków stopowych na skrawalność 55
2.1.2.3 Wpływ obróbki cieplnej na skrawalność 57
2.1.3 Skrawalność różnych stali 58
2.2 Żeliwa 62
2.2.1 Podział żeliw 62
2.2.2 Skrawalność żeliw 63

3 Metale nieżelazne 65
3.1 Aluminium i stopy aluminium 65
3.1.1 Podział stopów aluminium 65
3.1.2 Skrawalność stopów aluminium 67
3.2 Magnez i stopy magnezu 70
3.3 Tytan i stopy tytanu 72
3.4 Miedź i stopy miedzi 74
3.5 Stopy podstawowe niklu 75
3.6 Stopy podstawowe kobaltu 77

4 Tworzywa sztuczne 78
4.1 Podział tworzyw sztucznych 78
4.2 Termoplasty 79
4.3 Duroplasty 79
4.4 Elastomery 79
4.5 Elastomery termoplastyczne (TPE) 80
4.6 Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknami (FVK) 80
4.6.1 Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem szklanym (GFK) 81
4.6.2 Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem węglowym (CFK) 82
4.7 Identyfikacja, właściwości i nazwy tworzyw sztucznych 82
4.8 Skrawalność tworzyw sztucznych 85
4.8.1 Skrawalność termoplastów i duroplastów 85
4.8.2 Skrawalność tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknami (FVK) 87

5 Ocena właściwości na podstawie pomiaru twardości materiału 89

5.1 Badanie twardości metali 89
5.1.1 Statyczne metody badania twardości 89
5.1.2 Porównanie wyników pomiarów twardości 90
5.2 Badanie twardości tworzyw sztucznych 90
5.2.1 Twardość tworzyw sztucznych twardych oznaczana przez wciskanie kulki 90
5.2.2 Twardość tworzyw sztucznych miękkich według Shore'a 92



1. Grupy materiałowe

1.1 Podział na grupy materiałowe GARANT

W *Tabeli 1.1* dokonano podziału materiałów na różne grupy materiałowe. W następnej *Tabeli 1.2*, oprócz oznaczeń materiałów, podano ich skład chemiczny i dziedziny zastosowania oraz informacje potrzebne do określenia siły skrawania.

Grupa materiałowa	Uwagi	Strona
1.0	Stale konstr. ogólnego przeznaczenia o wytrzymałości do 500 N/mm^2	14
1.1	Stale konstr. ogólnego przeznaczenia o wytrzymałości 500 - 850 N/mm^2	14
2.0	Stale automatowe o wytrzymałości do 850 N/mm^2	14
2.1	Stale automatowe o wytrzymałości 850 - 1000 N/mm^2	15
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego o wytrzymałości do 700 N/mm^2	15
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego o wytrzym. 700 - 850 N/mm^2	15
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego o wytrzym. 850 - 1000 N/mm^2	16
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego o wytrzym. 850 - 1000 N/mm^2	16
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego o wytrzym. 1000 - 1200 N/mm^2	16
5.0	Niestopowe stale do nawęglania o wytrzymałości do 750 N/mm^2	17
6.0	Stopowe stale do nawęglania o wytrzymałości do 1000 N/mm^2	18
6.1	Stopowe stale do nawęglania o wytrzymałości powyżej 1000 N/mm^2	18
7.0	Stale do azotowania o wytrzymałości do 1000 N/mm^2	18
7.1	Stale do azotowania o wytrzymałości powyżej 1000 N/mm^2	19
8.0	Stale narzędziowe o wytrzymałości do 850 N/mm^2	19
8.1	Stale narzędziowe o wytrzymałości 850 - 1100 N/mm^2	19
8.2	Stale narzędziowe o wytrzymałości powyżej 1100 N/mm^2	20
9.0	Stale szybkotnące o wytrzymałości 850 - 1200 N/mm^2	21
10.0	Stale hartowane o twardości 45 - 55 HRC	22
10.1	Stale hartowane o twardości 55 - 60 HRC	22
10.2	Stale hartowane o twardości 60 - 67 HRC	22

Tabela 1.1 Podział materiałów na grupy materiałowe GARANT

Tabela 1.1 Podział materiałów na grupy materiałowe GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Uwagi	Strona
11.0	Stal konstr. o dużej odporności na ścieranie i wytrzymałości 1350 N/mm^2	22
11.1	Stal konstr. o dużej odporności na ścieranie i wytrzymałości 1800 N/mm^2	22
12.0	Stale sprężynowe o wytrzymałości do 1500 N/mm^2	22
13.0	Stale nierdzewne siarkowane o wytrzymałości do 700 N/mm^2	23
13.1	Stale nierdzewne austenityczne o wytrzymałości do 700 N/mm^2	23
13.2	Stale nierdzewne austenityczne o wytrzymałości do 850 N/mm^2	25
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczno-ferrytyczne o wytrzymałości do 1100 N/mm^2	28
14.0	Stopy specjalne o wytrzymałości do 1200 N/mm^2	29
15.0	Żeliwo szare o twardości do 180 HB (GG)	30
15.1	Żeliwo szare o twardości powyżej 180 HB (GG)	30
15.2	Żeliwo sferoidalne i ciągliwe o twardości powyżej 180 HB (GGG, GT)	30
15.3	Żeliwo sferoidalne i ciągliwe o twardości powyżej 260 HB (GGG, GT)	31
16.0	Tytan, stopy tytanu o wytrzymałości do 850 N/mm^2	31
16.1	Tytan, stopy tytanu o wytrzymałości 850 - 1200 N/mm^2	32
17.0	Aluminium dające długi wiór, stopy aluminium do przeróbki plastycznej o wytrzymałości do 350 N/ mm^2; Magnez	32
17.1	Aluminium dające krótki wiór	32
17.2	Stopy odlewnicze aluminium o zawartości Si > 10%	33
18.0	Miedź niskostopowa o wytrzymałości do 400 N/mm^2	33
18.1	Mosiądz dający krótki wiór, o wytrzymałości do 600 N/mm^2	34
18.2	Mosiądz dający długi wiór, o wytrzymałości do 600 N/mm^2	34
18.3	Brąz dający krótki wiór, o wytrzymałości do 600 N/mm^2	34
18.4	Brąz dający krótki wiór, o wytrzymałości 600 - 850 N/mm^2	34
18.5	Brąz dający długi wiór, o wytrzymałości do 850 N/mm^2	35
18.6	Brąz dający długi wiór, o wytrzymałości 850 - 1200 N/mm^2	35
19.0	Grafit	35
20.0	Termoplasty	36
20.1	Duroplasty	41
20.2	Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem	42

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm²]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm²]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia o wytrzymałości do 500 N/mm²						
	1.0037	St 37-2	1780	0,17	340–470	0,17 C; 1,4 Mn; 0,045 P; 0,045 S; 0,009 N	Stal konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia o wytrzymałości 500 - 850 N/mm²						
	1.0050	St 50-2	1990	0,26	470–610	0,3 Cmax; 1,4 Mn; 0,045 P; 0,045 S; 0,009 N	Stal konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia
	1.0060	St 60-2	2110	0,17	570–710	0,4 Cmax; 1,4 Mn; 0,045 P; 0,045 S; 0,009 N	Stal konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia
2.0	Stale automatowe o wytrzymałości do 850 N/mm²						
	1.0711	9 S 20	1200	0,18	460–710	0,13 C; 0,05 Si; 0,6-1,2 Mn; 0,1 P; 0,18-0,25 S	Utwardzane dyfuzyjnie części produkowane masowo dla przemysłu samochodowego
	1.0718	9 S MnPb 28	1200	0,18	360–570	0,14 C; 0,9-1,3 Mn; 0,27-0,33 S; 0,15-0,35 Pb	Części produkowane masowo dla przemysłu samochodowego (bardzo dobra skrawalność z dodatkiem Pb)
	1.0726	35 S 20	1200	0,18	540–740	0,32-0,39 C; 0,1-0,3 Si; 0,7-1,1 Mn; 0,18-0,25 S	Części o średniej wytrzymałości produkowane masowo dla przemysłu samochodowego
	1.0727	45 S 20	1200	0,18	640–840	0,42-0,5 C; 0,1-0,3 Si; 0,7-1,1 Mn; 0,18-0,25 S	Części o wyższej wytrzymałości produkowane masowo dla przemysłu samochodowego
	1.0737	9 S MnPb 36	1200	0,18	490–740	0,15 C; 0,1-0,3 Si; 1,1-1,5 Mn; 0,1 P; 0,34-0,4 S; 0,15-0,35 Pb	Części produkowane masowo dla przemysłu samochodowego (bardzo dobra skrawalność z dodatkiem Pb)

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm^2]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm^2]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
2.1	Stale automatowe o wytrzymałości 850 - 1000 N/mm^2						
	1.0728	60 S 20	1200	0,18	670–880	0,57-0,65 C; 0,1-0,3 Si; 0,7-1,1 Mn; 0,06 Pmax, 0,18-0,25 S	Części o wysokiej wytrzymałości produkowane masowo (przemysł samochodowy, budowa maszyn, aparatów i urządzeń)
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego o wytrzymałości do 700 N/mm^2						
	1.0402	C 22	1800	0,16	470–620	0,17-0,24 C; 0,4 Si; 0,4-0,7 Mn; 0,4Cr; 0,4Ni;	Części konstrukcyjne o niewielkim obciążeniu
	1.0501	C 35	1516	0,27	600–750	0,32-0,39 C; 0,4 Si; 0,5-0,8 Mn; 0,4 Cr; 0,4 Ni	Części konstrukcyjne o nieco wyższym obciążeniu
	1.1180	Ck 35	1860	0,20	600–750	0,32-0,39 C; 0,4 Si; 0,5-0,8 Mn; 0,4 Cr; 0,4 Ni	Części konstrukcyjne o nieco wyższym obciążeniu, stosowane ogólnie w budowie maszyn i pojazdów
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego o wytrzymałości 700 - 850 N/mm^2						
	1.0503	C 45	1680	0,26	650–800	0,42-0,5 C; 0,4 Si; 0,5-0,8 Mn; 0,4 Cr; 0,4 Ni	Części konstrukcyjne o średnim obciążeniu
	1.1191	Ck 45	2220	0,14	650–800	0,42-0,5 C; 0,5-0,8 Mn,0,1 Mo; 0,4 Ni	Części konstrukcyjne o średnim obciążeniu, stosowane ogólnie w budowie maszyn i pojazdów

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm^2]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm^2]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego o wytrzymałości 850 - 1000 N/mm^2						
	1.1167	36 Mn 5	1710	0,27	640–1080	0,32-0,4 C, 0,4 Si; 1,2-1,5 Mn; 0,035 P; 0,035 S	Części konstrukcyjne o wyższej wytrzymałości, stosowane ogólnie w budowie maszyn
	1.1221	Ck 60	2130	0,18	750–1000	0,57-0,65 C; 0,4 Si; 0,6-0,9 Mn; 0,4 Cr; 0,4 Ni	Części konstrukcyjne o dużym obciążeniu, stosowane ogólnie w budowie maszyn i pojazdów
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego o wytrzymałości 850 - 1000 N/mm^2						
	1.7003	38 Cr 2	2070	0,25	800–950	0,35-0,42 C; 0,5-0,8 Mn; 0,4-0,6 Cr; 0,4 Si max, 0,035 P max, 0,035 S max	Części konstrukcyjne o większym obciążeniu, stosowane w budowie pojazdów, silników i maszyn, takich jak części przekładni, osie, wały
	1.7030	28 Cr 4	2070	0,25	850–1000	0,24-0,31 C; 0,6-0,9 Mn; 0,9-1,2 Cr; 0,4 Si max, 0,035 P max, 0,030 S max	Małe części o większym obciążeniu, w budowie maszyn, silników i pojazdów, takich jak koła przekładni, wały napędowe
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego o wytrzymałości 1000 - 1200 N/mm^2						
	1.7218	25 CrMo 4	2070	0,25	650–1100	0,22-0,29 C; 0,6-0,9 Mn; 0,9-1,2 Cr; 0,15-0,3 Mo	Części stosowane w budowie samochodów i pojazdów, zwrotnice, półosie, elementy turbin
	1.6582	34 CrNiMo 6	1800	0,27	800–1400	0,3-0,38 C; 0,4 Si; 0,5-0,8 Mn; 0,035 P; 0,035 S; 1,3-1,7 Cr; 0,15-0,3 Mo; 1,3-1,7 Ni	Części o dużej odporności na ścieranie, stosowane w budowie samochodów i silników, wały korbowe, części sterownicze, części przekładni

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 4.1

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm^2]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm^2]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego o wytrzymałości 1000 - 1200 N/mm^2						
	1.7220	34 CrMo 4	2240	0,21	750–1200	0,3-0,37 C; 0,6-0,9 Mn; 0,9-1,2 Cr; 0,15-0,3 Mo	Części konstrukcyjne o dużej odporności na obciążenia dynamiczne, stosowane w budowie samochodów i pojazdów, wały korbowe i półosie, zwrotnice, korbowody
	1.7225	42 CrMo 4	2500	0,26	800–1300	0,38-0,45 C; 0,6-0,9 Mn; 0,9-1,2 Cr; 0,15-0,3 Mo	Części konstrukcyjne o dużej odporności na obciążenia dynamiczne, stosowane w budowie samochodów i pojazdów, wały korbowe i półosie, zwrotnice, korbowody
	1.7707	30 CrMoV 9	1710	0,27	900–1450	0,26-0,34 C; 0,4 Si; 0,4-0,7 Mn; 0,035 P; 0,035 S; 2,3-2,7 Cr; 0,15-0,25 Mo; 0,1-0,2 V	Części konstrukcyjne o dużej odporności na obciążenia dyn., stosowane w budowie samochodów i pojazdów, wały korbowe, sworznie, śruby
	1.8159	50 CrV 4	2220	0,26	850–1300	0,47-0,55 C; 0,7-1,1 Mn; 0,9-1,2 Cr; 0,1-0,25 V	Części o dużej odporności na ścieranie, stosowane w budowie samochodów i przekładni, koła zębate, zębate koła napędowe, wały, części przegubów
5.0	Niestopowe stale do nawęglania o wytrzymałości do 750 N/mm^2						
	1.0401	C 15	1820	0,22	590–880	0,12-0,18 C; 0,4 Si; 0,3-0,6 Mn; 0,045 P; 0,045 S; 0,009 N	Części konstrukcyjne i części maszyn
	1.1141	Ck 15	1630	0,17	590–740	0,12-0,18 C; 0,4 Si; 0,3-0,6 Mn; 0,035 P; 0,035 S	Małe części maszyn, o małej wytrzymałości rdzenia

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm²]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14)) m	Wytrzymałość [N/mm²]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
6.0	Stopowe stale do nawęglania o wytrzymałości do 1000 N/mm²						
	1.5919	15CrNi6	2100	0,26	500–590	0,14-0,19 C; 0,4 Si; 0,4-0,6 Mn; 0,035 P max; 1,4-1,7 Cr, 1,4-1,7 Ni, 0,035 S max	Części konstr. stosowane w budowie pojazdów, silników i aparatów, takich jak zębate koła napędowe, sworznie tłokowe, wały przekładni
	1.7012	13Cr2	2100	0,26	690–930	0,1-0,16 C; 0,15-0,35 Si; 0,4 -0,6 Mn; 0,035 P max; 0,3 -0,5 Cr, 4,25-4,75 N, 0,035 S max	Mniejsze części konstr. w bud. pojazdów i maszyn, o wymaganej, zwiększ. odporności na ścieranie, jak wałki rozrządu, sworznie tłokowe, cylindry
	1.7131	16MnCr5	2100	0,26	500	0,14-0,19 C; 0,4 Si; 1,0-1,3 Mn; 0,035 P; 0,8-1,1 Cr	Koła zębate, koła talerzowe i koła przekładni, wały, sworznie, czopy
6.1	Stopowe stale do nawęglania o wytrzymałości powyżej 1000 N/mm²						
	1.7147	20 MnCr 5	2140	0,25	800–1400	0,17-0,22 C; 0,4 Si; 1,1-1,4 Mn; 0,035 P; 0,035 S; 1,0-1,3 Cr	Części przekładni i przegubów, koła zębate, koła talerzowe i stożkowe, wały, sworznie, części o wymaganej większej wytrzymałości rdzenia
	1.7262	15 CrMo 5	2290	0,17	640–1180	0,15-0,35 C; 0,15-0,35 Si; 0,8-1,1 Mn; 1,0-1,3 Cr; 0,2-0,3 Mo	Koła talerzowe i koła przekładni, koła zębate, wały korbowe, sworznie, tuleje silnie narażone na ścieranie
7.0	Stale do azotowania o wytrzymałości do 1000 N/mm²						
	1.8507	34 CrAlMo 5	1740	0,26	800–1000	0,3-0,37 C; 0,4 Si; 0,5-0,8 Mn; 1,0-1,3 Cr; 0,8-1,2 Al	Armatura do pary przegrzanej, o dużej wytrzymałości trwałej, części o grubości do 80 mm
	1.8504	34 Cr Al 6	1740	0,26	< 780	0,3-0,37 C; 0,15-0,35 Si; 0,6-0,9 Mn; 0,035 P max; 0,035 S max, 0,8-1,1 Al, 1,2-1,5 Cr	Armatura do pary przegrzanej, wrzeciona zaworów, tłoczyska
	1.8506	34 Cr Al S 5	1740	0,26	< 930	0,3-0,37 C; 0,15-0,4 Si; 0,6-0,9 Mn; 0,1 P max; 0,07-0,11 S, 0,8-1,2 Al, 1,0-1,3 Cr	Części o dużej twardości powierzchniowej, narażone na ścieranie

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm^2]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm^2]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
7.1	Stale do azotowania o wytrzymałości powyżej 1000 N/mm^2						
	1.8519	31 Cr Mo V 9	1740	0,26	1000–1200	0,26-0,34 C; 0,4 Si; 0,4-0,7 Mn; 0,025 P max; 0,03 S max, 2,3-2,7 Cr, 0,15-0,25 Mo, 0,1-0,2 V	Części armatury do pary przegrzanej, wrzeciona zaworów, wały korbowe, części narażone na szybkie zużycie
8.0	Stale narzędziowe o wytrzymałości do 850 N/mm^2						
	1.1730	C 45 W	1680	0,26	< 190 HB	0,4-0,5 C; 0,15-0,4 Si; 0,6-0,8 Mn; 0,035 P; 0,035 S	Niestopowa stal na narzędzia, koła przekładni, materiał do budowy wykrojników i tłoczników, wały napędowe
	1.2067	100 Cr 6	1410	0,39	< 223 HB	0,95-1,1 C; 0,15-0,35 Si; 0,25-0,45 Mn; 0,03 P max; 0,03 S max, 1,35-1,65 Cr	Narzędzia skrawające, części do walcowania na zimno, trzpienie do ciągnienia rur, narzędzia do gwintowania
8.1	Stale narzędziowe o wytrzymałości 850 - 1100 N/mm^2						
	1.2312	40CrMnMoS 8-6	1800	0,27	1100–1150	0,34-0,45 C; 0,3-0,5 Si; 1,4-1,6 Mn; 0,03 P; 0,05-0,1 S; 1,8-2,0 Cr; 0,15-0,25 Mo	Stal na narzędzia do pracy na zimno, przetwarzania tworzyw sztucznych, obudowy form, łatwo skrawalna
	1.2316	X 36 CrMo 17	1820	0,26	< 285 HB	0,33-0,43 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 15-17 Cr; 1,0-1,3 Mo; 1,0 Ni; 1,0 Ti	Stal narzędziowa do pracy na zimno, korozjoodporna, specjalna, na formy do prasowania mas chemicznie agresywnych
	1.2363	X100CrMo V51	1820	0,26	< 231 HB	0,95-1,05 C; 0,35-0,65 Mn; 4,5-5,5 Cr; 0,9-1,4 Mo	Narzędzia do pracy na zimno, skrawające i tłoczniki, szczęki do walcowania gwintów
	1.2851	34CrAl6	1820	0,26	780-980	0,30-0,37 C; 0,15-0,35 Si; 0,6-0,9 Mn; 0,035 Pmax; 0,035 Smax, 1,2-1,5 Cr, 0,8-1,1 Al	Stal na narzędzia do pracy na zimno, formy do tworzyw sztucznych, do azotowania powierzchniow.

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 8.1

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm^2]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm^2]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
8.1	Stale narzędziowe o wytrzymałości 850 - 1100 N/mm^2						
		TOOLOX 33	1820	0,26	1080 (33HRC)	0,25 C; 0,6 Si; 0,9 Mn; 1,2 Cr; 0,7 Ni; 0,4 Mo; 0,125 V	Stal narzędziowa, hartowana i odpuszczana, o niewielkich naprężeniach szczątkowych. Stal specjalna na formy wtryskowe do tworzyw sztucznych, względnie na wyginaki, części konstrukcyjne i części narażone na szybkie zużycie
8.2	Stale narzędziowe o wytrzymałości powyżej 1100 N/mm^2						
	1.2080	X210Cr12	1820	0,26	< 248 HB	1,9-2,2 C; 0,1-0,4 Si; 0,15-0,45 Mn; 11-12 Cr; 0,1-0,4 Ti	Stale na narzędzia do pracy na zimno, wysokowydajne wykrojniki i tłoczniki, stemple, szczęki nożowe, przeciągacze do otworów, matryce ciągowe i trzpienie do ciągnienia rur
	1.2344	X40 CrMo V51	1820	0,26	1130-1960	0,37-0,43 C; 0,9-1,2 Si 0,25-0,55 Mn; 4,5-5,5 Cr; 1,2-1,7 Mo	Stal na narzędzia do pracy na gorąco, matryce i przebijaki okrągłe do wyciskania metali na prasach współbieżnych, formy do odlewów ciśnieniowych z metali lekkich
	1.2379	X155Cr VMo12 1	1820	0,26	< 255 HB	1,5-1,6 C; 0,15-0,45 Mn; 11-12 Cr; 0,9-1,1 V	Stal na narzędzia do pracy na zimno, wykrojniki narażone na wyłamanie, frezy, szczęki i rolki do walcowania gwintów, noże do nożyc, przeciągacze do otworów
	1.2436	X 210 CrW 12	1820	0,26	< 255 HB	2,0-2,25 C; 0,15-0,45 Mn; 11-12 Cr; 0,6-0,8 W	Stal na narzędzia do pracy na zimno, wysokowydajne wykrojniki i tłoczniki, stemple, szczęki nożowe, przeciągacze do otworów, trzpienie do ciągnienia rur, frezy do drewna

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 8.2

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm^2]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm^2]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
8.2	Stale narzędziowe o wytrzymałości powyżej 1100 N/mm^2						
	1.2710	45 NiCr 6	1710	0,27	930–1960	0,4-0,5 C; 0,15-0,35 Si; 0,5-0,8 Mn; 0,035 P; 0,035 S; 1,2-1,5 Cr; 1,5-1,8 Ni	Narzędzia do pracy na zimno, noże do nożyc do cięcia na zimno, o dużej odporności na obciążenia dynamiczne, osie walców podporowych
	1.2721	50 NiCr 13	1710	0,27	< 250 HB	0,45-0,55 C; 0,15-0,35 Si; 0,4-0,6 Mn; 0,035 P; 0,035 S, 0,9-1,2 Cr; 3,0-3,5 Ni	Stal na narzędzia do pracy na zimno, matryce do pracy na zimno, monolit. narzędzia do wybijania, noże do nożyc
	1.2767	X 45 NiCrMo 4	1820	0,26	< 262 HB	0,4-0,5 C, 0,1-0,4 Si; 0,15-0,45 Mn; 0,03 P 0,03 S;1,2-1,5 Cr; 0,15-0,35 Mo; 3,8-4,3 Ni	Stal na narzędzia do pracy na zimno, narzędzia do wybijania i gięcia, listwy dociskowe pras krawędziowych, noże do nożyc do cięcia bardzo grubych materiałów
	1.2824	70MnMoCr8	1820	0,26	> 58 HRC	0,65-0,75 C; 0,1-0,5 Si, 1,8-2,5 Mn; 0,03 Pmax; 0,03 Smax, 0,9-1,2 Cr, 0,9-1,4 Mo	Stopowa stal narzędziowa na narzędzia do pracy na zimno
9.0	Stale szybkotnące o wytrzymałości 850 - 1200 N/mm^2						
	1.3255	S 18-1-2-5	1820	0,26	240–300 HB	0,75-0,83 C; 0,45 Si; 0,4 Mn; 0,03 P; 0,03 S 3,8-4,5 Cr; 0,5-0,8 Mo; 17,5-18,5 W; 1,4-1,7 V 4,5-5,0 Co	Noże tokarskie, do strugarek i dłutownic, frezy zgrubne, duża siła skrawania i odporność na obciążenia dynamiczne
	1.3265	S 18-1-2-10	1820	0,26	240–300 HB	0,72-0,8 C; 0,45 Si; 0,4 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 3,8-4,5 Cr; 0,5-0,8 Mo; 17,5-18,5 W; 1,4-1,7 V; 9-10 Co	Noże tokarskie, do strugarek, frezy o bardzo dużej odporności cieplnej, do obróbki stali
	1.3243	S 6-5-2 (DMo 5)	1820	0,26	240–300 HB	0,86-0,94 C; 0,45 Si; 0,4 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 3,8-4,5 Cr; 4,5-7,2 Mo; 6,0-6,7 W; 1,7-2,0 V	Rozwiertaki, wiertła kręte i gwintowniki, frezy, przeciągacze do otworów, noże tokarskie i do strugarek, dłutownic do kół zębatych

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm²]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm²]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
10.0	Stale hartowane o twardości 45 - 55 HRC						
		Toolox 44	–	–	1430 (45 HRC)	0,31 C; 0,6 Si; 0,9 Mn; 1,35 Cr; 0,7 Ni; 0,8 Mo; 0,145 V	Stal narzędziowa, hartowana i odpuszczana, o niewielkich naprężeniach szczątkowych. Specjalna na formy do tworzyw sztucznych.
10.1	Stale hartowane o twardości 55 - 60 HRC						
10.2	Stale hartowane o twardości 60 - 67 HRC						
11.0	Stal konstrukcyjna o dużej odporności na ścieranie i wytrzymałości 1350 N/mm²						
		Hardox 400	–	–	1350	wg danych producenta	Części narażone na ścieranie
11.1	Stal konstrukcyjna o dużej odporności na ścieranie i wytrzymałości 1800 N/mm²,						
		Hardox 500	–	–	1800	wg danych producenta	Części narażone na ścieranie
12.0	Stale sprężynowe o wytrzymałości do 1500 N/mm²,						
	1.5023	38 Si 7	1800	0,27	1180–1370	0,35-0,42 C; 1,5-1,8 Si; 0,5-0,8 Mn; 0,03 P max; 0,03 S max	Sprężyny piórowe, płytki sprężyste, podkładki sprężyste
	1.7176	55 Cr 3	1800	0,27	1370–1620	0,52-0,59 C; 0,25-0,5 Si; 0,7-1,1 Mn; 0,03 P max; 0,03 S max	Sprężyny formowane na gorąco, drążki skrętne, sprężyny śrubowe dla pojazdów
	1.8159	50 Cr V 4	2220	0,26	1100–1300	0,47-0,55 C; 0,4 Si; 0,7-1,1 Mn; 0,035 P max; 0,03 S max; 0,9-1,2 Cr; 0,1-0,2 V	Stal sprężynowa i narzędziowa, wysoko obciążone części samolotów, silników i maszyn, takie jak elementy przegubów i przekładni, osie

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm^2]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm^2]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
13.0	Stale nierdzewne siarkowane o wytrzymałości do 700 N/mm^2						
	1.4104	X 14 Cr Mo S 17	1820	0,26	650–850	0,1-0,17 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,15-0,35 S; 15,5-17,5 Cr; 0,2-0,6 Mo	Części konstrukcyjne do obróbki na automatach (śruby, osie)
	1.4305	X 8 Cr Ni S 18-9	2088	0,29	500–750	0,1C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,15-0,35 S; 17-19 Cr; 8-10 Ni; 0,11 N; 1,0 Cu	Części nierdzewne dla przemysłu spożywczego, fotograficznego, wyrobu farb, olejów, mydła, przemysłu papierniczego i tekstylnego
13.1	Stale nierdzewne austenityczne o wytrzymałości do 700 N/mm^2 (ocena skrawalności na podstawie współczynnika PRE, strona 60)						
	1.4000	X 6 Cr 13	1820	0,26	400–700	0,08 C, 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12-14 Cr	Części konstrukcyjne do pracy w ośrodku wody i pary, okucia i pokrycia
	1.4002	X 6 CrAl 13	1820	0,26	400–700	0,08 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 13-15 Cr, 0,1-0,3 Al	Budowa aparatów w przemyśle naftowym (np. urządzenia do krakingu), części spawane do elektrowni wodnych
	1.4016	X 6 Cr 17	1820	0,26	400–630	0,08 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 16-18 Cr	Śruby i kształtki narażone na korozję
	1.4113	X 6 Cr Mo 17-1	2600	0,19	440–660	0,08 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 16-18 Cr; 0,9-1,3 Mo	Kołpaki kół, zderzaki, osłony chłodnic, uchwyty
	1.4301	X 5 CrNi 18 10	2350	0,21	500–700	0,07 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 17-19 Cr; 0,5 Mo; 9-11,5 Ni	Aparaty i przyrządy dla przemysłu spożywczego
	1.4303	X 5 CrNi 18 12	2350	0,21	490–690	0,06 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 17-19 Cr; 11-13 Ni	Przemysł chemiczny, śruby, nakrętki, części wyciskane na zimno
	1.4306	X 2 CrNi 19 11	2350	0,21	460–680	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 18-20 Cr; 10-12,5 Ni	Przemysł spożywczy, przemysł wyrobu mydła i włókien sztucznych

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 13.1

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm²]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm²]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
13.1	Stale nierdzewne austenityczne o wytrzymałości do 700 N/mm² (ocena skrawalności na podstawie współczynnika PRE, strona 60)						
	1.4401	X5CrNiMo 17 12 2	2600	0,19	530–680	0,07 C; 1 Si; 2 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 0,11 N; 16,5- 18,5 Cr; 2-2,5 Mo; 10-13 Ni	Części i aparaty dla przemysłu chemicznego i tekstylnego
	1.4404	GX2 CrNiMo 18 10	2600	0,19	530–680	0,03 C; 1 Si; 2 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16,5-18,5 Cr; 2-2,5 Mo; 10-13 Ni; 0,11 N	Części dla przemysłu chemicznego, wyrobu farb, olejów i przemysłu tekstylnego
	1.4417	X2CrNiMoSi19 5 3	2600	0,19	>650	0,03 C; 1 Si; 1,5 Mn; 0,03 P; 0,02 S; 24-26 Cr; 3-4 Mo; 6-8,5 Ni; 0,15-0,25 N; 1 Cu; 1 W	Stal nierdzewna i kwasoodporna
	1.4435	X2CrNiMo 18 14 3	2600	0,19	550–700	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 17-19 Cr; 2,5-3 Mo; 12,5-15 Ni; 0,11 N	Spawane części o zwiększonej odporności chemicznej, dla przemysłu tekstylnego i celulozowego
	1.4436	X5CrNiMo 17 13 3	2600	0,19	550–700	0,05 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16,5-18,5 Cr; 2,5-3 Mo; 10,5-13 Ni; 0,11 N	Części spawane o zwiększonej odporności chemicznej, dla przemysłu tekstylnego i celulozowego
	1.4438	X2CrNiMo 18 16 4	2600	0,19	550–700	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 17,5-19 Cr; 3-4 Mo; 13-16 Ni; 0,11 N	Aparaty dla przemysłu chemicznego
	1.4510	X 6 Cr Ti 17	1820	0,26	450–600	0,05 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 16-18 Cr	W budowie aparatów chemicznych, dla przemysłu spożywczego, farbiarni i przemysłu mydlarskiego
	1.4512	X 6 Cr Ti 12	1820	0,26	390–560	0,03 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,015 S; 10,5-12,5 Cr	Tłumiki dźwięku

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 13.1

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm^2]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm^2]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
13.1	Stale nierdzewne austenityczne o wytrzymałości do 700 N/mm^2 (ocena skrawalności na podstawie współczynnika PRE, strona 60)						
	1.4550	X 6 CrNiNb 18 10	2550	0,18	500–700	0,08 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 17-19 Cr; 9-12 Ni	Części konstrukcyjne dla przemysłu spożywczego
	1.4845	X 12 CrNi 25-21	2550	0,18	500–700	0,1 C; 1,5 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 24-26 Cr; 19-22 Ni; 0,11 N	Na części pieców przemysłowych, kotłów parowych, instalacji ropy naftowej
13.2	Stale nierdzewne austenityczne o wytrzymałości do 850 N/mm^2 (ocena skrawalności na podstawie współczynnika PRE, strona 60)						
	1.4005	X 12 CrS 13	1820	0,26	650–850	0,08-0,15 C; 1,0 Si, 1,5 Mn; 0,04 P; 0,15-0,35 S; 12-14 Cr; 0,6 Mo	Wszelkiego rodzaju części, takie jak śruby, nakrętki, sworznie, części konstrukcyjne do pracy w ośrodku wody i pary
	1.4006	X 10 Cr 13	1820	0,26	650–850	0,08-0,15 C; 1,0 Si, 1,5 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 11,5-13,5 Cr; 0,75 Ni	Części konstrukcyjne do pracy w ośrodku wody i pary oraz do pracy z łagodnie działającymi mediami w przemyśle spożyw., przeważnie w stanie ulepszonym cieplnie
	1.4021	X 20 Cr 13	1820	0,26	700–850	0,16-0,25 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12-14 Cr	Osie, wały, części pomp, tłoczyska, grzybki zaworów, iglice wtryskiwaczy, śruby okrętowe, narzędzia chirurgiczne
	1.4031	X 38 Cr 13	1820	0,26	800	0,36-0,42 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12,5-14,5 Cr	Narzędzia tnące, kulki łożysk, sprężyny, tłoczyska
	1.4034	X 46 Cr 13	1820	0,26	800	0,43-0,5 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12,5-14,5 Cr	Narzędzia tnące, kulki łożysk, sprężyny, tłoczyska

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 13.2

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm²]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm²]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
13.2	Stale nierdzewne austenityczne o wytrzymałości do 850 N/mm² (ocena skrawalności na podstawie współczynnika PRE, strona 60)						
	1.4311	X 2 CrNiN 18 10	2550	0,18	550–760	0,03 C; 1 Si; 2 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 16,5-17 Cr; 8,5-11,5 Ni; 0,12-0,22 N	Zbiorniki ciśnieniowe do aparatów, przemysł spożywczy
	1.4362	X 2 CrNiN 23 4	2550	0,18	600–850	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,035 P; 0,015 S; 22-24 Cr; 0,1-0,6 Mo; 3,5-5,5 Ni; 0,05- 0,2 N; 0,1-0,6 Cu	Materiał o wysokiej wytrzymałości do budowy aparatów chemicznych
	1.4371	X12CrMnNi18 8 5	2550	0,18	650–850	0,03 C; 1 Si; 6-8 Mn; 0,045P; 0,015 S; 0,15-0,2 N; 16-17 Cr; 3,5-5,5 Ni	Stal nierdzewna i kwasoodporna
	1.4429	X2CrNiMoN1713 3	2600	0,19	580–780	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16,5-18,5 Cr; 2,5-3 Mo; 11-14 Ni; 0,12-0,22 N	Zbiorniki ciśnieniowe o zwiększonej odporności chemicznej
	1.4539	X2NiCrMoCu25205	2550	0,18	530–730	0,02 C; 0,7 Si; 2,0 Mn; 0,03 P; 0,01 S; 19-21 Cr; 4-5 Mo; 24-26 Ni; 0,15 N; 1,2-2,0 Cu	Przemysł chemiczny i petrochemiczny, celulozowy i papierniczy
	1.4541	X 6 CrNiTi 18-10 (V4A)	2550	0,18	520–720	0,08 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 17-19 Cr; 9-12 Ni; 0,7 Ti	Części dla przemysłu lotniczego i pojazdów kosmicznych oraz dla przemysłu spożywczego
	1.4544	X 10 CrNiTi 18 9	2550	0,18	500–750	0,08 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,035 P; 0,025 S; 17-19 Cr; 9-11,5 Ni	Części dla przemysłu lotniczego i pojazdów kosmicznych

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 13.2

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm^2]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm^2]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
13.2	Stale nierdzewne austenityczne o wytrzymałości do 850 N/mm^2 (ocena skrawalności na podstawie współczynnika PRE, strona 60)						
	1.4546	X 5 CrNiNb 18-10	2550	0,18	500–750	0,08 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 17-19 Cr; 9-11,5 Ni; 1,0 Nb	Do wyższych wymagań pod względem odporn. na korozję i obróbki plast. na zimno, przy niewielkiej wytrzymałości
	1.4571	X6CrNiMoTi17 12 2	2550	0,18	540–690	0,08 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16,5-18,5 Cr; 2-2,5 Mo; 10,5-13,5 Ni	Aparaty dla przemysłu chem.
	1.4573	X 10 CrNiMoTi 18-12	2550	0,18	490–740	0,1 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 16,5-18,5 Cr; 2,5-3 Mo; 12-14,5 Ni	Aparaty dla przemysłu chem., tekstylnego, fotograficznego, wyrobu farb, żywic syntetycznych i przemysłu gumowego
	1.4583	X 10 CrNiMoNb 18-12	2550	0,18	490–740	0,1 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 16,5-18,5 Cr; 2,5-3 Mo; 12-14,5 Ni	Części spawane dla przemysłu tekstylnego, wyrobu materiałów pędnych i farb
	1.4828	X 15 CrNiSi 20-12	2550	0,18	550–750	0,2 C; 1,5-2 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 19-21 Cr; 11-13 Ni, 0,11 N	Na podgrzewacze powietrza
	1.4841	X 15 CrNiSi 25-20	2550	0,18	550–800	0,2 C; 1,5-2,5 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 24-26 Cr; 19-22 Ni	Na części pieców do obróbki cieplnej
	1.4864	X 12 NiCrSi 36-16	2550	0,18	550–750	0,15 C; 1-2 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 15-17 Cr; 33-37 Ni; 0,11 N	Na części do budowy pieców i aparatów, do wysokich temperatur eksploatacjnych
	1.4878	X 12 CrNiTi 18-9	2550	0,18	500–750	0,12 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 17-19 Cr; 9-11,5 Ni	Na części narażone na wysokie obciążenia mechaniczne
	1.4935	X20CrMoWV121	1820	0,26	690–830	0,17- 0,25 C; 0,1- 0,5 Si; 0,3-0,8 Mn; 0,045 P; 0,03 S; 11,0-12,5 Cr; 0,8-1,2 Mo; 0,3-0,8 Ni; 0,25-0,35 V; 0,4-0,6 W	Na części siłowni cieplnych, do budowy kotłów parowych, turbin i wymienników ciepła

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm²]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm²]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczno-ferrytyczne o wytrzymałości do 1100 N/mm² (ocena skrawalności na podstawie współczynnika PRE, strona 60)						
	1.4028	X 30 Cr 13	1820	0,26	800–1000	0,26-0,35 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 12-14 Cr	Narzędzia tnące, kulki łożysk, sprężyny, tłoczyska
	1.4057	X 17 Cr Ni 16-2	1820	0,26	800–950	0,12-0,22 C; 1,0 Si; 1,5 Mn; 0,04 P; 0,03 S; 15-17 Cr; 1,5-2,5 Ni	Wysoko obciążone części maszyn, śruby, nakrętki w budowie pomp i sprężarek oraz statków
	1.4923	X22CrMo V 12 1	1820	0,26	800–900	0,17-0,23 C; 0,5 Si; 1,0 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 10-12,5 Cr; 0,8-1,2 Mo; 0,3-0,8 Ni; 0,25-0,35 Ti	Części konstrukcyjne w budowie reaktorów, przemysł chemiczny, w budowie turbin, kotłów parowych i rurociągów
	1.4310	X 12 CrNi 177	2350	0,21	600–950	0,05-0,15 C; 2 Si; 2 Mn; 0,045 P; 0,015 S; 16-19 Cr; 0,8 Mo; 6-9,5 Ni; 0,11 N	Blachy o większej wytrzymałości do budowy pojazdów, sprężyny
	1.4460	X 8 CrNiMo 27 5	2600	0,19	620–880	0,05 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,035 P; 0,015 S; 25-28 Cr; 1,3-2 Mo; 4,5-6,5 Ni; 0,05-0,2 N	Części o wysokiej odporności chemicznej i mechanicznej, np. w budowie statków
	1.4462	X 2 CrNiMoN 225 3	2550	0,18	660–950	0,03 C; 1,0 Si; 2,0 Mn; 0,035 P; 0,015 S; 21-23 Cr; 2,5-3,5 Mo; 4,5-6,5 Ni; 0,1-0,22 N	Przemysł chemiczny i petrochemiczny
	1.4980	X 5 NiCrTi 26 15	2600	0,19	<1100	0,08 C; 2,0 Si; 2,0 Mn; 0,03 P; 0,03 S; 1,35-16 Cr; 1,0-1,5 Mo; 24-27 Ni; 1,9-2,3 Ti; o,1-0,5 V; 0,35 Al	Na narzędzia do wyciskania na prasach współbieżnych

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 13.3

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm²]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm²]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczno-ferrytyczne o wytrzymałości do 1100 N/mm² (ocena skrawalności na podstawie współczynnika PRE, strona 60)						
	2.4631	NiCr 20 TiAl	2088	0,29	>=1030	0,04-0,1 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,02 P; 0,015 S; 18-21 Cr; 65 Ni; 1,8-2,7 Ti; 1,0-1,8 Al; 2,0 Co; 0,2 Cu; 1,5 Fe	Zastosowanie na łopatki, pierścienie i tarcze turbin gazowych
	2.4632	NiCr 20 Co 18 Ti	2088	0,29	>=1080	0,1 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,03 P; 0,015 S; 18-21 Cr; 1,0-2,0 Al; 15-21 Co; 0,2 Cu; 2,0 Fe; Rest Ni	Na najbardziej obciążone części konstrukcyjne, jak np. łopatki turbin gazowych, narzędzia do pracy na gorąco, matryce do prasowania, młoty kuźnicze, noże do nożyc, sprężyny
14.0	Stopy specjalne o wytrzymałości do 1200 N/mm²						
	2.4634	Nimonic 105 (NiCo20Cr15MoAlTi)	2088	0,29	1140	0,12-0,17 C; 1,0 Si; 1,0 Mn; 0,015 S; 4,5-4,9 Al, 0,003-0,01 B, 18-22 Co; 14-15,7 Cr	Materiały konstrukcyjne dla lotnictwa, łopatki turbin gazowych, tarcze, wały
	2.4602	Hastelloy C22 (NiCr21Mo14W)	2088	0,29	690–950	0,01 C; 0,08 Si; 0,5Mn, 0,025 P; 0,01 S; 2,0-6,0 Fe, 2,5 Co, 20-22,5 Cr; 12,5-14,5 Mo, 2,5-3,5 W, 0,35 V, 50 Ni min	Doskonała odporność w mediach powodujących utlenianie, mieszadła, wymienniki ciepła, układy odgazowujące, wirówki w przemyśle chemicznym
	2.4360	Monel 400 (NiCu30Fe)	2600	0,19	450–700	62 Ni min 1,0 Co; 28-34 Cu, 1,0-2,5 Fe, 0,15 C, 0,5 Al, 2,0 Mn, 0,02 S, 0,5 Si, 0,3 Ti	Materiał konstrukcyjny dla lotnictwa o korzystnych właściwościach mechanicznych i antykorozyjnych, budowa zbiorników ciśnieniowych, wirówek, zaworów okrętowych
	2.4668	Inconell 718 (NiCr19NbMo)	2088	0,29	960–1240	50-55 Ni, 17-21 Cr, 2,8-3,3 Mo, 0,02-0,08 C, 0,35 Si, 0,35 Mn, 0,015 P, 0,015 S, 0,2 Cu, 4,8-5,5 Nb, 1,0 Co, 0,3-0,7Al, 0,7-1,15bTi, 0,002-0,006 B, 11,3 Fe min	Materiały konstrukcyjne dla lotnictwa, doskonałe właściwości w bardzo niskich temperaturach, bardzo dobra odporność na korozję, napędy rakietowe, turbiny gazowe, pompy

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm²]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm²]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
15.0	Żeliwo szare o twardości do 180 HB (GG)						
	0.6015	GG 15	950	0,21	150-200 (80–155 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15 S	Korpusy skrzyń przekładniowych, korpusy obrabiarek, korpusy turbin, prowadnice
	0.6020	GG 20	1020	0,25	200–300 (115–205 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15 S	Korpusy skrzyń przekładniowych, korpusy obrabiarek, korpusy turbin, prowadnice
15.1	Żeliwo szare o twardości powyżej 180 HB (GG)						
	0.6025	GG 25	1160	0,26	250–350 (155–250 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15 S	Korpusy skrzyń przekładniowych, korpusy obrabiarek, korpusy turbin, prowadnice
	0.6030	GG 30	1470	0,26	300–400 (195–270 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15 S	Korpusy skrzyń przekładniowych, korpusy obrabiarek, korpusy turbin, prowadnice
	0.6035	GG 35	1470	0,26	350–450 (275–285 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15	Korpusy skrzyń przekładniowych, korpusy obrabiarek, korpusy turbin, prowadnice
	0.6040	GG 40	1470	0,26	400–500 (290–350 HB)	3,0-3,5 C; 1,5-2,5 Si; 0,5-1,0 Mn; 0,5-0,7 P; 0,15	Korpusy skrzyń przekładniowych, korpusy obrabiarek, korpusy turbin, prowadnice
15.2	Żeliwo steroidalne i ciągliwe o twardości powyżej 180 HB (GGG, GT)						
	0.7040	GGG-40	1005	0,25	400 (135–185 HB)	Skład chemiczny pozostawia się w znacznym stopniu uznaniu producenta	Wały korbowe, walce, koła zębate, części pojazdów narażone na obciążenia udarowe

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 15.2

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm^2]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm^2]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
15.2	Żeliwo sferoidalne i ciągliwe o twardości powyżej 180 HB (GGG, GT)						
	0.7060	GGG-60	1480	0,17	600 (200–250 HB)	3,5-3,8 C; 2-3 Si; 0,4 Mn; 0,1 P; 0,01 S; 0,06-0,12 Mg	Wały korbowe, walce, koła zębate, części pojazdów narażone na obciążenia udarowe
	0.8040	GTW-40	2060	0,19	360–420 (220 HB)	3,0-3,4 C; 0,4-0,8 Si; 0,4-0,6 Mn; 0,12-0,25 S	Korpusy skrzyń przekładniowych, bębny hamulcowe, wały korbowe, korbowody, widełki zmiany biegów, dźwignie
15.3	Żeliwo sferoidalne i ciągliwe powyżej twardości 260 HB (GGG, GT)						
	0.7080	GGG-80	1132	0,44	800 (270–335 HB)	3,5-3,8 C; 2-3 Si; 0,4 Mn; 0,1 P; 0,01 S; 0,06-0,12 Mg	Wały korbowe, walce, koła zębate, części pojazdów narażone na obciążenia udarowe
	0.8165	GTS-65	1180	0,24	650 (210–260 HB)	2,3-2,6 C; 1,2-1,5 Si; 0,4-0,5 Mn; 0,1 P; 0,1-0,15 S	Części mechanizmów jezdnych, jak wałki rozrządu, piasty kół, głowice przegubów, łożyska wahliwe, części zamków
16.0	Tytan i stopy tytanu o wytrzymałości do 850 N/mm^2						
	3.7025	Ti 1	1370	0,21	290–410	0,15 Fe; 0,12 O; 0,05 N; 0,06 C; 0,013 H	Budowa aparatów chemicznych, galwanotechnika, budowa samolotów i pojazdów kosmicznych
	3.7114	Ti Al 5 Sn 2,5	1370	0,21	790–830	4,5-5,5 Al, 2,0-3,0 Sn, 0,5 Fe, 0,2 O, 0,08 C, 0,05 N, 0,015 H, 90,3 Ti min	Materiały konstrukcyjne dla lotnictwa
	3.7124	Ti Cu 2	1370	0,21	540–650	2,0-3,0 Cu, 0,2 Fe; 0,2 O; 0,1 C; 0,05 N, 0,01 H, 96,4 Ti min	Materiały konstrukcyjne dla lotnictwa, części konstrukcyjne zespołów, elementy korpusów mechanizmów napędowych

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm²]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm²]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
16.1	Tytan i stopy tytanu o wytrzymałości 850 - 1200 N/mm²						
	3.7115	Ti Al 5 Sn 2.5	1370	0,21	>=830	4,5.. 55 Al; 2,3 Sn; reszta Ti	Budowa samolotów i pojazdów kosmicznych, armatura, budowa maszyn
	3.7164	Ti Al 6 V 4	1370	0,21	>=900	5,5..6,75 Al; 3,5..4,5 V; reszta Ti	Budowa samolotów i pojazdów kosmicznych, armatura, budowa maszyn
17.0	Aluminium dające długi wiór, stopy aluminium do przeróbki plastycznej o wytrzymałości do 350 N/mm² magnez						
	3.3527	Al Mg 2 Mn 0,8	780	0,23	190–290	1,6-2,5 Mg; 0,5-1,1 Mn	Do wyższych temperatur, budowy pojazdów, statków i aparatów
	3.3535	Al Mg 3	780	0,23	190–290	2,6-3,6 Mg; (Mn+Cr 0,1-0,6)	Przemysł spożywczy, budowa aparatów, budowa statków
	3.3547	Al Mg 4,5 Mn	780	0,23	275–345	4,0-4,9 Mg; 0,4-1,0 Mn; 0,05-0,25 Cr	Budowa pojazdów, statków i zbiorników ciśnieniowych
	3.3561	G-Al Mg 5	780	0,23	160–220	4,5-5,5 Mg; 0,001-0,4 Mn; 0,001-0,2 Ti	Odlewy dla przemysłu chemicznego i spożywczego
	3.5200	Mg Mn 2	390	0,19	200–220	1,2-2,0 Mn, 0,1 Si, 0,05 Cu, 0,05 Al, 0,03 Zn, 97,7 Mg min	Materiały na konstrukcje lotnicze, zbiorniki paliwa, pokrycia, anody
	3.5314	Mg Al 3 Zn	390	0,19	240–280	2,5-3,5 Al, 0,7-1,3 Zn, 0,28-0,4 Mn, 0,05 Si, 0,15 Cu, 94,4 Mg min	Materiały na skomplikowane części konstrukcji lotniczych
	3.5812	Mg Al 8 Zn	390	0,19	270–310	7,8-9,2 Al, 0,2-0,8 Zn, 0,12-0,3 Mn, 0,1 Si, 0,05 Cu, 0,005 Fe, 89,2 Mg min, 89,2 Mg min	Części konstrukcyjne o wysokich obciążeniach mechanicznych
17.1	Aluminium dające krótki wiór						
	3.1324	Al Cu Mg 1	830	0,23	215–295	91,3 Al min; 0,2-0,8 Si; 3,5-4,5 Cu; 0,4-1,0 Mn; 0,4-1,0 Mg; 0,7 Fe maks.; 0,1 Cr maks.; 0,25 Zn maks. (0,25 Ti+Zr maks.) (domieszki: pojedynczych pierwiastków 0,05, maks. razem 0,15)	Części konstrukcyjne narażone na większe obciążenia statyczne
	3.2151	G–Al Si 6 Cu 4	830	0,23	160–200	5,0-7,5 Si; 3,0-5,0 Cu; 0,1-0,6 Mn; 0,1-0,5 Mg	Różnorodne zastosowanie w budowie maszyn, głowice silników

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm^2]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm^2]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
17.1	Aluminium dające krótki wiór						
	3.2341	G–Al Si 5 Mg	830	0,23	140–180	91,8 Al [wg DIN: Al reszta]; 5- 6 Si; 0,001-0,4 Mn; 0,001-0,20 Ti; 0,4-0,8 Mg; 0,05 Cu; 0,5 Fe; 0,10 Zn	Części dla przemysłu spożywczego i chemicznego, okucia
	3.2371.61	G – Al Si 7 Mg wa	830	0,23	230–310	6,5-7,5 Si; 0,25-0,45 Mg; 0,001-0,2 Ti, reszta Al	Odlewy o średniej grubości ścianek, wysokiej wytrzymałości, również na obciążenia dynamiczne, budowa samolotów
	3.3206	Al Mg Si 0,5	830	0,23	200–250	98 Al min; 0,35-0,6 Mg; 0,3-0,6 Si; 0,1-0,3 Fe; 0,1 Cu maks.; 0,1 Mn max; 0,15 Zn maks.; (domieszki: pojedynczych pierwiastków 0,05, maks. razem 0,15)	Wyciskane kształtowniki do budowy pojazdów, zastosowanie ogólne w bud. maszyn i budownictwie
17.2	Stopy odlewnicze aluminium o zawartości Si > 10%						
	3.2381.01	G–Al Si 10 Mg	830	0,23	160–210	9-11 Si; 0,2-0,5 Mg; 0,001-0,4 Mn	Odlewy cienkościenne, o dużej odporności na ciśnienie i drgania, korpusy silników
	3.2581.01	G – Al Si 12	830	0,23	150–200	10,5-13,5 Si; 0,001-0,4 Mn, Rest Al	Cienkościenne odlewy o dużej wytrz. na ciśnienie i drgania
	3.2583	G-Al Si 12 Cu	830	0,23	150–200	85,1 Asl min 10,5-13,5 Si, 0,001-0,4 Mn, 0,05 Cu, 0,5 Fe, 0,05 Mg, 0,15 Ti, 0,1 Zn	Odlewy o skomplikowanych kształtach, cienkościenne, narażone na obciążenia udarowe, do budowy przyrządów, maszyn, pojazdów i statków, korpusy, wirniki łopatkowe
18.0	Miedź niskostopowa o wytrzymałości do 400 N/mm^2						
	2.0070	SE-Cu	780	0,23	200–250	99,9 Cu min, 0,003 P	Elektrotechnika, wszelkiego rodzaju półfabrykaty
	2.1020	Cu Sn 6	880	0,23	350–410	91,7 Cu min, 5,5-7 Sn, 0,01-0,35 P, 0,1 Fe, 0,3 Ni, 0,05 Pb, 0,3 Zn	Budowa statków i maszyn, sprężyn, przemysł elektryczny

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm^2]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14)) m	Wytrzymałość [N/mm^2]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
18.1	Mosiądz dający krótki wiór o wytrzymałości do 600 N/mm2						
	2.0380	Cu Zn 39 Pb 2	780	0,18	360–490	58,5-60 Cu, 1,5-2,5 Pb, 0,1 Al, 0,4 Fe, 0,3 Ni, 0,2 Sn, 36,3 Zn min	Mosiądz przeznaczony na części dla mechaniki precyzyjnej oraz budowy maszyn i aparatów
	2.0401	Cu Zn 39 Pb 3	980	0,25	360–500	57-59 Cu, 2,5-3,5 Pb, 0,1 Al, 0,5 Fe, 0,5 Ni, 35,8 Zn min	Mosiądz przeznaczony na części do toczenia kształtowego na automatach
18.2	Mosiądz dający długi wiór, o wytrzymałości do 600 N/mm2						
	2.0250	Cu Zn 20	980	0,25	270–320	18,5 Zn min, 79-81 Cu, 0,02 Al, 0,05 Fe, 0,2 Ni, 0,05 Pb, 0,05 Sn	Instalacja elektryczna pojazdów, manometry
	2.0280	Cu Zn 33	980	0,25	280–360	31 Zn min, 66-68,5 Cu, 0,02 Al, 0,05 Fe, 0,2 Ni, 0,05 Pb, 0,05 Sn	Mosiądz przeznaczony na części głęboko ciągnione, wyroby metalowe, części zegarków
	2.0332	Cu Zn 37 Pb 0,5	980	0,25	290–370	62-64 Cu, 0,1-0,7 Pb, 34,6 Zn min, 0,5 Al, 0,2 Fe, 0,3 Ni, 0,1 Sn	Profile wyciskane o wysokiej dokładności, przemysł zegarków
18.3	Brąz dający krótki wiór, o wytrzymałości do 600 N/mm2						
	2.1090	G-Cu Sn 7 Zn	640	0,25	120–130	81-85 Cu, 3-5 Zn, 5-7 Pb, 6-8 Sn, 2 Ni, 0,3 Sb, 0,25 Fe, 0,05 P	Panewki łożysk ślizgowych w ogólnej budowie maszyn
	2.1170	G-Cu Pb 5 Sn	780	0,23	> 240	84-87 Cu, 4-6 Pb, 9-11 Sn, 1,5 Ni, 0,35 Sb, 2,0 Zn, 0,25 Fe, 0,05 P	Łożyska walcowni gorących, prowadnice narzędzi i stołów
18.4	Brąz dający krótki wiór, o wytrzymałości 600 - 850 N/mm2						
	2.0790	Cu Ni18 Zn19 Pb1	880	0,23	430–530	59-63 Cu, 17-19 Ni, 15,1 Zn min, 0,3 Fe, 0,3-1,5 Pb, 0,7 Mn	Mechanika precyzyjna i budowa przyrządów, budowa statków, budownictwo

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Numer materiałowy	Oznaczenie skrótowe według DIN	Główna wartość jednostkowej siły skrawania kc 1.1 [N/mm^2]	Wzrost stycznej (patrz rys. 2.24 i rów. 2.14) m	Wytrzymałość [N/mm^2]	Skład chemiczny (%)	Zastosowanie
18.5	Brąz dający długi wiór, o wytrzymałości do 850 N/mm2						
	2.0916	Cu Al 5	780	0,23	420–580	95 Cu, 5 Al	Budowa aparatów i statków, przemysł chemiczny
	2.0960	Cu Al 9 Mn 2	780	0,23	440–570	83,9 Cu min, 8-10 Al, 1,5 Fe, 1,5-3 Mn, 0,8 Ni, 0,05 Pb, 0,5 Zn	Wysoko obciążone elementy łożysk, koła przekładni i ślimacznice, gniazda zaworów, wały statków
18.6	Brąz dający długi wiór, o wytrzymałości 850 - 1200 N/mm2						
	2.1247	Cu Be 2	780	0,23	410–540	96,8 Cu min, 1,8-2,1 Be	Gniazda łożysk, przepony, koła zębate i ślimacznice o dużej odporności na ścieranie, wysoko obciążone części monolityczne
19.0	Grafit						

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 20.0

Grupa materiałowa	Oznaczenie skrótowe	Nazwa	Kilka nazw handlowych	Gęstość [g/cm³] DIN 53479	Wytrzymałość [N/mm²] DIN 53455	Moduł E [N/mm²] DIN 53457	Udarność z karbem [kl/m²] DIN 53453	Współczynnik wydłużenia liniowego [10⁻⁶/K] DIN 52328	Temperatura eksploatacji [°C]	Odporność chemiczna na działanie B ... odporne BB ... warunkowo odporne U ... nieodporne: olejów mineralnych	benzyny	trójchloroetylenu	rozcieńcz. kwasów	rozcieńcz. ługów	Właściwości specjalne	Zastosowanie
20.0	Termoplasty															
	PA	Poliamid	Nylon, Durethan, Vestamid							B	B	B	BB	BB		Techniczne tworzywa sztuczne, koła zębate, koła pasowe, łożyska ślizgowe, obudowy
	PA 6		Ertalon 6SA	1,14	78[1)]	3100	25++	105	-40...70						Uniwersalny materiał do konstrukcji i napraw	
	PA 66		Ertalon 66SA	1,14	90[1)]	3300	15++	95	-30...80						Nadaje się dobrze do obróbki na automatach tokarskich	
	PC	Poliwęglan	Macrolon, Lexan, Plastocarbon	1,2	60[2)]	2200	30	65	...115	BB	U	U	B	U	Szczeg. duża odporność na uderzenia, bardzo duża wytrzymałość, bardzo duża odporność na temperaturę	Techniczne tworzywo sztuczne, części maszyn, szkło bezpieczne

1) Naprężenie na granicy plastyczności
2) Wytrzymałość na rozciąganie
++ Pomiar aż do nasycenia próbek przechowywanych w mikroklimacie normalnym (23°C / 55% wilgotności względnej)

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 20.0

Grupa materiałowa	Oznaczenie skrótowe	Nazwa	Kilka nazw handlowych	Gęstość [g/cm³] DIN 53479	Wytrzymałość [N/mm²] DIN 53455	Moduł E [N/mm²] DIN 53457	Udarność z karbem [kJ/m²] DIN 53453	Współczynnik wydłużenia liniowego [10⁻⁶/K] DIN 52328	Temperatura eksploatacji [°C]	Odporność chemiczna na działanie B ... odporne BB ... warunkowo odporne U ... nieodporne: olejów mineralnych	benzyny	trójchloroetylenu	rozcieńcz. kwasów	rozcieńcz. ługów	Właściwości specjalne	Zastosowanie
20.0	Termoplasty															
	PE	Polietylen	Hostalen, Lupolen, Vestolen							BB	B	B	B	B	Mała gęstość, nie budzący zastrzeżeń fizjologicznych, nie wchłania wody	
	PE-HD			0,95	24[1]	800	10	2*10²	-50...80						Nadaje się do głębokiego ciągnienia, odporny na uderzenia	Budowa aparatów chemicznych, galwanotechnika, urządzenia chłodnicze
	PE-HMW			0,95	28[1]	900	50	2*10²	-100...80						B. duża masa cząst., b. wysoka udarność	Pokrycia silosów i zbiorników, przemysł papierniczy, chłodnictwo, instalacje do napełniania, przemysł spożywczy
	PE-UHMW			0,94	22[1])	790	4)	2*10²	-260...80						B. duża masa cząsteczkowa, bardzo wysoka udarność, duża odporność na ścieranie	
	PEEK	Poli-etero-etero-keton		1,32	97[1]	3600	8,2	47	-65...250	B	B	BB	B	B	Wytrzymały, o dużej sztywności, odporny na działanie środków chem., trudno zapalny	Łożyska, podkładki oporowe, koła zębate, uszczelki

1) Naprężenie na granicy plastyczności
4) Bez pęknięcia próbki

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 20.0

Grupa materiałowa	Oznaczenie skrótowe	Nazwa	Kilka nazw handlowych	Gęstość [g/cm³] DIN 53479	Wytrzymałość [N/mm²] DIN 53455	Moduł E [N/mm²] DIN 53457	Udarność z karbem [kJ/m²] DIN 53453	Współczynnik wydłużenia liniowego [10⁻⁶/K] DIN 52328	Temperatura eksploatacji [°C]	Odporność chemiczna na działanie B ... odporne BB ... warunkowo odporne U ... nieodporne: olejów mineralnych	benzyny	trójchloroetylenu	rozcieńcz. kwasów	rozcieńcz. ługów	Właściwości specjalne	Zastosowanie
20.0	Termoplasty															
	PP PP-H PP-C	Polipropylen, homopolimer, kopolimer	Hastalen PP, Novolen, Vestolen P	0,903 0,91	33[1] 27[1]	1450 1350	4) 4)	100...200 100...200	0...100 -30...90	BB BB	BB BB	BB BB	B B	B B		Standardowe tworzywo sztuczne Obudowy, wentylatory
	PS	Polistyren	Hostyren N., Polystyrol, Vestyron	1,05	55[1]	3200		80	...70	BB	U	U	B	B	Twardy, o stabilnym kształcie, kruchy, bardzo dobre właściwości dielektryczne	Standardowe tworzywo sztuczne, artykuły pierwszej potrzeby, artykuły gospodarstwa domowego, sektor opakowań
	ABS	Styren butadienowo-akrylonitrylowy		1,05	50[1], 37[1]	2400	23	80...110	-30...80 (starzenie pod wpływem ciepła)	B	B	U	B	B	Duża udarność, duża sztywność, odporność na działanie środków chem.	Zastosowanie techniczne jak polistyren, (półfabrykaty płytowe), części obudów
	PMMA	Polimetakrylan metylu	Degulan, Degłas, Plexiglas, Resarit	1,19	72[1]	3300	2	70	...70	BB	U	U	B	B	Duża sztywność, odporność na warunki atmosferyczne, wrażliwość na uderzenia	Przezroczyste tworzywo sztuczne, szyby, soczewki optyczne

1) Naprężenie na granicy plastyczności
2) Wytrzymałość na rozciąganie
4) Próbka bez pęknięcia

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 20.0

Grupa materiałowa	Oznaczenie skrótowe	Nazwa	Kilka nazw handlowych	Gęstość [g/cm^3] DIN 53479	Wytrzymałość [N/mm^2] DIN 53455	Moduł E [N/mm^2] DIN 53457	Udarność z karbem [kJ/m^2] DIN 53453	Współczynnik wydłużenia liniowego [10^{-6}/K] DIN 52328	Temperatura eksploatacji [°C]	Odporność chemiczna na działanie B ... odporne BB ... warunkowo odporne U ... nieodporne					Właściwości specjalne	Zastosowanie
										olejów mineralnych	benzyny	trójchloroetylenu	rozcieńcz. kwasów	rozcieńcz. ługów		
20.0	Termoplasty															
	POM - C	Polioksymetylen, kopolimer	Hostaform, Ultraform	1,39	65[1)]	2700	210	110	-50...90 (starzenie pod wpływem ciepła)	B	B	U	B	B	Mały współczynnik tarcia, odporność na ścieranie, dobra sprężystość	Tworzywo sztuczne techn.; koła zębate, krzywki, tulejki ślizgowe
	PTFE	Politetrafluoroetylen	Hostaflon TF, Teflon	2,17	28,5[3)]	400...800 (rozciąganie)	16	136	-200 ...260	B	B	B	B	B	Termoplast nie nadający się do formowania wtryskowego, duża odporność na wysoką temperaturę, odporność na działanie światła oraz warunków atmosferycznych	Tworzywo sztuczne techniczne; okładziny w przemyśle chem. pokrycia, części izolacyjne, uszczelki
	PI	Poliimid													Wysoka wytrzymałość mechaniczna, bardzo wysoka temperatura użytkowa, b. dobra granica pełzania, dobre właściwości ślizgowe	Wysokowydajne tworzywo sztuczne, tulejki łożyskowe, uszczelki, tłoki, gniazda zaworów, kule zaworów, izolatory cieplne i elektryczne

1) Naprężenie na granicy plastyczności
3) Wytrzymałość na rozrywanie

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 20.0

Grupa materiałowa	Oznaczenie skrótowe	Nazwa	Kilka nazw handlowych	Gęstość [g/cm³] DIN 53479	Wytrzymałość [N/mm²] DIN 53455	Moduł E [N/mm²] DIN 53457	Udarność z karbem [kl/m²] DIN 53453	Współczynnik wydłużenia liniowego [10⁻⁶/K] DIN 52328	Temperatura eksploatacji [°C]	Odporność chemiczna na działanie B ... odporne BB ... warunkowo odporne U ... nieodporne					Właściwości specjalne	Zastosowanie
										olejów mineralnych	benzyny	trójchloroetylenu	rozcieńcz. kwasów	rozcieńcz. ługów		
20.0	Termoplasty															
	PI	Poliimid	Vespel SP-1	1,43	41[2]	3100		55	-273 ...245						Bez wypełniaczy, optymalne właściwości fizyczne, izolacja elektr. i cieplna	Przemysł samochodowy, elektryczny, półfabrykaty, przemysł lotniczy i pojazdy kosmiczne oraz urządzenia wojskowe
			Vespel SP-211	1,55	24[2]	3100		55	...480 (krótkotrwale)						Dodatek 15% grafitu, 10% teflonu: najniższy współcz. tarcia, najmniejsze zużycie	
			Vespel SP-3	1,6		3300		50	....480 (krótkotrwale)						Dodatek 15% dwusiarczku molibdenu	
	PEI	Polieterimid		1,27	105[1]	3000	[4]	45	-50...170	B	B	BB	B	B	Nie wzmocnione, amorficzne termoplasty, wysoka wytrzymałość mechaniczna, bardzo wysoka górna temperatura użytkowa, doskonała odporność na hydrolizę	Wysokowydajne tworzywo sztuczne, elektrotechnika, przemysł spożywczy, technika medyczna (na przedmioty poddawane powtarzalnej sterylizacji)

1) Naprężenie na granicy plastyczności
2) Wytrzymałość na rozciąganie
4) Próbka bez pęknięcia

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 20.0

Grupa materiałowa	Oznaczenie skrótowe	Nazwa	Kilka nazw handlowych	Gęstość [g/cm³] DIN 53479	Wytrzymałość [N/mm²] DIN 53455	Moduł E [N/mm²] DIN 53457	Udarność z karbem [kJ/m²] DIN 53453	Współczynnik wydłużenia liniowego [10⁻⁶/K] DIN 52328	Temperatura eksploatacji [°C]	Odporność chemiczna na działanie B ... odporne BB ... warunkowo odporne U ... nieodporne					Właściwości specjalne	Zastosowanie
										olejów mineralnych	benzyny	trójchloroetylenu	rozcieńcz. kwasów	rozcieńcz. ługów		
20.0	Termoplasty															
	PVC - H	Polichlorek winylu twardy	Hostalit, Vinoflex, Vestolit	1,41	60[1]	3200	4	0,8*10[2]	0...60	B	B	U	B	B	Trudno zapalny, o dobrej udarności, do głębokiego ciągnienia, odporny na działanie światła i warunków atm.	Budowa aparatów chem., sprzęt laboratoryjny, przemysł elektryczny, sektor reklamowy
	PVC - W	miękki		1,22	450[3]					BB	BB		BB	B	Wysoka odporność mech. i chemiczna. Nie ulega zapaleniu	Osłony w kabinach do piaskowania, podkładki pod maszyny
20.1	Duroplasty															
	MP 183	Żywica melaminowa / fenolowa		1,65	60[2]	10000	1,5	40	135-160	B	B	BB	B	B	Duża sztywność, wytrzymałość i twardość pow.; dobra wytrzym. na ścieranie; wysoka trwałość	Obudowy łączników, zaciski przyłączeniowe, łączniki
	PF 31	Żywica fenolowa		1,38	60[2]	9000	1,55	35	140-180	B	B	BB	B	U	Duża sztywność i twardość, mała skłonność do pełzania, duża trwałość kształtu w temperaturach podwyższonych trudno zapalna	Obudowy aparatury elektrycznej, płyty cokołów, cokoły lamp
	PUR 5220	Poliuretan, stabilizowany cieplnie		1,14	47[1]	1800	30	120	-40-180	B	BB	U	B	B	Duża udarność, trwałość kształtu, zwiększ. trwałość kształtu w temp. podwyższonych	Na prototypy przystosowane do eksploatacji

1) Naprężenie na granicy plastyczności 2) Wytrzymałość na rozciąganie 3) Wytrzymałość na rozrywanie

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy

Grupa materiałowa	Oznaczenie skrótowe	Nazwa	Kilka nazw handlowych	Gęstość [g/cm³] DIN 53479	Wytrzymałość [N/mm²] DIN 53455	Moduł E [N/mm²] DIN 53457	Udarność z karbem [kJ/m²] DIN 53453	Współcz. wydłużenia liniowego [10⁻⁶/K] DIN 52328	Temperatura eksploatacji [°C]	Odporność chemiczna na działanie B ... odporne BB ... warunkowo odporne U ... nieodporne					Właściwości specjalne	Zastosowanie
										olejów mineralnych	benzyny	trichloroetylenu	rozcieńcz. kwasów	rozcieńcz. ługów		
20.2	Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem															
	PA 66-GF30	Poliamid + 30% włókna szklanego	Ertalon 66 – GF 30	1,29	110[2]	5200		55	-20...110	B	B	B	BB	BB	Bardzo wysoka odporność na zużycie. Zastosowanie w wysokich temperaturach eksploatacyjnych	Tworzywo sztuczne techn.; koła zębate, elementy prowadnic i sprzęgieł, elementy obudów
	POM GF 25	Polioksymetylen + 25% włókna szklanego	Ultraform N2200 G53	1,58	130[2]	8800	55	30	-50...100	B	B	U	B	B	Dobry współczynnik tarcia, odporność na ścieranie, dobra sprężystość, odporność na przebicie	Krzywki sterownicze o dużym obciążeniu i pierścienie uszczelniające, części pojazdów, koła zębate, łożyska, obudowy
	PP GF 20	Polipropylen + 20% włókna szklanego		1,04	33[1]	2900	50	65...105	0...100	B	B	BB	B	B	Mała gęstość, bardzo duża odporność na środki chem.	Wirniki wentylatorów, części pomp
	PP GF 30	Polipropylen + 30% włókna szklanego		1,14	83[1]	6700	45	70	-30...100	B	B	BB	B	B	Mała gęstość, bardzo duża odporność na środki chemiczne	Wirniki wentylatorów, części pomp

1) Naprężenie na granicy plastyczności
2) Wytrzymałość na rozciąganie

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 20.2

Grupa materiałowa	Oznaczenie skrótowe	Nazwa	Kilka nazw handlowych	Gęstość [g/cm^3] DIN 53479	Wytrzymałość [N/mm^2] DIN 53455	Moduł E [N/mm^2] DIN 53457	Udarność z karbem [kl/m^2] DIN 53453	Współcz. wydłużenia liniowego [10^{-6}/K] DIN 52328	Temperatura eksploatacji [°C]	Odporność chemiczna na działanie B ... odporne BB ... warunkowo odporne U ... nieodporne					Właściwości specjalne	Zastosowanie
										olejów mineralnych	benzyny	trichloroetylenu	rozcieńcz. kwasów	rozcieńcz. ługów		
20.2	Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem															
	PVDF GF 20	Polifluorek winylidenu + 20% włókna szklanego		1,92	90[2)]	10000		72	-40...150	B	B	B	B	B	Stały, odporny na pełzanie, możliwość obciążenia stałego	Kółka jezdne i obudowy pomp
	PEEK - GF30	Poli-etero-etero-keton + 30% włókna szklanego	Victrex	1,50	130[2)]	8100	30	25	-20...250	B	B	BB	B	B	Wysoka wytrzymałość mechaniczna, sztywność, bardzo wysokie temperatury użytkowe, wysoka granica pełzania w wysokich temperaturach	Wysokowydajne tworzywo sztuczne; koła zębate, pompy, części sprężarek, uszczelki, zgarniaki, gniazda zaworów, łożyska ślizgowe (w technice medycznej, przemyśle nuklearnym, farmaceutycznym, samochodowym itp.)

2) Wytrzymałość na rozciąganie

Tabela 1.2 Podział w obszarze grup materiałowych GARANT - ciąg dalszy grupy materiałowej GARANT 20.2

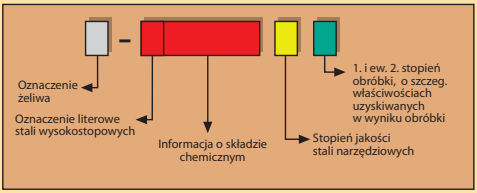
Grupa materiałowa	Oznaczenie skrótowe	Nazwa	Kilka nazw handlowych	Gęstość [g/cm³] DIN 53479	Wytrzymałość [N/mm²] DIN 53455	Moduł E [N/mm²] DIN 53457	Udarność z karbem [kJ/m²] DIN 53453	Współcz. wydłużenia liniowego [10⁻⁶/K] DIN 52328	Temperatura eksploatacji [°C]	Odporność chemiczna na działanie B ... odporne BB ... warunkowo odporne U ... nieodporne					Właściwości specjalne	Zastosowanie
										olejów mineralnych	benzyny	trichloroetylenu	rozcieńcz. kwasów	rozcieńcz. ługów		
20.2	Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem															
	PEEK - CF30	Poli-etero-eteroketon + 30% włókna węglowego	Victrex	1,44	224[2]	13000		4...38	-65...250	B	B	BB	B	B	Wysoka wytrzymałość mechaniczna, sztywność, bardzo wysoka temperatura eksploatacyjna, wysoka granica pełzania w wysokich temperaturach	Wysokowydajne tworzywo sztuczne; koła zębate, pompy, części sprężarek, uszczelki, zgarniaki, gniazda zaworów, łożyska ślizgowe (w technice medycznej)
	PTFE +25% Glas	Policzt-ero-fluoro-etylen		2,23	11[3]			92	-200...230	B	B	B	B	B	Duża wytrzymałość na ściskanie, duża odporność chemiczna, mały współczynnik tarcia i mała ścieralność	Uszczelki o dużej wytrzymałości na ściskanie, łożyska, gniazda zaworów, pierścienie tłokowe, pierścienie uszczelniające, pakunki tłoczysk
	PTFE +25% Kohle	Policzt-ero-fluoro-etylen		2,09	11[3]			95	-200...260	B	B	B	B	B	Odporność na ściskanie i ścieranie, odporność na środki chem., dobra przew. cieplna, właściwości antystatyczne	Pierścienie tłokowe, pierścienie prowadzące tłoki, łożyska, opakowania, pierścienie gniazd zaworów

2) Wytrzymałość na rozciąganie
3) Wytrzymałość na rozrywanie

1.2 Nazwy materiałów

Podział materiałów można przeprowadzić zgodnie z DIN w następujący sposób (*Tabela 1.3*):

Nazwy materiałów według składu chemicznego - DIN 17006



Oznaczenie żeliwa	
G-	odlew
GG-	żeliwo z grafitem płatkowym (również GGL-)
GGG	żeliwo z grafitem sferoidalnym
GH-	żeliwo utwardzone
GS-	staliwo
GT-	żeliwo ciągliwe ogólnie
GTS-	żeliwo ciągliwe czarne
GTW-	żeliwo ciągliwe białe

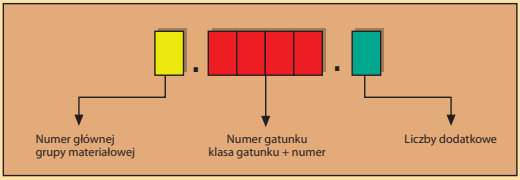
Stan po obróbce (wyciąg)			
A	odpuszczanie	HJ (HI)	powierzchnia hartowana indukcyjnie
B	najlepsza obrabialność		
E	utwardzanie dyfuzyjne	N	wyżarzanie normalne
F	min. wytrzymałość na rozciąganie	S	wyżarzanie odprężające
G	wyżarzanie zmiękcz.	U	bez obróbki
H	hartowanie	V	po ulepszeniu cieplnym

Informacja o składzie chemicznym	
C	stale niestopowe
Cf	stale do hartowania płomieniowego i indukcyjnego
Ck	niestopowe stale wysokiej jakości o małej zawartości P i S
Cm	niestopowe stale wysokiej jakości o dolnym i górnym ograniczeniu zawartości S
Cq	stale nadające się do obróbki plastycznej na zimno

Oznaczenie literowe stali wysokostopowych	
X	udział masy charakterystycznego składnika stopu > 5%

Stopnie jakości stali narzędziowej	
W1	jakość 1.
W2	jakość 2.
W3	jakość 3.
WS	jakość specjalna

Oznaczenia numerami materiałowymi według DIN 17007



Główne grupy materiałowe	
0	surówka i żelazostopy
1	stal
2	metale ciężkie (metale nieżelazne)
3	metale lekkie (metale nieżelazne)

Numer gatunku

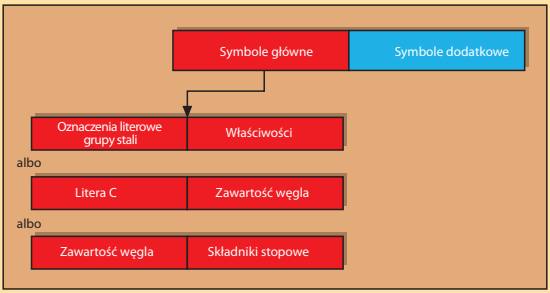
Klasy gatunków są podane w poniższych tabelach dla odpowiednich materiałów

Tabela 1.3 Nazwy materiałów i numery materiałowe

1.2.1 System oznaczenia stali i żeliw

Rozróżnia się systemy oznaczania stali i żeliw według skróconych nazw albo systemu numeracyjnego. Przegląd ich przedstawiono w poniższych *Tabelach 1.4* do *1.8*.

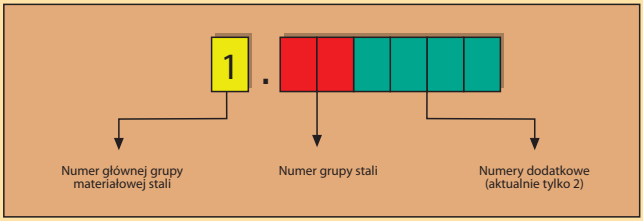
System oznaczeń skrótowych stali | **DIN EN 10027-1 DIN 17006-100**



Zastosowanie	Ozn. lit.	Właściwości	Symbol dodatkowy stali	
Stal na konstr. stalowe	**S**	min. granica plast. R_e w N/mm^2	Badania wykonywane przy próbie udarnościowej w różnych temperaturach (przykład: J2: 27J w -20°C)	
	Przykład: S 355 J2 (dotąd St 52)			
Stal do budowy maszyn	**E**	min. granica plast. R_e w N/mm^2	G	inne jakości (ew. z oznaczeniem cyfrowym)
	Przykład: E 355			
Zastosowanie	Ozn. lit.	Zawartość węgla	Symbol dodatkowy stali	
Stale niestopowe Zawartość Mn < 1%	**C**	100 x średnia zawartość C	E	ustalona maksymalna zawartość S
	poza stalami automatowymi		R	ustalony zakres zawartości S
	Przykład: C 35 E (dotąd Ck 35)		D	do wyrobu drutu ciągnionego
			C	o szczególnej przydatności do obróbki plastycznej na zimno
			S	na sprężyny
			U	na narzędzia
Zastosowanie	Ozn. lit.	Zawartość węgla	Pierwiastki stopowe	
Stale niestopowe Zawart. Mn < 1% **Stale stopowe** Zawartość poszczególnych pierwiastków stopowych < 5%	**bez**	100 x średnia zawartość C	Litery	informujące o charakterystycznych pierwiastkach stopowych, ustawione według zmniejszających się zawartości.
	Przykład: 28 Mn 6 (stal niestopowa) 42 CrMo 4 (stal stopowa)		Liczby	oddzielone myślnikiem, odpowiadające średniej, procentowej zawartości pierwiastków x współczynnik, ustawione w kolejności pierwiastków stopowych
	G...	= staliwo		
	Przykład: G 20 Mo 5		Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	współczynnik 4
			Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	współczynnik 10
			C, Ce, N, P, S	współczynnik 100
			B	współczynnik 1000
Stale stopowe co najmniej 1 pierwiastek stopowy ≥ 5%	**X**	100 x średnia zawartość C		
	Przykład: X 22 CrMoV 12-1			
	GX	= staliwo		
	Przykład: GX 7 CrNi Mo 12-1			
Zastosowanie	Ozn. lit..	Pierwiastki stopowe		
Stale szybkotnące	**HS**	liczby rozdzielone myślnikiem informują o procentowej zawartości pierwiastków stopowych w następującej kolejności: W-Mo-V-Co		
	Przykład: HS 7-4-2-5			

Tabela 1.4 System oznaczania stali nazwami skróconymi

Numerowy system oznaczenia stali	DIN EN 10027-2



Numery grup stali

Stale niestopowe		Stale stopowe	
00, 90	**Stale podstawowe**		**Stale jakościowe**
	Stale jakościowe	**08, 98**	Stale o specjalnych właściwościach fizycznych
01, 91	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia, Rm < 500 N/mm^2	**09, 99**	Stale do stosowania w różnych obszarach
02, 92	Inne stale konstrukcyjne, nie przewidziane do obróbki cieplnej, Rm < 500 N/mm^2		**Stale stopowe**
		20...28	Stale narzędziowe
03, 93	Stale o zawartości C < 0,12%, Rm < 400 N/ mm^2	**29**	rezerwa
04, 94	Stale o zawartości 0,12% ≤ C < 0,25% albo 400 N/mm^2 ≤ Rm < 500 N/mm^2	**30, 31**	rezerwa
		32	Stale szybkotnące z zawartością Co
05, 95	Stale o zawartości 0,25% ≤ C < 0,55% albo 500 N/mm^2 ≤ Rm < 700 N/mm^2	**33**	Stale szybkotnące bez zawartości Co
06, 96	Stale o zawartości C ≥ 0,55%, Rm ≥ 700 N/mm^2	**34**	rezerwa
07, 97	Stale o wyższej zawartości P albo S	**35**	Stale na łożyska toczne
	Stale stopowe	**36, 37**	Stale o specjalnych właściwościach magnetycznych
10	Stale o specjalnych właściwościach fizycznych	**38, 39**	Stale o specjalnych właściwościach fizycznych
11	Stale konstr. do wyrobu konstr. maszynowych i zbiorników, o zawartości C < 0,5%	**40...45**	Stale nierdzewne
12	Stale konstrukcyjne maszynowe o zawartości C ≥ 0,5%	**46**	Stopy niklu, odporne chemicznie i odporne na wysokie temperatury
13	Stale konstrukcyjne, do budowy maszyn i zbiorników, spełniające wymagania specjalne	**47, 48**	Stale żaroodporne
14	rezerwa	**49**	Materiały odporne na wysokie temperatury
15...18	Stale narzędziowe	**50...84**	Stale konstrukcyjne do wyrobu maszyn i zbiorników, według pierwiastków stopowych
19	rezerwa	**85**	Stale do azotowania
		86	rezerwa
		87...89	Określone stale nie do obróbki cieplnej, stale spawalne o wysokiej wytrzymałości

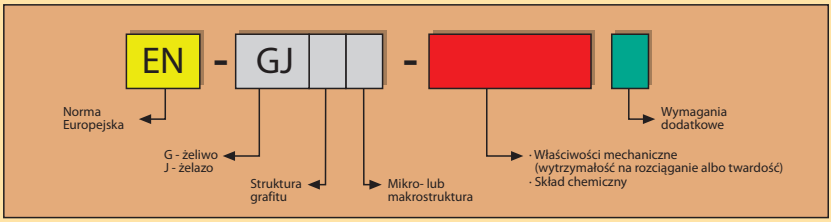
Tabela 1.5 Numerowy system oznaczenia stali

Przykłady oznaczeń stali

		Grupa materiałowa GARANT	(por. rozdz. Materiały, podrozdział 1.1)
1.0422	C 22	Stal do ulepszania cieplnego	3.0
1.3505	100 Cr 5	Stal konstrukcyjna na łożyska toczne	8.0
1.8515	31 CrMo 12	Stal do azotowania	7.1

Nazwy żeliw według DIN 17006 są podane w *Tabeli1.3*. W następnych *Tabelach 1.6* i *1.7* przedstawiono numerowy system oznaczania według Normy Europejskiej oraz system oznaczeń skrótowych. W *Tabeli 1.8* podano numerowy system oznaczenia dla żeliwa według DIN 17007.

System oznaczania żeliwa - oznaczenia skrótowe według Normy Europejskiej | **DIN EN 1560**



Struktura grafitu		Mikro- albo makrostruktura	
L	płatkowy	A	austenit
S	sferoidalny	F	ferryt
M	grafit wtórny	P	perlit
V	wermikularny (robaczkowy)	M	martenzyt
N	bez grafitu (utwardzone)	L	ledeburyt
Y	strukt. specjalna	Q	hartowana
		T	po ulepszaniu cieplnym
		B	wyżarzona bez odwęglenia *)
		W	wyżarzona po odwęgleniu
		*)	tylko do żeliwa ciągliwego

Wymagania dodatkowe	
D	odlew surowy
H	odlew obrobiony cieplnie
W	nadający się do spawania
Z	dodatkowo ustalone wymagania

Właściwości mechaniczne

– Informacja o wytrzymałości na rozciąganie i litera opisująca próbki:
S próbka odlana oddzielnie
U próbka odlana z odlewem
C próbka pobrana z odlewu
Dodatkowo, o ile konieczne:
– wartość wydłużenia w %
– wartość temperatury badania udarności

– Wartość **twardości**

np.: **EN-GJS-400-18S-RT**

Żeliwo z grafitem sferoidalnym, minimalna wytrzymałość na rozciąganie Rm = 400 N/mm^2, wydłużenie A = 18%, udarność w temperaturze pokojowej zmierzona na próbce odlanej oddzielnie

np.: **EN-GJS-HB 150**

Żeliwo z grafitem sferoidalnym, o tward. 150 HB

Skład chemiczny

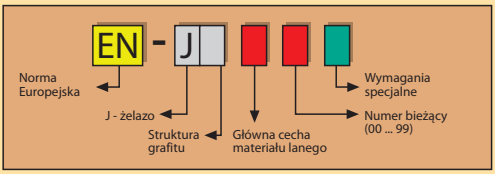
Litera X i informacja o istotnych pierwiastkach stopowych i ich zawartości w kolejności zmniejszającej się

np.: **EN-GJL-XNiMn 13-7**

Żeliwo stopowe z grafitem płatkowym, o zawartości 13% Ni i 7% Mn

Tabela 1.6 System oznaczeń skrótowych żeliwa

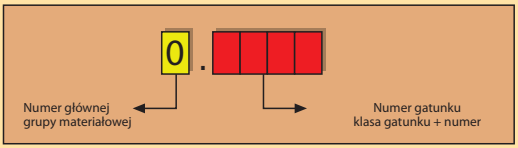
Numerowy system oznaczenia żeliwa według EN	DIN EN 1560



Cecha główna		Wymagania specjalne			
0	rezerwa	0	brak	5	udarność w niskich temp.
1	wytrzymałość na rozciąganie	1	próbka odlana oddzielnie	6	spawalność
2	twardość	2	próbka odlana z odlewem	7	odlew surowy
3	skład chemiczny	3	próbka pobrana z odlewu	8	odlew poddany obróbce cieplnej
4...9	rezerwa	4	udarność w temp. pokojowej	9	wymagania dodatkowe
np.: EN-JL 2 03 0		Odlew żeliwny z grafitem płatkowym, cecha główna: twardość, bez specjalnych wymagań (oznaczenie skrótowe materiału EN-GJL-HB 195)			

Tabela 1.7 Numerowy system oznaczenia żeliwa

Numerowy system oznaczenia żeliwa	DIN 17007



Klasa gatunku głównej grupy materiałowej 0			
00...09	surówka do produkcji stali	60...61	żeliwo z grafitem płatkowym, niestopowe
10...19	surówka do produkcji żeliwa	62...69	żeliwo z grafitem płatkowym, stopowe
20...29	surówka specjalna	70...71	żeliwo z grafitem sferoidalnym, niestopowe
30...49	stop przejściowy	72...79	żeliwo z grafitem sferoidalnym, stopowe
50...59	rezerwa	80...81	żeliwo ciągliwe niestopowe
		82	żeliwo ciągliwe stopowe
		83...89	żeliwo ciągliwe, rezerwa
		90...91	żeliwo specjalne, niestopowe
		92...99	żeliwo specjalne, stopowe

Tabela 1.8 Numerowy system oznaczeń żeliwa według DIN

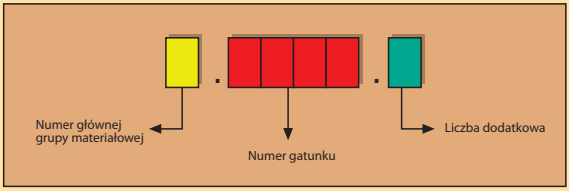
Przykłady oznaczeń żeliwa:

Norma Europejska		Dotąd		Grupa materiałowa GARANT (por. rozdz.1, podrozdz. 1.1)
Numer materiałowy	Nazwa skrócona	Numer materiałowy	Nazwa skrócona	
EN-JL 1020	EN-GJL-150	0.6015	GG 15	15.0
EN-JS 1030	EN-GJS- 400-15	0.7040	GGG-40	15.2
EN-JM 1180	EN-GJMB-650	0.8165	GTS-65	15.2
EN-JM 1030	EN-GJMW-400	0.8040	GTW-40	15.2

1.2.2 System oznaczenia materiałów nieżelaznych

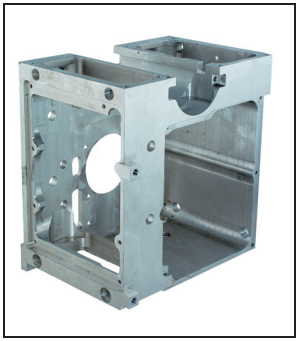
System oznaczenia materiałów nieżelaznych jest zbudowany analogicznie do systemu oznaczenia materiałów żelaznych. W *Tabelach 1.9* i *1.10* przedstawiono numerowe systemy oznaczenia.

Numerowy system oznaczenia metali nieżelaznych | **DIN 17007**



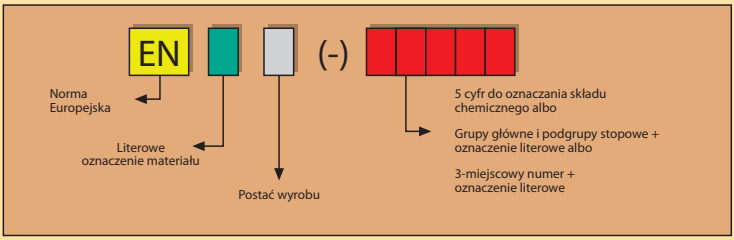
Numer głównej grupy materiałowej		Numery gatunków		Liczba dodatkowa	
2	Metale ciężkie	2.0000 ... 2.1799	Cu	0	bez obróbki cieplnej
		2.1800 ... 2.1999	rezerwa	1	miękki
		2.2000 ... 2.2499	Zn, Cd	2	umocniony zgniotem (utwardz. międzyoper.)
		2.2500 ... 2.2999	rezerwa	3	umocniony zgniotem ("twardy" ponad to)
		2.3000 ... 2.3499	Pb	4	wyżarzony zupełnie bez dodat. obróbki mech.
		2.3500 ... 2.3999	Sn	5	wyżarzony zupełnie, obrób. końc. na zimno
		2.4000 ... 2.4999	Ni, Co	6	utwardzony dyspersyjnie, obrób. końc. na zimno
		2.5000 ... 2.5999	metale szlachetne	7	utwardzony dyspersyjnie, bez. obróbki mech.
		2.6000 ... 2.6999	metale wysokotopliwe	8	odprężony, bez umocnienia zgniotem
		2.7000 ... 2.9999	rezerwa	9	obróbki specjalne
3	Metale lekkie	3.0000 ... 3.4999	Al		
		3.5000 ... 3.5999	Mg		
		3.6000 ... 3.6999	rezerwa		
		3.7000 ... 3.7999	Ti		
		3.8000 ... 3.9999	rezerwa		

Tabela 1.9 Numerowy system oznaczenia metali nieżelaznych według DIN



Rys. 1.1 Obudowa kamery termowizyjnej z metali lekkich

Numerowy system oznaczenia metali nieżelaznych według EU	DIN EN 573, DIN EN 1412, DIN EN 1754



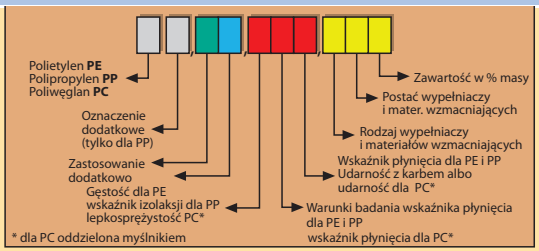
Oznaczenie literowe materiału (wyciąg)		Postać wyrobu	
A	aluminium	A	anody
M	magnez	B	kształt blokowy
Cu	miedź	C	materiał lany
		F	spoiwa i luty twarde
		M	stopy wstępne
		R	miedź rafinowana
		S	materiał w postaci złomu
		W	materiał do przeróbki plastycznej na zimno
		X	materiały nieznormalizowane

Tabela 1.10 Numerowy system oznaczenia metali nieżelaznych według EN

Przykłady oznaczeń żeliwa:				
Norma Europejska		Dotąd		Grupa materiałowa GARANT (porównaj rozdział 1, podrozdział 1.1)
Numer materiałowy	Nazwa skrócona	Nr materiałowy	Nazwa skrócona	
Aluminium i stopy aluminium				
EN AW–5754	EN AW-5754 [AlMg3]	3.3535	Al Mg 3	17.1
EN AC-43000	EN AC-43000 [AlSi10Mg]	3.2381.01	G-Al Si 10 Mg	17.2
EN AC-44200	EN AC-44200 [AlSi12]	3.2581	Al Si 12	17.2
Magnez i stopy magnezu				
EN MC 21110	EN-MC Mg Al 8 Zn 1	3.5812.01	G-Mg Al 8 Zn 1	17.0
Miedź i stopy Cu				
CC 491 K	CuSu5ZnPb5-C	2.1020	G-CuSu5ZnPb	18.0
CC 750 S	CuZn33Pb2-C	2.0290.1	G-CuZn33Pb	18.2
CC 495 K	CuSn10Pb10-C	2.1176.01	G-CuPb10Sn	18.3

1.2.3 Oznaczenie tłoczyw termoplastycznych

Oznaczenie tłoczyw termoplastycznych — **Polietylen (PE)** DIN 16 776-1: 1984-12; **Polipropylen (PP)** DIN 16 774-1: 1984-12; **Poliwęglan (PC)** DIN 7744-1: 1986-07



Zastosowanie	
B	formy rozdmuchiwane
C	kalandrowanie
D	prod. płyt dźwiękowych
E	wytłaczanie (rury)
F	wytłaczanie (folie)
G	zastosowanie ogólne
H	powłoka
K	izolacja kabli i żył
L	wytł. jednowłókienkowe
M	formowanie wtryskowe
Q	prasowanie
R	formowanie rotacyjne
S	spiekanie proszkowe
T	produkcja taśm
X	brak danych
Y	produkcja włókien

Dodatki	
A	stabilizator technolog.
B	środek antyblokowy
C	barwnik
D	proszek
E	środek porotwórczy
F	środek ogniochronny
G	granulat
H	stabilizator zabezp. przed starzeniem ciepl.
K	dezaktywator metali
L	stabilizator świetlny
N	barwy naturalne
P	udarność, modyfikator
R	środek ułatw. rozformow.
S	smar, środek antyadh.
T	zwiększ. przezroczystość
W	stabilizator hydrolizy
X	do usieciowania
Y	zwiększ. przew. elektr.
Z	środek antystatyczny

Gęstość w g/cm³ dla PE		
Ozn. Liczb.	powyżej	do
15		0,917
20	0,917	0,922
25	0,922	0,927
30	0,927	0,932
35	0,932	0,937
40	0,937	0,942
45	0,942	0,947
50	0,947	0,952
55	0,952	0,957
60	0,957	0,962
65	0,962	

Wypełniacz i materiał wzmacniający dla PE i PP			
Rodzaj		Postać	
A	azbest	B	kulki
B	bor	D	proszek
C	węgiel	F	włókna
G	szkło	G	mat. zmielony
K	kreda ($CaCO_3$)	H	wiskersy (monokryształy włókniste)
L	celuloza	S	płatki
M	subst.min., metal	X	nie wyszcz.
S	mat. synt-organ.	Z	inne
T	talk		
W	drewno		
X	nie wyszczególn.		
Z	inne		

Oznaczenie dodatkowe dla PP	
H	homopolimery polipropylenu
B	termoplastyczne kopolimery blokowe
R	termoplastyczne kopolimery statyczne
Q	mieszanka grup H, B, R

Wskaźnik izotaksji dla PP	
Ozn. Liczb	Zawartość w % masy
95	>90 ... 100
85	>80 ... 90
75	>70 ... 80
65	>60 ... 70
55	>50 ... 60

Wskaźnik lepkości dla PC w cm³/g		
Ozn. Liczb.	powyżej	do
46		46
49	46	52
50	52	58
61	58	64
67	64	70
70	70	

Wypełniacze dla PC											
Zawartość w % masy											
Ozn. Liczb.	pow.	do	Ozn. Liczb.	pow.	do	Ozn. Liczb.	pow.	do	Ozn. Liczb.	pow	do
5		7,5	40	37,5	42,5	75	72,5	77,5			
10	7,5	12,5	45	42,5	47,5						
15	12,5	17,5	50	47,5	52,5	80	77,5	82,5			
20	17,5	22,5	55	52,5	57,5						
25	22,5	27,5	60	57,5	62,5	85	82,5	87,5			
30	27,5	32,5	65	62,5	67,5						
35	32,5	37,5	70	67,5	72,5	90	87,5				

Udarność a_n w kJ/m²		
	a_n	
Ozn.	powyżej	do
A0		10
A1	10	30
A3	30	50
A5	50	70
A7	70	90
A9	90	

Udarność z karbem a_k w kJ/m²		
	a_k	
Ozn.	powyżej	do
B0		8
B1	8	16
B3	16	24
B5	24	32
B7	32	40
B9	40	

Wskaźnik płynięcia w g/10 min					
dla PE, PP			dla PC		
Ozn. Liczb.	powyżej	do	Ozn. Liczb.	pow.	do
000		0,1	03		3
001	0,1	0,2	05	3	6
003	0,2	0,4	09	6	12
006	0,4	0,8	18	12	24
012	0,8	1,5	24	24	
022	1,5	3,0			
045	3,0	6,0			
090	6,0	12			
200	12	25			
400	25	50			
700	50				

Wskaźnik płynięcia - warunki badania	
Wskaźnik płynięcia MFI określa ilość masy, która została wyciśnięta w ustalonych warunkach przez dyszę.	
D	190 °C / 2,16 kg
T	190 °C / 5 kg
G	190 °C / 21,6 kg
M	230 °C / 2,16 kg
-	300 °C / 1,2 kg

Oznaczenie tłoczywa do wytłaczania folii z zastosowaniem środka antyadhezyjnego, o gęstości 0,981 g/cm³ i z wskaźnikiem płynięcia MFI w 190°C/216 kg, wynoszącego 4,2 g/10 min
Tłoczywa termoplastyczne DIN 16776-PE, FS, 20 D 045

Tabela 1.11 Oznaczenia tłoczyw termoplastycznych mas formierskich

2 Stopy żelaza

Stopy żelaza i węgla o zawartości węgla **do 2%** są określane jako **stale**; stopy zawierające **powyżej 2%** węgla są określane jako **żeliwa**.

Żeliwo, z wyjątkiem kilku stopów odlewniczych i żeliwa z grafitem sferoidalnym, posiada umiarkowaną wytrzymałość na rozciąganie. Natomiast stal jest ciągliwa, zawsze nadaje się do obróbki plastycznej na gorąco, a przy małej zawartości węgla również do obróbki plastycznej na zimno. Dzięki obróbce cieplnej (hartowanie i ulepszanie cieplne) można znacznie zwiększyć wytrzymałość stali, jednak wtedy zmniejsza się istotnie zdatność do obróbki plastycznej.

2.1 Stale

2.1.1 Podział stali

Stale dzieli się na grupy, według ich pierwiastków stopowych, składników struktury i właściwości mechanicznych.

W zależności od **zawartości składników stopowych** stale dzielą się na:

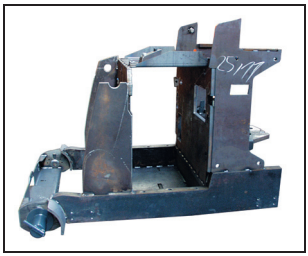
- stale niestopowe
- stale niskostopowe (zawartość każdego pierwiastka stopowego < 5%),
- stale wysokostopowe (min. zawartość jednego z pierwiastków stopowych wynosi 5%).

Stale niestopowe dzielą się na stale nie przeznaczone do obróbki cieplnej i na stale przeznaczone do obróbki cieplnej.

Stale niskostopowe mają zasadniczo podobne właściwości jak stale niestopowe. Z technicznego punktu widzenia istotna jest zwiększona hartowność, jak również większa żarowytrzymałość i odporność na odpuszczanie.

Stale wysokostopowe zapewniają osiągnięcie specjalnych właściwości.

Żaroodporność albo specjalne właściwości fizyczne można osiągnąć tylko przez zastosowanie stali wysokostopowych.

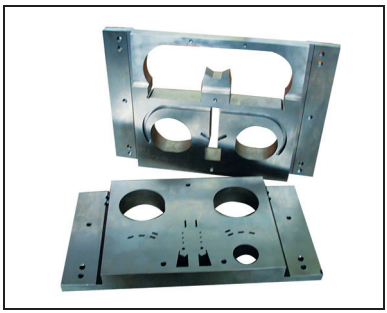


Rys. 1.2 Układarka

Często dla użytkownika sensowne jest oznaczenie, z którego mogą wynikać inne ważne właściwości. Dlatego, zgodnie z wymaganiami praktyki, stale dzieli się według dziedzin zastosowania i przeznaczenia na:

- stale automatowe,
- stale do nawęglania,
- stale do ulepszania cieplnego,
- stale do azotowania,
- stale narzędziowe,
- stale nierdzewne i kwasoodporne.

W części 1. niniejszego rozdziału dokonano podziału stali na grupy materiałowe i podano ich właściwości oraz obszary zastosowania w tabeli.



Rys. 1.3 Tłocznik

2.1.2 Wpływ na skrawalność stali

Skrawalność obrabianego materiału należy zawsze oceniać w połączeniu z zastosowaną technologią obróbki, materiałem narzędzia skrawającego oraz parametrami skrawania. Skrawalność stali jest określona przez strukturę oraz właściwości mechaniczne (twardość, wytrzymałość).

2.1.2.1 Skrawalność w zależności od zawartości węgla

Stale węglowe (niestopowe stale jakościowe) o zawartości węgla **C < 0,8%** są określane jako podeutektoidalne (co wynika z wykresu żelazo - węgiel - patrz także *Rys.1.5*).
Istotnymi składnikami struktury są **perlit** (mieszanka ferrytu i cementytu, wysoka twardość) i **ferryt** (niewielka twardość, duża odkształcalność).

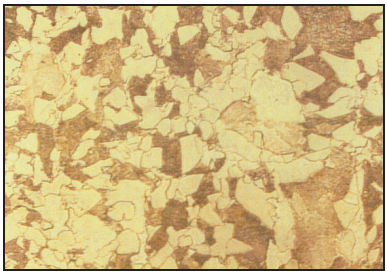
Przy skrawaniu **ferryt** stwarza duże trudności wskutek:

- dużej skłonności do sklejania się z narzędziem i tworzenia narostów na ostrzach,
- wytwarzania niepożądanych wiórów wstęgowych i skłębionych (duża zdolność do odkształcania),
- złej jakości powierzchni i tworzenia zadziorów na obrabianych przedmiotach.

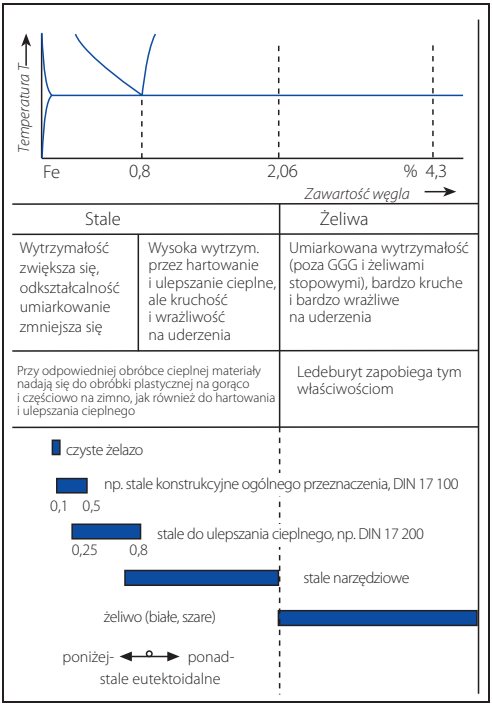
Natomiast **perlit** powoduje przy skrawaniu trudności wynikające z:

- silnego zużycia ściernego,
- dużych sił skrawania.

Skrawalność stali o zawartości węgla **C < 0,25%** zależy w istocie od wyżej wymienionych właściwości **ferrytu**. Przy małych prędkościach skrawania tworzą się na ostrzach narosty. Zużycie narzędzia, jak również temperatura skrawania, powoli zwiększają się wraz ze wzrostem prędkości skrawania. Z tego względu należy wybierać narzędzia z możliwie dodatnim kątem natarcia ostrza.



Rys. 1.4 Struktura ferrytyczno-perlityczna (ferryt jasny).



Rys. 1.5
Schematyczny podział stopów żelaza i węgla

W przypadku stali węglowych o zawartości węgla w przedziale **0,25% < C < 0,4%** skrawalność zależy od właściwości **perlitu** to znaczy:

- zdolność do klejenia zmniejsza się i tym samym zmniejsza się tworzenie narostów na ostrzach,
- wskutek większego obciążenia strefy kontaktu zwiększa się temperatura skrawania i tym samym zużycie narzędzia,
- struktura wpływa korzystnie na jakość powierzchni, tworzenie się i kształt wiórów.

Dalszy wzrost zawartości węgla (**0,4% < C < 0,8%**) powoduje **wzrost zawartości perlitu** aż do zawartości 0,8% C przy której występuje wyłącznie perlit.

Dobrą skrawalność wykazują stale węglowe o zawartości **około 0,25% C**.

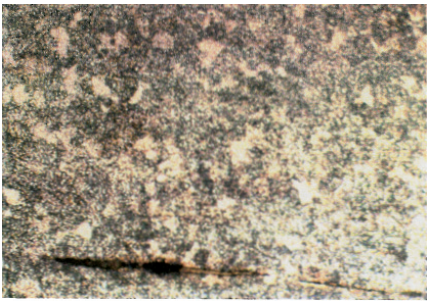
Rys. 1.5 przedstawia schematycznie podział stopów żelaza i węgla oraz ich właściwości.

2.1.2.2 Wpływ pierwiastków stopowych na skrawalność

Poniżej opisano wpływ kilku ważnych pierwiastków stopowych na skrawalność stali.

- **Chrom i molibden** poprawiają hartowność stali i tym samym wpływają, w przypadku stali do nawęglania i ulepszania cieplnego, na skrawalność przez zmianę struktury i wytrzymałości. W przypadku stali o wyższej zawartości węgla lub pierwiastków stopowych, pierwiastki te tworzą szczególnie twarde i złożone węgliki stopowe, które mogą pogarszać skrawalność. To samo dotyczy **wolframu**.
- **Nikiel** również wpływa na wytrzymałość stali i powoduje zwiększenie odporności na obciążenia dynamiczne. Generalnie prowadzi to do pogorszenia skrawalności, szczególnie w przypadku austenitycznych stali niklowych (zwłaszcza o wysokiej zawartości Ni).
- **Krzem** tworzy, np. w połączeniu z aluminium, twarde wtrącenia tlenków krzemu (krzemiany). Może to powodować zwiększone zużycie narzędzi.
- Dodatek **fosforu** do stopu powoduje powstawanie krótkich wiórów. Przy zawartościach do 0,1%, fosfor wywiera korzystny wpływ na skrawalność. Przy zwiększonej zawartości P uzyskuje się lepszą jakość powierzchni, ale następuje zwiększone zużycie narzędzi.

- **Tytan i wanad** mogą już przy małej zawartości spowodować znaczny wzrost wytrzymałości. Ze względu na znaczne zmniejszenie ziarna, należy oczekiwać pogorszenia warunków w zakresie sił skrawania i tworzenia się wiórów.
- **Siarka** rozpuszcza się w żelazie tylko w niewielkim stopniu, jednak w zależności od składników stopu tworzy w stali stabilne siarczki. Siarczki manganu MnS (prównaj *Rys. 1.6*) są pożądane, ponieważ mają korzystny wpływ na skrawalność (krótkie wióry, mniejsze tworzenie się narostów na ostrzach, lepsza jakość powierzchni obrabianych przedmiotów).



Rys. 1.6 Wtrącenia siarczków manganu

- **Mangan** poprawia hartowność i zwiększa wytrzymałość stali. Ze względu na duże powinowactwo do siarki, mangan tworzy z siarką siarczki. Zawartość manganu do 1,5%, dzięki korzystnemu kształtowaniu się wiórów polepsza skrawalność stali o niskiej zawartości węgla. Przy wyższej zawartości węgla wpływa jednak niekorzystnie na skrawalność, ze względu na większe zużycie narzędzi.
- **Ołów** posiada względnie niską temperaturę topnienia i występuje w żelazie w postaci wtrąceń submikroskopowych. Przy skrawaniu, pomiędzy narzędziem a materiałem obrabianego przedmiotu tworzy się ochronna warstwa ołowiu, co zmniejsza zużycie narzędzi i jednostkowe siły skrawania. Powstają krótkie wióry.

2.1.2.3 Wpływ obróbki cieplnej na skrawalność

Przez odpowiednią obróbkę cieplną można w taki sposób wpływać na strukturę, aby oprócz zmiany właściwości mechanicznych, można było również dostosować skrawalność do istniejących wymagań.

W poniższej *Tabeli 1.12* przedstawiono wpływ różnych metod obróbki cieplnej na skrawalność stali, w odniesieniu do zużycia narzędzi i tworzenia wiórów.

Metoda obróbki cieplnej	Wpływ na strukturę	Skrawalność
Wyżarzanie normalizujące	Równomierna i drobnoziarnista struktura uzyskana przez przekrystalizowanie	W zależności od zawartości węgla w stali (por. rozdział 2.1.2.1): ferryt - tworzenie niekorzystnych wiórów, niewielkie zużycie perlit - korzystniejsze tworzenie wiórów, większe zużycie
Wyżarzanie przegrzewające (gruboziarniste)	Struktura gruboziarnista, ograniczenia wskutek pogorszenia właściwości wytrzymałościowych	Względnie małe zużycie narzędzi, dobre tworzenie wiórów, dobra jakość powierzchni
Wyżarzanie zmiękczające	Perlit o dużej zawartości ferrytu i cementytu globularnego (miękki, łatwo odkształcalny)	Niewielkie zużycie narzędzi, pogorszenie tworzenia się wiórów wraz ze wzrostem zawartości ferrytu w strukturze
Hartowanie	Martenzyt	Duże, ścierne zużycie narzędzi przy zastosowaniu konwencjonalnych materiałów na narzędzia skrawające, korzystne tworzenie wiórów

Tabela 1.12 Skrawalność w zależności od obróbki cieplnej



Rys. 1.7 Widoki struktury stali C60 po różnych rodzajach obróbki cieplnej

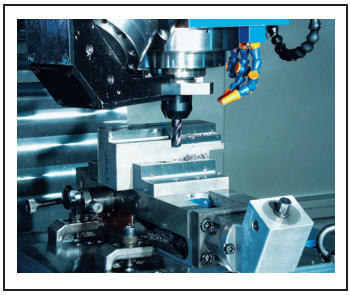
2.1.3 Skrawalność różnych stali

Rodzaj stali	Cechy szczególne	Skrawalność	Wynik
Stal automatowa np.: 9 S Mn 28 9 S MnPb 28 35 S 20 45 S 20	Główne pierwiastki stopowe: Pb, P, S, Mn w połączeniu z siarką tworzą pożądany siarczek manganu MnS	Wzrost trwałości zależny od prędkości skrawania, możliwy zwłaszcza dzięki dodatkowi Pb (50% do 70%) [2]. Możliwość zmniejszenia sił skrawania w zakresie do 50%	Krótkie wióry. Wysoka jakość powierzchni obrabianych przedmiotów. Mniejsza skłonność do tworzenia narostów na ostrzach. Mniejsze zużycie narzędzi
Stal do nawęglania np.: Ck 15 16 MnCr 5 20 MoCr 4 18 CrNi 8	Niestopowe stale konstr., stale jakościowe i szlachetne oraz stopowe stale szlachetne o zawartości węgla C < 0,2%	Duże prędk. skrawania w celu zmniejszenia narostów na ostrzach, zwłaszcza przy użyciu ostrzy z węglików spiekanych. Zmniejszenie posuwu. Odpowiednia geometria narzędzi (dodatni kąt natarcia ostrza)	Dobra jakość powierzchni
	Tward. po nawęgl.: nawęgl. warstwy brzegowej do 0,6 - 0,9% C (twardość do 60 HRC)	Obróbka wykańcz. z zastos. stopów twardych drobnoziarnistych, spieków ceramicznych oraz mat. na narzędzia skrawające zawierających kryształy azotku boru (CBN)	Dobre łamanie wiórów Bardzo wysoka jakość powierzchni
Stale do ulepszania cieplnego np.: Ck 45 42 CrMo 4 30 CrMoV 9 36 CrNiMo 4	Zawartość węgla 0,2% < C < 0,6% Główne pierwiastki stopowe: chrom Cr nikiel Ni wanad V molibden Mo krzem Si mangan Mn	Skrawalność zależy głównie od odpowiednich pierwiastków stopowych i obróbki cieplnej. Ulepszanie cieplne najczęściej po obróbce zgrubnej, a przed obróbką wykańczającą lub gładkościową. Mniejsze prędkości skrawania wraz ze wzrostem zawart. węgla (zawartość perlitu)	
		Obróbka zgrubna najczęściej po wyżarzaniu normalizującym obrabianego przedmiotu, ze względu na dużą ilość zbieranego materiału	Bardzo dobra skrawalność Małe zużycie narzędzi
		Obróbka wykańczająca z niewielkimi prędkościami skrawania, głównie z zastosowaniem narzędzi z węglikami spiekanymi grupy P (stal szybkotnąca HSS tylko do wiercenia i gwintowania). Zastosowanie spieków ceramicznych i materiałów na narzędzia skrawające zawierających kryształy azotku boru tylko przy twardościach większych od 45 HRC (patrz obróbka stali do nawęglania za pomocą materiałów twardych)	Małe zużycie narzędzi

Tabela 1.13 Skrawalność różnych gatunków stali

Tabela 1.13 Skrawalność różnych gatunków stali - ciąg dalszy

Rodzaj stali	Cechy szczególne	Skrawalność	Wynik
Stale do azotowania np.: 34 CrAlNi 7 31 CrMo 12 34 CrAlS	Zawartość węgla 0,2% < C < 0,45% Główne pierwiastki stopowe: Cr, Mo, Al, V Duża twardość powierzchni obrabianych przedmiotów wskutek obecności kruchych azotków metali	Ze względu na bardzo wysoką twardość powierzchni obrabianego materiału, obróbkę skrawaniem wykonuje się *przed azotowaniem*	
		Materiał wyjściowy ulepszony cieplnie: mniejsze prędkości skrawania	Akceptowalne zużycie narzędzi
		Materiał wyjściowy nie poddany obróbce cieplnej	Niekorzystne odprowadzanie wiórów. Tworzenie się zadziorów
		Zawartość Ni > 1%	Zła skrawalność
		Dodatek siarki S	Dobra skrawalność
Stale narzędziowe np.: C 45 C 60	Zawartość węgla < 0,9% w niestopowych stalach narzędziowych	Zastosowanie węglików spiekanych, zawierających tytan i węgliki tytanu (P 20)	Zwiększona skłonność do klejenia się. Tworzenie się narostów na ostrzach. Względnie zła skrawalność. Niewłaściwe i chropowate powierzchnie
		Ulepszanie cieplne stali narzędziowej	Poprawa skrawalności
Stale nierdzewne i żaroodporne np.: X5CrNiNb18-10	Zawartość chromu > 12%	Stale przeważnie ferrytyczne	Dobra skrawalność
	Dodatkowa zawartość niklu 10-13%	Stale austenityczne: mniejsze prędkości skrawania, względnie duże posuwy, w celu zmniejszenia liczby przejść	Trudnoskrawalne Duża skłonność do klejenia się. Tworzenie się narostów na ostrzach. Skłonność do umocnienia zgniotem



Rys. 1.8 Frezowanie stali do ulepszania cieplnego

W celu oceny skrawalności stali nierdzewnych (grupy materiałowe GARANT 13 i 14, tabele 1.1 i 1.2) można wykorzystać podany poniżej współczynnik PRE (**P**itting **R**estistence **E**quivalent), który opisuje odporność stali nierdzewnych na tak zwaną korozję wżerową (ang. Pitting).

Współczynnik PRE = % Cr + 3,3 · % Mo + 30 · % N

Cr ... chrom
Mo ... molibden (równ. 1.1)
N ... azot
% ... procentowa zawartość pierwiastków

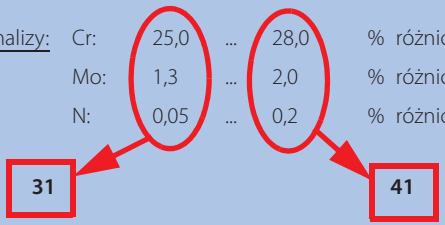
Skrawalność, zwłaszcza przy toczeniu stali nierdzewnych, ocenia się wg niżej podanych zakresów:

Zakres PRE	Ocena skrawalności	Przykłady materiałów	
		Oznaczenie materiałowe	Grupa mat. GARANT
PRE < 16	dobra	X6Cr13 (1.4000) X10Cr13 (1.4006) X30Cr13 (1.4028)	13.1 13.2 13.3
16 < PRE < 22	średnia	X5CrNi 18 10 (1.4301)	13.1
22 < PRE < 34	trudna	X6CrNiMoTi 17 12 2 (1.4571)	13.1
PRE > 35	bardzo trudna	X 8CrNiMo 27 5 (1.4460)	13.3

Tabela 1.14 Współczynnik PRE do oceny skrawalności stali nierdzewnych

Przykład obliczania współczynnika PRE

Materiał: X 8 Cr Ni Mo 27 5 (1.4460, grupa materiałowa GARANT 13.3)



Współczynnik PRE = (25,0+Δ Cr)% + 3,3 · (1,3+ΔMo)% + 30 · (0,05+ΔN)%
= 26,5% + 3,3 · 1,65% + 30 · 0,125%

Współczynnik PRE = 35,7

W *Tabeli 1.15* przedstawiono przykład przeglądu możliwych do zastosowania parametrów skrawania przy toczeniu stali

Prędkość skrawania[1] / Rodzaj materiału	240 m/min do 400 m/min	180 m/min do 320 m/min	130 m/min do 250 m/min	120 m/min do 220 m/min	110 m/min do 190 m/min
Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	–	do 0,2% C np. St52-3[2]	Powyżej 0,2% C np. St52-1[2]		
Stal automatowa nie poddana obróbce cieplnej	Stale nie przeznaczone do obrób. cieplnej, np. 9 S Mn 28	–	–	–	–
Stal automatowa ulepszona cieplnie	–	do 0,45% C np. 35 S 20 V	Powyżej 0,45% C np. 60 S 20 V	–	–
Stal niestopowa do nawęglania	Obróbka cieplna dla uzyskania struktury ferrytyczno-perlitycznej (BG) np. Ck15 BG	–	–	–	–
Stal stopowa do nawęglania	–	Po obróbce dla uzyskania struktury ferrytyczno-perlitycznej (BG) np. 16MnCr5 BG	Poddana obróbce pod kątem wytrzymałości (BF) np. 16CrNiMo6 BF	–	–
	–	–	bez obróbki[3] np. 16MnCr5 U	Nie poddana obróbce[3] np. 17CrNiMo6 U	–
Stal niestopowa do ulepszania cieplnego, wyżarzona zmiękczająco (G)	–	do 0,4% C np. Cf 35 G	Powyżej 0,4% C np. Cf 53 G, Ck60 G	Powyżej 0,6% C np. Cf 70 G	–
Stal niestopowa do ulepszania cieplnego, wyżarzona normalizująco (N)	–	do 0,45% C np. Ck 45 N	Powyżej 0,45% do 0,55%C np. Cf 53 N, Ck55 N	Powyżej 0,55% C np. Ck 60 N	–
Stal niestopowa do ulepszania cieplnego, ulepszona cieplnie (V)	–	–	do 0,45% C albo do 800 N/mm^2 np. Ck 35 V, Cf 45 V	Powyżej 0,45% do 0,6%C albo powyżej 800 N/mm^2 np. Ck 55 V	–
Stal stopowa do ulepszania cieplnego, wyżarzona zmiękczająco (G) albo poddana obróbce pod kątem polepszenia obrabialności (B)	–	do 0,3% C albo do 200 HB np. 25 CrMo4 B	do 0,4% C albo powyżej 200 do 230 HB np. 24 CrMo5 B	Powyżej 0,4% C albo powyżej 230 HB np. 24CrNiMo6 B, 50 CrMo4 G	–
Stal stopowa do ulepszania cieplnego, ulepszanie cieplnie (V)	–	–	do 0,4% C albo powyżej 700 do 800 N/mm^2 np. 34 Cr4 V	do 0,5% C albo powyżej 800 -1000 N/mm^2 np. 42 CrMo4 V	powyżej 1000 N/mm^2 np. 50 CrV4 V, 30 CrNiMo8 V

1) Prędkości skrawania przy stosowaniu nie powlekanych narzędzi z węglików spiekanych
2) Możliwa jest zróżnicowana skrawalność, wskutek znacznego rozrzutu
3) Zróżnicowana skrawalność, w zależności od zawartości określonych składników w strukturze
[N/mm^2] informacja o wytrzymałości na rozciąganie
[HB] informacja o twardości materiału

Tabela 1.15 Stosowane prędkości skrawania stali

2.2 Żeliwa

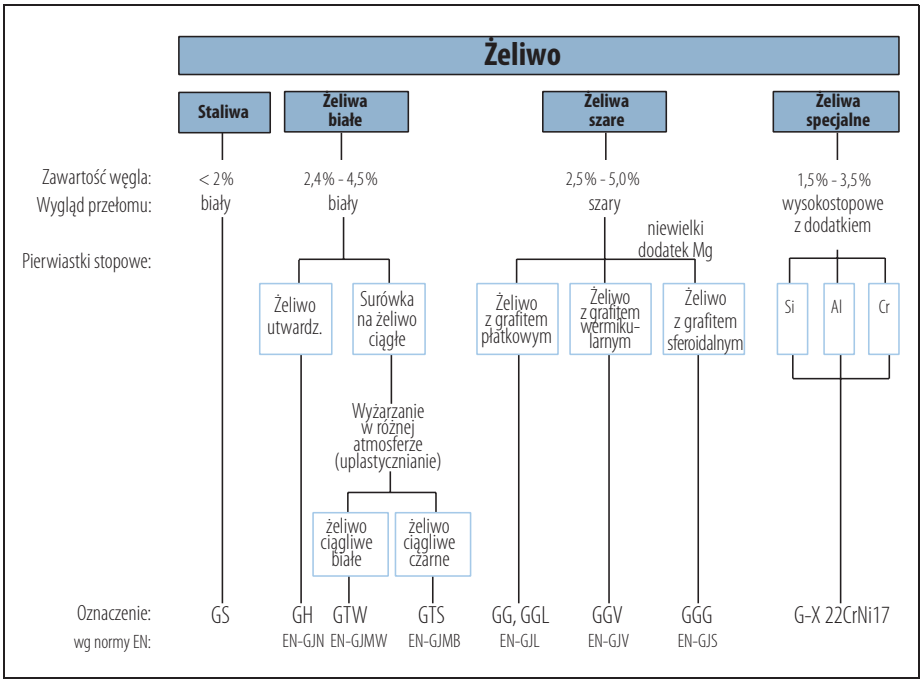
2.2.1 Podział żeliw

Żeliwami określane są stopy żelaza i węgla o zawartości **C > 2%** (najczęściej do 4% - porównaj *Rys. 1.5*). Pierwiastkami stopowymi są najczęściej krzem, mangan, fosfor i siarka. Odporność na korozję i wytrzymałość cieplną można poprawić przez dodatek niklu, chromu, molibdenu i miedzi. Dodatki stopowe w materiałach lanych wpływają na skrawalność, o ile działają jako składniki węglikotwórcze lub wpływają na wytrzymałość lub twardość. Na *Rys. 1.9* przedstawiono zasadniczy podział żeliw.

Podział żeliw według normy EN jest podany w *Tabeli 1.6* (część 1.2).

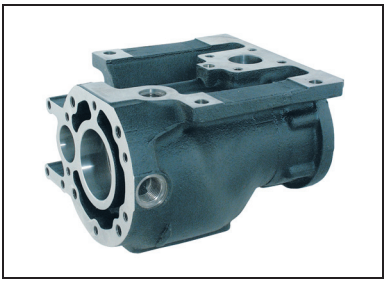
Staliwo jest stalą odlewaną w formach, która później poddawana jest skrawaniu tylko w celu kształtowania. Ze względu na dobrą odporność na obciążenia dynamiczne, staliwo stosowane jest wszędzie tam, gdzie oprócz obciążeń zmiennych występują również obciążenia udarowe.

Żeliwo utwardzone posiada kruchą strukturę i nie osiąga wysokiej wytrzymałości na rozciąganie jak staliwo. Żeliwo białe na wskroś (zastygłe na biało w całym przekroju) jest stosowane w budowie maszyn tylko w niewielkim stopniu i prawie wyłącznie w stanie nie poddanym obróbce.



Rys. 1.9 Podział żeliw

Istotnie większe znaczenie ma żeliwo zabielone (poddane ochłodzeniu powodującemu zastygnięcie na biało jedynie warstwy brzegowej), o twardej i odpornej na ścieranie powierzchni i zwiększonej ciągliwości rdzenia. Przykładami zastosowań są np. walce, wały krzywkowe, stemple itp.



Rys. 1.10 Sprężarka śrubowa

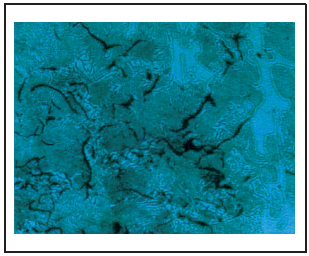
Żeliwo ciągliwe, zwane również żeliwem kowalnym, uzyskuje swoje charakterystyczne właściwości dopiero przez wyżarzanie (uplastycznianie). W zależności od obróbki cieplnej powstaje żeliwo **czarne** albo **białe.** Pod względem wytrzymałości żeliwo ciągliwe zajmuje pośrednią pozycję pomiędzy żeliwem szarym i staliwem. Skrawalność żeliwa ciągliwego białego jest zależna od grubości ścianek. Części grubościenne są trudnoskrawalne, ze względu na zwiększoną zawartość perlitu, w porównaniu z częściami cienkościennymi (warstwa odwęglona ma na ogół grubość 7 mm). Dlatego żeliwo ciągliwe białe jest stosowane przeważnie na części cienkościenne. W przeciwieństwie do żeliwa ciągliwego białego, żeliwo ciągliwe czarne posiada jednolitą strukturę w całym przekroju odlewu, składającą się z ferrytu i wtrąceń grafitu wtórnego. Żeliwo ciągliwe czarne jest więc na ogół łatwiej skrawalne niż białe. Stosuje się je przede wszystkim na elementy grubościenne, które są później poddawane obróbce skrawaniem.

Różne **typy żeliwa szarego** różnią się w istocie kształtem występującego w nich grafitu. Żeliwo z **grafitem płatkowym** (zwane żeliwem szarym oznaczane GG) posiada właściwość doskonałego tłumienia, jednak nie ma takiej wytrzymałości jak żeliwo białe. Nawet najmniejsze zmiany struktury powodują znaczne wahania trwałości narzędzi. Żeliwa z **grafitem sferoidalnym** (zwane żeliwem sferoidalnym, oznaczane GGG) posiadają mniejszą zdolność tłumienia (mniej więcej dwukrotnie), jednak są względnie łatwo skrawalne. Żeliwa z **grafitem wermikularnym** (oznaczane GGV) są materiałem opracowanym niedawno, który łączy w sobie zalety GG i GGG. Znajduje się ono więc pod tym względem pomiędzy żeliwem szarym i żeliwem sferoidalnym. Struktura GGV rozrasta się w formie odnóg z płatka i zawiera nie więcej niż 20% kulek grafitu. Zastosowania jego należy spodziewać się zwłaszcza w budowie silników wysokoprężnych. Jednak żeliwo to dotąd jeszcze stwarza problemy, ze względu na swoją skrawalność.

2.2.2 Skrawalność żeliw

Skrawalność żeliw zależy w znacznym stopniu od ilości i postaci znajdującego się w nich grafitu.

Wtrącenia grafitu w żeliwie redukują z jednej strony tarcie pomiędzy narzędziem a obrabianym materiałem, a z drugiej strony przerywają podstawową strukturę metalu. Dzięki temu, w porównaniu ze stalą, posiadają lepszą skrawalność, charakteryzującą się krótkimi wiórami, mniejszymi siłami skrawania i większą trwałością narzędzi.



Rys. 1.11 Struktura żeliwa szarego z grafitem płatkowym

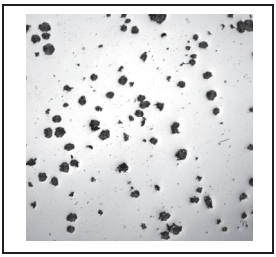
Przy skrawaniu **żeliwa utwardzonego** (żeliwo białe) ostrze narzędzia jest silnie obciążone, ze względu na dużą zawartość cementytu w strukturze obrabianego materiału. W celu osiągnięcia ekonomicznej trwałości należy zmniejszać prędkość skrawania wraz ze wzrostem twardości obrabianego materiału. Zmniejszenie grubości skrawanej warstwy powoduje przy tym mniejsze obciążenie ostrzy narzędzia. Zastosowanie spieków ceramicznych pozwala na 3-, 4-krotne zwiększenie prędkości skrawania w porównaniu ze stopami twardymi.

Ze względu na dobrą plastyczność **różnych gatunków żeliwa ciągliwego**, przy skrawaniu dochodzi do tworzenia się niepożądanych wiórów wstęgowych. Grafit wtórny i znajdujące się w podstawowej strukturze tlenki manganu powodują jednak lepsze łamanie wióra i tym samym polepszenie skrawalności. Ze względu na różną strukturę, żeliwo ciągliwe szare jest wyraźnie lepiej skrawalne przy tej samej twardości materiału, niż żeliwo ciągliwe białe.

W przypadku **żeliwa z grafitem płatkowym** (porównaj *Rys. 1.11*) podobna do stali podstawowa struktura jest przerwana przez płatki grafitu, które podczas skrawania powodują powstawanie wiórów odrywanych i schodkowych. Dzięki temu powstają zawsze wióry krótkie (najczęściej odpryskowe). Tym samym zapobiega się nadmiernemu zużyciu powierzchni przyłożenia. Oprócz tego stwierdza się zmniejszenie sił skrawania. Podczas skrawania może dojść do wyłamywania krawędzi obrabianego przedmiotu. Uzyskiwana jakość powierzchni zależy od metod wytwarzania, warunków skrawania, drobnoziarnistości i równomierności struktury żeliwa szarego.

Jeżeli struktura płatków jest zakłócona (np. płatki w formie rozet - "grafit B"), wówczas przy wysokich prędkościach skrawania i takich samych pozostałych warunkach, trwałość może różnić się nawet 10-krotnie.

W **żeliwie z grafitem sferoidalnym** (GGG) grafit występuje w postaci globularnych wtrąceń (porównaj *Rys. 1.12*). Podstawowa struktura gatunków o małej wytrzymałości i dużej odporności na obciążenia dynamiczne (jak np. przedstawione na rysunku GGG 40) składa się w przeważającej części z łatwo skrawalnego ferrytu. Powstają przy tym wióry śrubowe, które jednak z powodu zawartości grafitu łatwo się łamią. Problemem przy skrawaniu z większymi prędkościami jest zużycie powierzchni przyłożenia. Wióry wykazują przy tym ciągliwą charakterystykę łamania i mają skłonność, zwłaszcza przy skrawaniu na sucho, do tworzenia wiórów pozornych, to znaczy do plastyfikacji obrabianego materiału pomiędzy powierzchnią przyłożenia a obrabianym przedmiotem.



Rys. 1.12 Widok struktury GGG 40

W przypadku **żeliw wermikularnych** (GGV) grafit wermikularny jest rozgałęziony w postaci drzewa koralowego. Tym samym może on sprzyjać dobrej skrawalności, podobnie jak i grafit płatkowy. Przy małych prędkościach skrawania GGV ma w porównaniu z GGG znaczne zalety i pod względem charakterystyki skrawalności prawie nie różni się od GG o tej samej twardości. Przy prędkości

skrawania v_c = 300 m/min, skrawalność perlitycznego GGV jest podobna do skrawalności GG - 25. Przy prędkościach skrawania powyżej 300 m/min występuje duże zużycie powierzchni przyłożenia ostrza narzędzia, wywołane abrazyjnym działaniem wtrąceń grafitu.

Strefa brzegowa materiałów odlewanych (**naskórek odlewu**) ze względu na niemetaliczne wtrącenia, zmienione wykształcanie struktury lub tworzenie się zgorzeliny, wykazuje gorszą skrawalność niż strefa rdzeniowa. Jeżeli w takim przypadku nie zmniejszy się parametrów skrawania, dochodzi do zwiększonego, abrazyjnego zużycia i do wykształcenia karbów na ostrzu narzędzia, spowodowanych zużyciem (por. podrozdział 1.2).

W *Tabeli 1.16* przedstawiono możliwe do osiągnięcia przykładowe parametry skrawania w zależności od skrawanego żeliwa.

Skrawany materiał	Metoda skrawania	Narzędzie / materiał narzędzia	Posuw na ostrze f_z [mm/ząb]	Prędkość skrawania v_c [m/min]
GG/GGG	Frezowanie	Frez do płaszczyzn / (powl. HM)	0,25	500 ... 1.000
		Frez do płaszczyzn / CBN	0,15	1.500 ... 2.000
	Wiercenie	10 mm/VHM	0,15 ... 0,20	100 ... 150
	Wytaczanie / tocz. dokładne	Wytaczak/HM	0,10 ... 0,15	200 ... 400
GGV	Parametry skrawania nieco zwiększone w stosunku do GG/GGG			

Tabela 1.16 Przykładowe, możliwe do osiągnięcia prędkości skrawania żeliw

Ocena skrawalności żeliw na podstawie **danych o twardości** w stopniach Brinella (HB) jest niezbyt dokładna. Informacja ta nie świadczy w żadnym stopniu o twardości abrazyjnej żeliwa, która ze względu na zapiaszczenie i obecność wolnych węglików ma szczególnie niekorzystny wpływ na skrawalność. Tak np. żeliwo o twardości Brinella 180 HB i pewnej liczbie wolnych węglików wykazuje znacznie gorsze właściwości skrawania, niż żeliwo tego samego stopnia twardości, jednak posiadające w 100% strukturę perlityczną i pozbawione wolnych węglików.

3 Metale nieżelazne

3.1 Aluminium i stopy aluminium

3.1.1. Podział stopów aluminium

Rozróżnia się stopy aluminium do przeróbki plastycznej i stopy odlewnicze. W przypadku **stopów do przeróbki plastycznej** pierwszorzędne znaczenie ma ich plastyczność, a w przypadku **stopów odlewniczych** - zdolność wypełniania formy. Innego podziału aluminium i jego stopów można dokonać na podstawie utwardzania przez tworzenie stopu. Rozróżnia się wtedy stopy aluminium **utwardzalne** (utwardzanie przez powstanie roztworu stałego) i **nie utwardzalne** lub stopy naturalnie twarde (utwardzenie przez wydzielenie wcześniej rozpuszczonych składników).

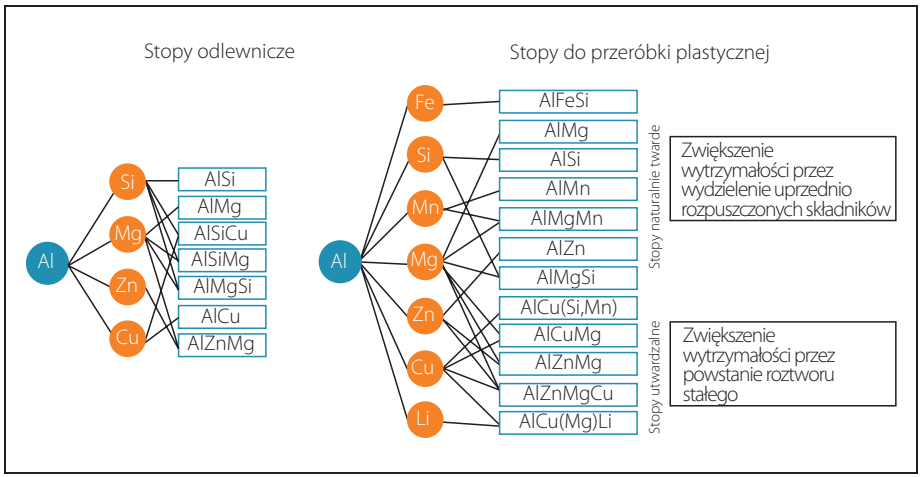
Na *Rys. 1.13* przedstawiono przegląd dużej liczby stopów. Najważniejszymi, głównymi pierwiastkami stopów aluminium są krzem, magnez, cynk, miedź i mangan.

Utwardzalne **stopy aluminium do przeróbki plastycznej** stosuje się przede wszystkim tam, gdzie zostanie wykorzystany ich korzystny stosunek wytrzymałości do gęstości lub ich duża odporność na korozję, w różnych zastosowaniach przy budowie maszyn, pojazdów i samolotów.

W przypadku **stopów odlewniczych aluminium** wytrzymałość ma drugorzędne znaczenie w stosunku do właściwości odlewniczych. Dlatego stopy odlewnicze mogą pod względem składu znacznie różnić się od stopów do przeróbki plastycznej.

Duże znaczenie techniczne mają przede wszystkim stopy odlewnicze Al-Si. Stopy eutektoidalne Al-Si (zawartość Si około 12%) posiadają dobrą wytrzymałość i znakomitą odlewniczość. Stosuje się je przede wszystkim na cienkościenne odlewy nieporowate i szczelne, przy budowie maszyn i urządzeń. Ich właściwości odlewnicze pogarszają się wraz ze zmniejszaniem się zawartości Si.

Rozwój badań nad stopami aluminium przewidzianymi do produkcji tłoków silników spalinowych, doprowadził w niektórych przypadkach do powstania składów nadeutektoidalnych (Si > 12%). Wraz ze wzrostem zawartości Si następuje zmniejszanie współczynnika rozszerzalności stopu aluminium.



Rys. 1.13 Schematyczny podział stopów aluminium na stopy odlewnicze i stopy do przeróbki plastycznej

3.1.2 Skrawalność stopów aluminium

Aluminium jest ogólnie uważane za łatwo skrawalne. Występujące siły skrawania są o wiele mniejsze w porównaniu ze stalą o tej samej wytrzymałości (około 30% sił występujących przy skrawaniu stali). Ze względu na stosunkowo dużą objętość wiórów aluminium, kształt wiórów stanowi istotne kryterium. Zależy on od samego materiału, warunków skrawania i częściowo również od geometrii narzędzia. Trwałość przy skrawaniu aluminium jest niekiedy w dużym stopniu zmienna. Decydującą miarą zużycia jest zużycie powierzchni przyłożenia. Przy skrawaniu aluminium nie występuje zużycie żłobkowe.



Rys. 1.14 Frezowanie zagłębień w aluminium

Parametry technologiczne GARANT przy skrawaniu aluminium:

Frezowanie Al Mg 3g

Narzędzie	Płytka skrawająca	Środek mocujący	Parametry skrawania
90° Głowica nożowa średnica 50	ANMT	Krótki trzpień do narzędzi nasadzanych Sk 40 D 22	v_c = 1.260 m/min n = 8.000 obr./min f_z = 0,17 mm/ząb v_f = 8.000 mm/min a_e = 50 mm a_p = 6 mm
Frez do frezowania wgłębnego z chłodzeniem wewnętrznym średnica 42	VCTG 22	Krótki trzpień do narzędzi nasadzanych Sk 40 D 22	v_c = 790 m/min n = 6.000 obr./min f_z = 0,18 mm/ząb v_f = 3.400 mm/min a_e = 35 mm a_p = 3 mm
Frez zgrubny Al-VHM średnica 16		Uchwyt zaciskowy	v_c = 400 m/min n = 8.000 obr./min f_z = 0,298 mm/ząb v_f = 7.000 mm/min a_e = 16 mm a_p = 15 mm
Frez zgrubno-wykańczający VHS średnica 16		Uchwyt zaciskowy	v_c = 390 m/min n = 8.000 obr./min f_z = 0,1 mm/ząb v_f = 3.200 mm/min a_e = 0,2 mm a_p = 20 mm
Frez HSC VHM średnica 16		Uchwyt HG	v_c = 400 m/min n = 8.000 obr./min f_z = 0,45 mm/ząb v_f = 7.200 mm/min a_e = 15 mm a_p = 1 mm

Wskazówka: Przykład ten dotyczy konwencjonalnych obrabiarek NC z maks. prędkościami obrotowymi wrzeciona do 8 000 obr./min.

Parametry technologiczne GARANT przy skrawaniu aluminium:

Wiercenie / gwintowanie Al Mg 3

Narzędzie	Powłoka	Środek mocujący	Parametry skrawania
Wiertło kręte VHM średnica 10,2	TiAlN	Uchwyt HD	v_c = 400 m/min n = 12.000 obr./min f = 0,6 mm/obr.
Gwintownik maszynowy GL Synchro średnica 12	TiCN	Uchwyt HD	v_c = 50 m/min n = 1.400 obr./min f_z = 1,75 mm/ząb v_f = 2.450 mm/min a_e = 12 mm
Frez do gwintów GARANT UNIversal z chłodzeniem wewnętrznym, średnica 6,2		Uchwyt HG	v_c = 120 m/min n = 6.000 obr./min f_z = 0,02 mm/ząb v_f = 400 mm/min

W przypadku **stopów aluminium do przeróbki plastycznej** zużycie narzędzia nie stanowi żadnego problemu. Można je dobrze obrabiać przy użyciu narzędzi z HSS i HM. Nawet przy względnie wysokim obciążeniu narzędzia, trwałość wynosi od 1 do 2 zmian. Czyste aluminium i utwardzalne stopy do przeróbki plastycznej tworzą często w stanie miękkim wióry pozorne albo tworzą narosty na ostrzach, zwłaszcza przy małych prędkościach skrawania. Wskutek powstałych w wyniku tego zmian geometrii ostrzy i wzrostu temperatury wskutek tarcia, należy się często liczyć z uzyskaniem gorszej jakości powierzchni. Zjawiska tego można uniknąć przez zastosowanie większych prędkości skrawania, większego kąta natarcia (do 40°) i ewentualnie przez zastosowanie cieczy chłodząco-smarującej.

Stopy odlewnicze aluminiowe bez krzemu należy pod względem skrawalności zaklasyfikować tak, jak odpowiednie stopy do przeróbki plastycznej. Utwardzalne i podeutektoidalne stopy odlewnicze Al-Si (zawartość krzemu do 12%) wykazują, wraz ze wzrastającą zawartością Si, gorszą skrawalność. Twarde i kruche wtrącenia, jak sam Si albo Al_2O_3, poprawiają wprawdzie łamliwość wiórów, jednak zwiększają zużycie narzędzi. Na materiał narzędzi skrawających dobrze nadają się stopy twarde. Wyboru należy jednak dokonać w zależności od parametrów skrawania i metody obróbki (przekrój pełny albo nieciągły).

Do obróbki nadeutektoidalnych stopów odlewniczych Al-Si (zawartość Si powyżej 12%) dobrze nadają się, pod względem kształtu wiórów i osiąganej jakości powierzchni, stopy twarde (HM) i wielokrystaliczne narzędzia diamentowe (PKD). Duże cząsteczki Si we względnie twardej strukturze podstawowej powodują jednak bardzo wyraźne zmniejszenie trwałości w porównaniu z podeutektoidalnymi stopami odlewniczymi.

Strefy brzegowe i rdzeniowe odlanych przedmiotów wykazują niekiedy bardzo zróżnicowaną skrawalność. Różnic tych nie stwierdzono jedynie w przypadku **eutektoidalnych stopów Al-Si.**

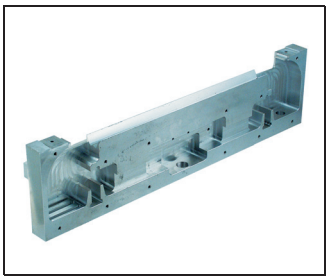
Poniżej przedstawiono przykładowo kilka parametrów różnych metod obróbki stopów Al-Si, interesujących pod względem technicznym.

Skrawany materiał	Metoda skrawania	Materiał narzędzia skrawającego	Prędkość skrawania v_c [m/min]	Posuw na ostrze f_z [mm/ząb]	Głębokość skrawania a_p [mm]
Podeutektoidalne stopy Al (zawartość Si < 12%)	Toczenie	HSS	< 400	< 0,5 1)	< 6
		HM	< 1.200	< 0,6 1)	< 6
		PKD	< 1.500	< 0,3 1)	< 1
	Frezowanie	HSS	< 300	≈ 0,3	< 6
		HM	< 700	≈ 0,3	< 8
		PKD	< 2.500	≈ 0,15	< 2,5
	Wiercenie	HSS	80 ... 100	0,1 ... 0,4 1)	–
		HM	< 500	0,15 1)	–
		PKD	W mniejszym stopniu nadają się do wiercenia w pełnym materiale, ze względu na proces zgniatania w obszarze ostrzy poprzecznych		
Nadeutektoidalne stopy Al (zawartość Si > 12%)	Toczenie	HM	< 400	< 0,6 1)	< 4
		PKD	< 1.000	< 0,2 1)	< 0,8
	Frezowanie	HM	< 500	≈ 0,25	< 8
		PKD	< 1.500	≈ 0,15	< 2
	Wiercenie	HM	200 ... 300	0,15 1)	–
		PKD	W mniejszym stopniu nadają się do wiercenia w pełnym materiale, ze względu na proces zgniatania w obszarze ostrzy poprzecznych		

1) Do toczenia i wiercenia stosuje się, zamiast posuwu na ząb, wartość posuwu f [mm/obr.]

Tabela 1.17 Parametry skrawania różnych stopów aluminium, zależne od metody obróbki

3.2 Magnez i stopy magnezu



Rys. 1.15 Wspornik z magnezu

Magnez i jego stopy posiadają najmniejszą gęstość ze wszystkich metali, przy jednocześnie średnich właściwościach wytrzymałościowych.

Magnez jest bardzo dobrze skrawalny. Duża łatwość wchodzenia w reakcje chemiczne wymaga jednak szczególnych środków zabezpieczających przed wywołaniem samozapłonu. Wysokie powinowactwo chemiczne do tlenu stwarza konieczność stosowania środków antykorozyjnych, mimo ochronnej warstwy tlenków. Wskutek bardzo dużego skurczu przy krzepnięciu (około 4%), magnez ma skłonność

do mikroporowatości. Wady te można w znacznym stopniu wyeliminować przez odlewanie z udziałem aluminium i cynku. Ponieważ mangan polepsza odporność na korozję, najważniejsze stopy magnezu posiadają te trzy dodatki.

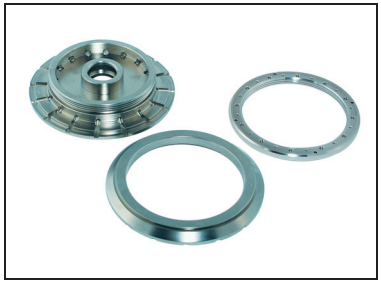
W porównaniu z innymi metalami magnez i jego stopy charakteryzują się zwłaszcza niewielkimi siłami skrawania. Jednak w porównaniu z obróbką niskostopowych stopów aluminium, obserwuje się silne zjawiska adhezyjne pomiędzy większością materiałów narzędzi skrawających a obrabianym materiałem. Jeżeli stosuje się środki zabezpieczające przed zagrożeniem pożarowym, możliwa jest obróbka skrawaniem magnezu na sucho, przy zastosowaniu narzędzi z PKD i wysokich prędkości skrawania (v_c > 2.000 mm/min). Zagrożenie powstaje zwłaszcza podczas obróbki z niewielkimi przekrojami wiórów i przy powstawaniu drobnych, łatwo zapalnych i ulegających zanieczyszczeniu w obszarze roboczym maszyny, wiórów odpryskowych. Stopy twarde, powlekane TiN i nie powlekane mogą być stosowane przy prędkościach skrawania v_c > 600 mm/min tylko przy zastosowaniu cieczy chłodząco-smarującej. Poza tym należy dobierać narzędzia o dostatecznie dużym kącie przyłożenia.

Poniżej podano kilka przykładowych parametrów obróbki stopów aluminium.

Skrawany materiał	Metoda skrawania	Materiał narzędzia skrawającego	Prędkość skrawania v_c [m/min]	Posuw na ostrze f_z [mm/ząb] [1)]	Głęb. skrawania a_p [mm]
Stopy Mg	Toczenie dokładne	HSS	250 ... 300	0,01 ... 0,03	0,05 ... 0,3
		HM	300 ... 500	0,01 ... 0,04	0,05 ... 0,4
		PKD	< 900	0,03 ... 0,06	0,02 ... 0,1
	Frezowanie frezem trzpieniowym	HSS	200 ... 260	0,03 ... 0,01	–
		HM	400 ... 800	0,02 ... 0,1	–
		PKD	4.000	0,15	–
	Wiercenie	HSS	140	0,36 ... 0,8	–
		VHM	200 ... 600	0,03 ... 0,16	–

1) Przy toczeniu i wierceniu stosuje się, zamiast posuwu na ząb, wartość posuwu f [mm/obr.]

Tabela 1.18 Skrawanie różnych stopów magnezu z zastosowaniem parametrów zależnych od metody obróbki



Rys. 1.16 Oprawka noża składanego z PKD, wykonana z tytanu, przeznaczona do pił Bilster

3.3 Tytan i stopy tytanu

Tytan łączy wysoką wytrzymałość z niewielką gęstością i bardzo dużą odpornością na korozję. Mimo wysokiej ceny, tytan i jego stopy zawdzięczają połączeniu tych właściwości szerokie zastosowanie w specjalistycznych dziedzinach, takich jak np. statki kosmiczne i lotnictwo, silniki odrzutowe i silniki dużej mocy, technika medyczna.

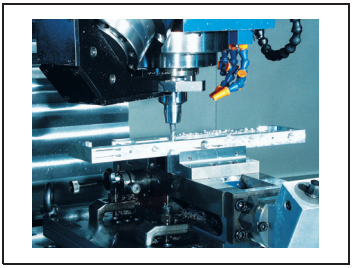
Dodatki stopowe, takie jak aluminium, cyna, cyrkon albo tlen, polepszają strukturę heksagonalną (**stop** α – umiarkowanie nadający się do obróbki plastycznej na zimno, przeznaczony do zastosowań w wyższych temperaturach, np. silniki odrzutowe). Dodatek wanadu, chromu, molibdenu i żelaza powoduje powstanie struktury regularnie przestrzennie centrycznej (**stop** β – łatwiejszy do obróbki plastycznej na zimno, o dużej wytrzymałości, jednak o większej gęstości). Kompromis obu tych struktur uzyskuje się w **stopach dwufazowych** (α+β) (przykład: TiAl6V4), charakteryzujących się szczególnie korzystnym stosunkiem wytrzymałości do gęstości. Stopy te osiągają w stanie utwardzonym najlepszą wytrzymałość.

W przeciwieństwie do innych metali lekkich, tytan zajmuje szczególną pozycję pod względem **skrawalności**, ponieważ ze względu na właściwości mechaniczne i fizyczne (np. niewielka przewodność cieplna, mały moduł sprężystości) zalicza się do materiałów trudnoskrawalnych.

Powstające ciepło jest tylko w niewielkim zakresie odprowadzane przez wióry, które mają skłonność do przyklejania się do ostrza. Narzędzia podlegają okresowo zmiennym obciążeniom przez tworzenie się wiórów przerywanych i płytkowych. Wskutek tego, przy dłuższym czasie skrawania należy się liczyć z procesami zmęczenia ostrza narzędzia (wykruszenia, zużycie powierzchni przyłożenia). Nie można zrezygnować ze stosowania cieczy chłodząco-smarujących.

Łatwość wchodzenia tytanu w reakcję, np. z tlenem, może powodować fuknięcia lub zapłon pyłu tytanowego.

Najłatwiej obrabialny jest tytan czysty i stopy α, a najtrudniej stopy β. Rozwój opracowań materiałów na narzędzia skrawające doprowadził w ostatnich latach do znacznej zmiany stosowanych prędkości skrawania. W celu dalszego zwiększenia prędkości skrawania, oprócz niepowlekanych stopów twardych gatunku K i P, stosuje się również powlekane stopy twarde K (np. K10, powlekany TiCTiN). Trwałość narzędzi zależy w znaczącym stopniu od prędkości skrawania i występującego przy tym zużycia, zwłaszcza powierzchni przyłożenia.



Rys. 1.17 Frezowanie tytanu

Przy **skrawaniu tytanu** należy stosować:

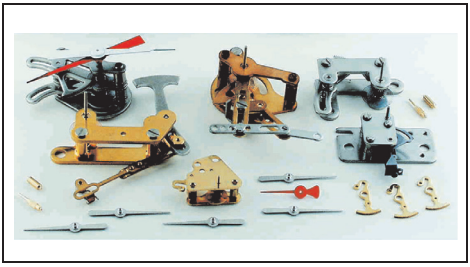
- Ostre ostrza o dostatecznie dużym kącie przyłożenia.
- Dodatni kąt natarcia narzędzi ze stali HSS, raczej ujemny kąt natarcia w przypadku frezów HM.
- Optymalizację posuwu.
- Minimalizację zagrożenia wibracjami; dbać o stabilne warunki i właściwe zamocowanie obrabianych przedmiotów.
- Przede wszystkim frezowanie współbieżne.
- Ciecz chłodząco-smarującą odpowiednią do metody obróbki.
- Kontrolę temperatury obróbki przez ograniczanie zjawiska zużycia.

Poniżej przedstawiono przykładowo kilka parametrów skrawania.

Skrawany materiał	Metoda skrawania	Materiał narzędzia skrawającego	Prędkość skrawania v_c [m/min]	Posuw na ostrze f_z [mm/ząb][1)]
Tytan czysty (wyżarzony) np. Ti 99,8 Ti 99,2 Ti 99,0	Toczenie	HSS	30 ... 75	0,13 ... 0,4 [1)]
		HM	50 ... 170	0,13 ... 0,5 [1)]
	Frezowanie czołowe	HSS	15 ... 55	0,1 ... 0,3
		HM	70 ... 180	0,1 ... 0,4
	Wiercenie	HSS	12 ... 35	0,05 ... 0,45 [1)]
		HM	–	–
Stopy α (wyżarzone) np. Ti Mn 8,Ti Al12 Sn11 Zr5 Mo1, Ti Al6 V4 Stopy (α+β) (wyżarzone) np. Ti Al7 Mo4, Ti Al6 V6 Sn2 Cu1 Fe1	Toczenie	HSS	6 ... 24	0,13 ... 0,4 [1)]
		HM	15 ... 80	0,13 ... 0,4 [1)]
	Frezowanie czołowe	HSS	6 ... 21	0,08 ... 0,2
		HM	25 ... 90	0,1 ... 0,2
	Wiercenie	HSS	6 ... 14	0,05 ... 0,40 [1)]
		HM	20 ... 75	0,1 ... 0,3 [1)]
Stopy α (wyżarzone zupełnie i utwardzone dyspersyjnie) np. Ti Al6 V4, Ti Al6 Sn2 Zr4 Mo2 (Stopy (α+β) (wyżarzone zupełnie i utwardzone dyspersyjnie) np. Ti Al 5 Sn2 Zr2 Mo4 Cr4, Ti Al8 Mo1 V1	Toczenie	HSS	9 ... 20	0,13 ... 0,4 [1)]
		HM	12 ... 60	0,13 ... 0,4 [1)]
	Frezowanie czołowe	HSS	6 ... 17	0,05 ... 0,15
		HM	20 ... 50	0,1 ... 0,2
	Wiercenie	HSS	6 ... 9	0,025 ... 0,25 [1)]
		HM	20 ... 75	0,1 ... 0,3 [1)]
Stopy β wyżarzone albo wyżarzone zupełnie np. Ti V8 Cr6 Mo4 Zr4 Al3, Ti V8 Fe5 Al1	Toczenie	HSS	8 ... 12	0,13 ... 0,4 [1)]
		HM	15 ... 50	0,13 ... 0,4 [1)]
	Frezowanie czołowe	HSS	6 ... 12	0,08 ... 0,18
		HM	20 ... 40	0,1 ... 0,2
	Wiercenie	HSS	8	0,025 ... 0,20 [1)]
		HM	–	–
Stopy β (wyżarzone zupełnie i utwardzone dyspersyjnie) np. Ti Cr11 Mo7,5 Al3,5 Ti V8 Fe5 Al1	Toczenie	HSS	8 ... 10	0,13 ... 0,4 [1)]
		HM	12 ... 35	0,13 ... 0,4 [1)]
	Frezowanie czołowe	HSS	6 ... 9	0,05 ... 0,15
		HM	15 ... 30	0,1 ... 0,2
	Wiercenie	HSS	6	0,025 ... 0,15 [1)]
		HM	–	–

1) Przy toczeniu i wierceniu stosuje się, zamiast posuwu na ząb, wartość posuwu f [mm/obr.]

Tabela 1.19 Parametry skrawania różnych stopów tytanu w różnych metodach obróbki



Rys. 1.18 Części z mosiądzu i mosiądzu wysokoniklowego

3.4 Miedź i stopy miedzi

Wytrzymałość miedzi można znacznie zwiększyć przez niewielką ilość dodatków stopowych. Następuje to przez powstawanie roztworu stałego (srebro, arsen) albo utwardzanie dyspersyjne (chrom, cyrkon, kadm, żelazo albo fosfor).

Zawartość powyżej 37% cynku w składzie stopów miedzi i cynku (**mosiądz**) powoduje spadek odporności stopu na obciążenia dynamiczne, przy jednoczesnym wzroście twardości. Jest to korzystne dla metod obróbki skrawaniem, ponieważ tworzą się krótsze wióry.

Mosiądz wysokoniklowy (nowe srebro) jest to stop miedzi i cynku, w którym część miedzi została zastąpiona przez nikiel. Dodatek niklu nadaje metalowi biały, podobny do srebra kolor. Techniczne stopy mosiądzu wysokoniklowego zawierają od 10% do 25% Ni. Mosiądze wysokoniklowe zawierające ołów posiadają lepsze właściwości wytrzymałościowe, niż zwykły mosiądz zawierający ołów, i są stosowane w mechanice precyzyjnej oraz do produkcji przyrządów kreślarskich.

Klasycznymi **brązami** są stopy miedzi i cyny, zawierające cynę w ilości maksymalnie do 8,5%. Zwiększenie wytrzymałości stopów odlewniczych uzyskuje się przez dodatek cyny wynoszący do 14%. Przy odlewach używanych do budowy maszyn istnieje konieczność usunięcia kruchego stanu struktury, wywierającego niekorzystny wpływ na odporność materiału na obciążenia dynamiczne, przez poddanie go obróbce cieplnej.

Brązami cynowo-cynkowymi określa się brązy, które oprócz cyny zawierają dodatkowo cynk i ołów. Brązy takie stosowane na części maszyn i aparatury albo panewki łożyskowe, narażone na korozję.

Brązami specjalnymi nazywa się stopy miedzi i aluminium, manganu albo krzemu lub kombinacji tych pierwiastków. Są one dzisiaj nazywane właściwiej stopami miedzi.

Czysta miedź jest trudnoskrawalna ze względu na dużą ciągliwość i plastyczność. Stopy zawierające Zn, Sn, Al i Si tworzą najczęściej wióry o korzystnym kształcie. Skrawalność stopów zawierających Pb, Se, Te jest porównywalna ze stalą automatową (porównaj *Tabela 1.13*). W *Tabeli 1.20* przedstawiono przykładowe parametry obróbki.



Rys. 1.19 Części armatury

Metoda skrawania	Materiał narzędzia skrawającego	Prędkość skrawania v_c [m/min]	Posuw na ostrze f_z [mm/ząb][1)]	Głębokość skrawania a_p [mm]
Toczenie	HSS	30 ... 80	0,2 ... 0,45 [1)]	0,6 ... 4
	HM	200 ... 1.000	0,2 ... 0,45 [1)]	0,6 ... 4
Frezowanie	HSS	40 ... 80	0,05 ... 0,2	0,6 ... 4
	HM	120 ... 1.200	0,05 ... 0,2	0,6 ... 4
Wiercenie	HSS	50 ... 140	0,1 ... 0,4 [1)]	–
	HM	80 ... 300	0,1 ... 0,4 [1)]	–

1) Przy toczeniu i wierceniu stosuje się, zamiast posuwu na ząb, wartość posuwu f [mm/obr.]

Tabela 1.20 Parametry różnych metod obróbki skrawaniem stopów miedzi

3.5 Stopy podstawowe niklu

Stop **NiCr20** tworzy **podstawę** wielu stopów **o dużej odporności cieplnej**. Dodatek chromu powoduje podwyższenie temperatury topnienia i poprawia żaroodporność.

Stopy **o dużej odporności cieplnej**, utworzone na tej podstawie (porównaj także rozdział Materiały, podrozdział 1., grupa materiałowa 13.1), zawierają dodatek tytanu i aluminium. Dzięki Ti oraz Al stopy te stają się utwardzalne. Tego rodzaju stopy mogą być stosowane w wysokich temperaturach tylko przez ograniczony czas, ze względu na starzenie się materiału (konieczny szczególny nadzór). Odporność cieplną można zwiększyć przez dodatek kobaltu. Innymi dodatkami stopowymi są molibden i wolfram.

Odporne na korozję stopy niklu zawierają chrom, molibden i miedź. Stopy te pod względem odporności chemicznej są bardziej odporne na korozję od stali austenitycznych. Odporne na korozję stopy niklu stosowane są prawie wyłącznie w budowie aparatury przemysłu chemicznego.

Tabela 1.21 przedstawia podział stopów podstawowych niklu oraz przykładowe parametry toczenia i frezowania.

☺ →	Stopień trudności skrawania								→ ☹	
	Stopy do przeróbki plastycznej / stopy odlewnicze								**Stopy odlewnicze**	
	Ni-Cu-Leg.		Stopy Ni-(Cr)-Mo nieutwardzalne stopy Ni-Fe-Cr lub Stopy Ni-Cr-Fe		Utwardzalne stopy Ni-Fe-Cr lub Ni-Cr-Fe lub Ni-Cr-Co				Stopy specjalne (stopy odlewnicze o dużej odporn. cieplnej)	
	Przykłady									
	monel 400 monel 401 monel 404 monel R 405		hasteloy B hasteloy X incoloy 804 incoloy 825 inconel 600 inconel 601		incoloy 901 incoloy 903 inconel 718 inconel X-750 nimonik 80 waspaloy		nimonik 90 nimonik 95 rene 41 udimet 500 udimet 700 astraloy		IN – 100 inconel 713 C mar – M 200 nimocast 739	
	Parametry									
	wyżarzone		wyżarzone		wyżarzone		wyżarzone zupełnie		odlane, utwardzone dyspersyjnie	
	Toczenie									
Materiał narzędzia	HSS	HM [2]	HSS	HM [2]	HSS	HM [2]	HSS	HM [2]	HSS	HM [2]
v_c [m/min]	30	105	6 ... 8	30 ... 35	6 ... 8	24 ... 30	3,6 ... 5	21 ... 24	3,5 ... 5	11 ... 18
f_z [mm/ząb] [1]	0,18	0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13 ... 0,18	0,13	0,13
a_p [mm]	1	1	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5	0,8 ... 2,5
	Frezowanie frezem trzpieniowym									
Materiał narzędzia	HSS	HM	HSS	HM	HSS	HM	HM	HM	HSS	HM
v_c [m/min]	15 ... 17	46 ... 50	5 ... 6	18 ... 20	3,6 ... 6	14 ... 15	3,6 ... 6	14 ... 15	2 ... 3,6	8 ... 15
f_z [mm/ząb]	0,03 ... 0,07 [3]	0,03 ... 0,07 [3]	0,03 ... 0,06 [3]	0,03 ... 0,04 [3]	0,03 ... 0,06 [3]	0,04 ... 0,05 [3]	0,03 ... 0,06 [3]	0,04 ... 0,05 [3]	0,01 ... 0,05 [3]	0,03 ... 0,04 [3]
	0,07 ... 0,10 [4]	0,07 ... 0,10 [4]	0,06 ... 0,07 [4]	0,03 ... 0,04 [4]	0,05 ... 0,07 [4]	0,05 ... 0,06 [4]	0,05 ... 0,07 [4]	0,05 ... 0,06 [4]	0,05 ... 0,07 [3]	0,03 ... 0,05 [4]
a_e [mm]	d/2 – d/4		d/2 – d/4		d/2 – d/4		d/2 – d/4		d/2 – d/4	
1) *2)* *3)* *4)*	*Do toczenia obowiązuje, zamiast posuwu na ząb, posuw f [mm/obr.]* *Stop twardy w gatunku* *Dotyczy średnicy frezów od 10 do 18 mm* *Dotyczy średnicy frezów od 25 do 50 mm*									

Tabela 1.21 Podział stopów podstawowych niklu i parametry skrawania

Zasadniczo **stopy podstawowe** zaliczają się do **materiałów trudnoskrawalnych**. W przypadku **stopów utwardzalnych** obróbka wykańczająca powinna odbywać się w stanie utwardzonym. **Stopy odlewnicze**, ze względu na gruboziarnistą strukturę i małą wytrzymałość międzyziarnową, są trudnoskrawalne. Wyrywane cząstki materiału i pęknięcia na granicach ziaren pogarszają często jakość powierzchni.

Ze względu na powstające wysokie temperatury skrawania, obróbka stopów podstawowych niklu wymaga skrawania przy użyciu zoptymalizowanych **narzędzi** o ostrych ostrzach, najczęściej ze stopów twardych albo spieków ceramicznych. Ponieważ stopy te często silnie "mażą się" przy tworzeniu wiórów oraz wskutek możliwości uzyskania stosunkowo niskich prędkości skrawania mają skłonność do tworzenia narostów na ostrzach, więc narzędzia powinny posiadać względnie duży kąt natarcia γ (około 5° do 15°) oraz dostatecznie duży kąt przyłożenia α (6° do 10°).

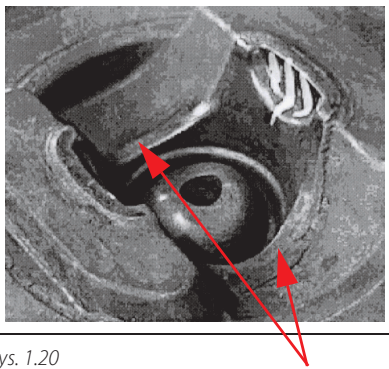
3.6 Stopy podstawowe kobaltu

Stopy podstawowe kobaltu ze względu na swoją dobrą odporność cieplną i żaroodporność są stosowane jako materiały konstrukcyjne do około 950°C. Ograniczone zasoby kobaltu skłaniają do stosowania stopów nie zawierających kobaltu albo zawierających kobalt w stopach, których podstawę stanowi nikiel (jak np. nimonik), np. do budowy zespołów napędowych.

Stopy podstawowe kobaltu są dzisiaj używane w wielu gałęziach przemysłu do powlekania powierzchni silnie obciążonych części, np. matryc kuźniczych (**stellity**). Najważniejszymi pierwiastkami stopowymi, oprócz żelaza i węgla w ilości do 1%, są inne wysokotopliwe metale, jak chrom, nikiel, wolfram, tantal i niob.

Porównywalne dane na temat **skrawalności** stopów podstawowych kobaltu występują tylko w ograniczonym zakresie. Ogólnie obowiązuje jednak zasada, że stopy te powinny być w miarę możliwości skrawane w stanie utwardzonym dyspersyjnie albo w stanie ciągnionym na zimno, w przypadku stopów nieutwardzalnych.

Najczęściej stosuje się narzędzia skrawające ze stopów twardych gatunku K. Przy obróbce stellitów, ze względu na możliwość stosowania wyższych prędkości skrawania i wynikające z tego korzyści, zaleca się stosowanie CBN (azotku boru). Wtedy przy utrzymaniu tej samej trwałości możliwe jest toczenie z trzykrotnie większą prędkością skrawania. W celu uspokojenia narzędzia przy frezowaniu, należy używać narzędzi z zębami skośnymi. Ze względu na duże obciążenie narzędzia podczas wiercenia w obszarze ostrzy poprzecznych, łysinka wiertła jest o połowę mniejsza niż w przypadku zwykłych wierteł. Należy przewidzieć specjalne zaszlifowanie (np. szlif krzyżowy). Skrawalność tych stopów poprawiają zwłaszcza oleje chłodząco-smarujące. Bowiem ze względu na utwardzanie zgniotowe, należy zmniejszać tarcie.



Rys. 1.20
Matryca kuźnicza z warstwą zabezpieczającą przed ścieraniem (stellit) na wysoko obciążonych krawędziach

Poniżej podano kilka przykładowych parametrów dla różnych metod obróbki skrawaniem stopów podstawowych kobaltu.

Metoda skrawania	Materiał narzędzia skrawającego	Prędkość skrawania v_c [m/min]	Posuw na ostrze f_z [mm/ząb] 1)	Głębokość skrawania a_p [mm]	Ciecz chłodząco-smarująca
Toczenie	HSS	3 ... 8	0,1 ... 0,3	0,2 ... 2,0	Emulsja albo olej chłodząco-smarujący z zawartością siarki
	HM 2)	8 ... 15	0,1 ... 0,3		
	CBN	15 ... 30	0,1 ... 0,3		
Frezowanie	HSS	3 ... 7	0,1 ... 0,2		
	HM 2)	7 ... 12	0,1 ... 0,2		
	CBN	10 ... 20	0,1 ... 0,2		
Wiercenie	HM 2)	3 ... 6	0,05 ... 0,12	–	Olej chłodząco-smarujący z zawartością siarki

1) Dla toczenia i wiercenia obowiązuje, zamiast posuwu na ząb, wartość posuwu f [obr./mm]
2) Stop twardy w gatunku K

Tabela 1.22 Parametry skrawania różnymi metodami stopów podstawowych kobaltu

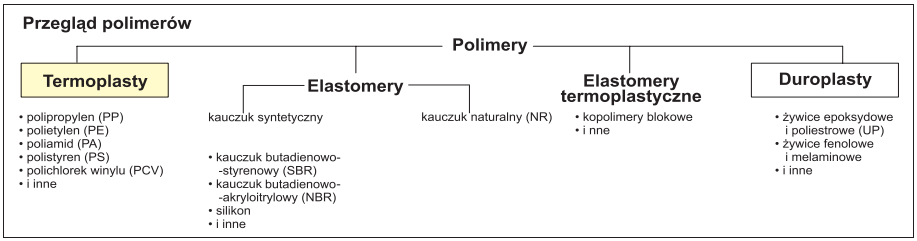
4 Tworzywa sztuczne

4.1 Podział tworzyw sztucznych

Tworzywa sztuczne dzieli się według ich struktury, wynikających z niej właściwości oraz zachowania się przy ogrzewaniu.

Zasadniczo rozróżnia się trzy typowe zachowania tworzyw sztucznych:

- charakterystyka termoplastyczna (tworzywo sztuczne staje się w podwyższonej temperaturze plastyczne - termoplasty albo plastomery),
- charakterystyka duroplastyczna (tworzywo sztuczne rozkłada się w podwyższonej temperaturze bez uprzedniego uplastycznienia - duroplasty) oraz
- charakterystyka elastomerowa (tworzywo sztuczne posiada już w temperaturze pokojowej elastyczność gumy - elastomery).



Rys 1.21 Przegląd polimerów

4.2 Termoplasty

Termoplasty występują jako polimery bezpostaciowe i o częściowej strukturze krystalicznej. Składają się z makromolekuł liniowych albo rozgałęzionych, przy podgrzewaniu miękną w odwracalny sposób aż do postaci ciekłej, a utwardzają się podczas ochładzania. Termoplasty są zgrzewalne. Półwyroby z twardych termoplastów mogą być w znacznym zakresie poddawane obróbce plastycznej na gorąco. W zależności od dziedziny zastosowania, termoplasty dzielą się na:

- tak zwane tworzywa sztuczne masowe, jak np. polietylen (PE), polistyren (PS), polichlorek winylu twardy albo miękki (PVC-H, PVC-W), polipropylen (PP) i poliwęglan (PC),
- tworzywa sztuczne techniczne, jak: poliamidy (PA), polioksymetylen (POM), oraz na
- polimery wysokowydajne, jak np. poliaryloeteroketon (PAEK).

Innymi ważnymi termoplastami są jeszcze np. polimetakrylan metylu (PMMA - szkło akrylowe, pleksiglas) i policzterofluoroetylen (PTFE - teflon).



Rys. 1.22 Część pompy

4.3 Duroplasty

Podgrzanie duroplastów powoduje tylko nieznaczną zmianę ich właściwości mechanicznych. Przed obróbką tworzywa te są nieusieciowane (najczęściej płynne) i dopiero w wyniku podgrzania lub dodania utwardzacza twardnieją i przyjmują ostateczny kształt. Później są szczególnie odporne na działanie ciepła i środków chemicznych, nie nadają się już do obróbki plastycznej. Proces ten nie jest powtarzalny. Są twardsze i bardziej kruche niż termoplasty.

Duroplasty nie są zgrzewalne, w stanie utwardzonym nie są rozpuszczalne w rozpuszczalnikach organicznych, niektóre ulegają pęcznieniu. Duroplastyczne produkty wyjściowe uzyskuje się z jednej strony jako "tłoczywa" do przetwarzania poprzez stan ciekły i następujące potem utwardzenie termiczne, z drugiej strony występują jako ciekłe "żywice reaktywne i lane", które mogą być przetwarzane w temperaturze pokojowej i utwardzane katalitycznie.

Przykładowymi duroplastami są:

- żywice fenolowe (PF), żywice aminowe,
- żywice poliuretanowe (PUR),
- żywice epoksydowe (EP), przetwarzane często w stanie wzmocnionym włóknami szklanymi na tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem szklanym (GFK, porównaj podrozdział 4.6.1, rozdział Materiały),
- nienasycone żywice poliestrowe (UP) - żywice lane.

4.4 Elastomery

Elastomery są tworzywami sztucznymi, które charakteryzują się dużą elastycznością w szerokim zakresie temperatur. W zależności od rodzaju są one mniej lub bardziej elastyczne, jak twarda albo miękka guma. Tworzywo elastomerowe powraca po wydłużeniu prawie całkowicie do swojej pierwotnej postaci i przyjmuje również ponownie swoją pierwotną długość.

Elastomery są na ogół przetwarzane przed usieciowaniem, w stanie plastycznym, przez dodatek środka wulkanizującego albo przyspieszacza sieciowania. Przykładami tych tworzyw są:

- kauczuk naturalny (NR),
- kauczuk chloroprenowy (CR),
- kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy (NBR),
- terpolimer etylenowo-propylenowy (EPDM),
- kauczuk butadienowo-styrenowy (SBR).

4.5 Elastomery termoplastyczne (TPE)

Elastomery termoplastyczne są polimerami poddającymi się obróbce termoplastycznej, posiadającymi właściwości elastomerowe. Nie są one usieciowane chemicznie. TPE to najczęściej kopolimery blokowe, z obszarami twardymi i miękkimi. Powyżej temperatury określonej strukturą chemiczną, polimery te stają się termoplastycznie płynne.

4.6 Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknami (FVK)

Kompozytami określa się materiały składające się z kilku składników. Dzięki temu w jednym materiale łączą się pożądane cechy jego składowych.

Materiał, zwiększający wytrzymałość lub twardość, nazywany jest komponentem wzmacniającym albo materiałem wzmacniającym; inny materiał, zapewniający spoistość, nazywa się wiązaniem albo materiałem macierzystym. Jeżeli komponent wzmacniający składa się z włókien, wówczas mówi się o kompozytach wzmocnionych włóknami.

Wzmocnienie powoduje poprawę wytrzymałości, sztywności i twardości kompozytów. Poza tym, w zależności od budowy kompozytu, można również polepszyć inne właściwości, jak np. przewodność cieplną i elektryczną, odporność na temperaturę i ścieranie. Wzmacniające działanie włókien oraz właściwości mechaniczne kompozytu są określone z jednej strony przez długość, średnicę i budowę chemiczną włókien, a z drugiej strony przez ich ilość i położenie.

Jako materiał macierzysty mogą być zastosowane wszystkie łatwo uplastyczniające się termoplasty i duroplasty, wraz z elastomerami i zawiesinami. W przypadku termoplastów stosuje się przeważnie polipropylen (PP) i poliamid (PA), a oprócz tego PC, PS i PE. Ze względu na bardzo dobre właściwości mechaniczne i elektryczne oraz bardzo korzystne właściwości sieciujące, w przypadku duroplastów stosuje się zwłaszcza żywice epoksydowe (EP), jak również żywice poliestrowe, silikonowe albo żywice winylowo-estrowe.

Duża zaleta kompozytów wzmocnionych włóknami polega na tym, że użytkownik może opracować materiał dostosowany do swoich potrzeb, dzięki zastosowaniu odpowiednich włókien w materiale macierzystym. Poza szkłem, klasycznym materiałem do produkcji włókien, do polimeru podstawowego dodaje się przede wszystkim stosunkowo drogie włókna węglowe.

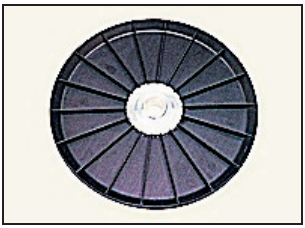
4.6.1 Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem szklanym (GFK)

Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem szklanym składają się najczęściej z duroplastycznych żywic poliestrowych lub epoksydowych i włókien szklanych. Pojedyncze włókna szklane (o niewielkiej grubości) są trudne do stosowania, więc używa się ich w postaci pasm (Rovings), a także jako tkaninę, maty lub włókninę. Przy wytwarzaniu kształtek tworzywo sztuczne jest płynne i następnie ulega utwardzeniu.

Właściwości GFK wynikają z zastosowanej żywicy oraz rodzaju włókien szklanych, zawartości włókien szklanych w całkowitej objętości oraz ich rozmieszczenia. Wytrzymałość zwiększa się wraz ze wzrostem zawartości włókien i ich ustawieniem w jednym kierunku.

Rodzaj wzmocnienia	Zawartość szkła [% masy]	Moduł E [N/mm^2]
Mata z jedwabiu szklanego	25	6000
	35	8000
	45	10000
Tkanina z jedwabiu szklanego	45	12000
	55	16000
	65	20000
Jedwab szklany - Roving	75	40000

Tabela 1.23 Zależność modułu E od zawartości szkła i rodzaju wzmocnienia żywic poliestrowych zawierających włókno szklane



Rys. 1.23 Tarcza sprężarki wykonana z tworzywa CFK

4.6.2 *Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem węglowym (CFK)*

W skład części wykonanych z tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknem węglowym wchodzą włókna określające wytrzymałość, o wysokiej twardości i stabilności temperaturowej na bazie węgla (komponenty wzmacniające), umieszczone w ciągliwym materiale macierzystym o małej odporności na temperaturę. Różne włókna węglowe mogą być przy tym w różny sposób połączone z możliwymi do zastosowania polimerowymi materiałami macierzystymi. Uzyskuje się w ten sposób dużą liczbę kombinacji materiałowych, częściowo znacznie różniących się właściwościami. Materiały te są określane ogólnym pojęciem CFK.

W celu możliwie efektywnego wykorzystania korzystnego profilu właściwości, włókna węglowe stosuje się dzisiaj w postaci włókien ciągłych, przy czym zawartość objętościowa włókien wynosi od 50 do 65%.

Tworzywa sztuczne, wzmocnione włóknem węglowym, znajdują zastosowanie w pierwszym rzędzie w lotnictwie (np. elementy usterzenia pionowego, elementy usztywniające, płyty hamulcowe) albo w budowie maszyn, gdzie dąży się do zredukowania bezwładności masy albo dobrego tłumienia (części maszyn o wysokiej dynamice). Inną dziedziną zastosowania tych materiałów jest branża artykułów sportowych i rekreacyjnych (np. rakiety tenisowe, deski surfingowe, ramy rowerów).

4.7 Identyfikacja, właściwości i nazwy tworzyw sztucznych

Identyfikacja tworzyw sztucznych na podstawie cech wewnętrznych jest o wiele trudniejsza niż metali. Metale mają charakterystyczną barwę własną, której tworzywa sztuczne nie posiadają, bowiem mogą być barwionie na różne kolory.

W poniższym przeglądzie podano kilka cech rozpoznawczych tworzyw sztucznych.

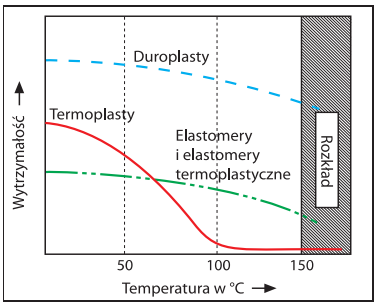
Ozn. skrótowe	Nazwa	Kilka nazw handlowych i markowych	Wygląd	Właściwości mech.	Ocena objawów palnych		Zapach oparów
					zapalność	rodzaj i barwa płomienia	
Termoplasty							
PA PA 6 PA 66	poli-amid	nylon, grilon, grilamid, akulon, ultramid, trogamid, vestamid	biały, mleczny	twardy, wytrzymały, ciągliwy	trudnozapalny, "strzela", kropli, występują ciągnące się włókna, po zapaleniu płomień rozprzestrzenia się	niebieskawy, obrzeże żółte	spalony róg
PC	poli-węglan	macrolon, leksan, plastocarbon			kopci, pali się płomieniem, gaśnie poza miejscem zapłonu	świecący	podobny do fenolu
PE	poli-etylen	ertalene, hostalen, lipolen	mleczny, prześwieca-jący	wydłużalny i elastyczny	podczas palenia występuje kroplenie	żółty z niebieskim rdzeniem	podobny do parafiny

Tabela 1.24 Cechy rozpoznawcze tworzyw sztucznych

Tabela 1.24 Cechy rozpoznawcze tworzyw sztucznych - ciąg dalszy

Ozn. skrótowe	Nazwa	Kilka nazw handlowych i markowych	Wygląd	Właściwości mech.	Ocena objawów palnych		Zapach oparów
					zapalność	rodzaj i barwa płomienia	
Termoplasty							
PMMA	poli metakrylan metylu	pleksiglas, perspeks, diakon, lucite	bezbarwny, całkowicie przezrocz.	wytrzymały i niełamliwy	"strzela", płomień rozprzestrzenia się po zapaleniu	świecący	owocowy, słodkawy
POM	poli-oksymetylen	ertacetal, polyfyde, delrin			podczas palenia kropli, po zapaleniu płomień się rozprzestrzenia	bladoniebieski	podobny do formaldehydu, ostry
PTFE	poli-cztero-fluoroetylen	teflon, hostaflon, fluon	mleczno-biały, nieprzezrocz.	wytrzymały i ciągliwy	zwęgla się		ostry
PP	polipropylen	hostalen PP, vestolen, luperen			podczas palenia kropli, po zapaleniu płomień się rozprzestrzenia	żółty z niebieskim rdzeniem	podobny do parafiny
PS	polistyren	trolitul, styron, styropor	bezbarwny, całkowicie przezrocz.	twardy i kruchy	silnie kopcący (płatki)	świecący, z żółtą poświatą i migocący	podobny do styrenu, słodkawy
PVC	poli-chlorek winylu	westolit miękki, mipolam miękki, sofleks, hostalit, vinnol, vinofleks	nieprzezrocz. przeświecający, bezbarwny	wytrzymały i nieelastyczny	kopcący	świecący, z żółtą poświatą i migocący	ostry, przypom. kwas solny
Duroplasty							
EP	żywice epoksydowe	araldit, grilonit, epikote, trolon	bezbarwny, przeświec. do żółego	twarda i ciągliwa	kopcący, płomień rozprzestrzenia się po zapaleniu	żółty	nieokreśl., zależny od utwardz.
MF	żywica melaminowo-formaldehydowa	madurit, melan, supraplas			zwęgla się, białe krawędzie, trudno zapalna lub pali się płomieniem, gaśnie poza miejscem zapłonu	gaśnie	rybny, przypalone mleko
PF	żywice fenolowe i amonowe	bakelit, durophen, novolacke	żółtawy do brązowego	twarda, łamliwa	kopcący, trudno zapalny lub pali się płomieniem, gaśnie poza miejscem zapłonu	gaśnie	podobny do fenolu
PUR	poliuretany usieciowane	vulkollan, contilan, moltop	bezbarwny, przeświec. do żółtego	twarda i ciągliwa, aż do elastyczności podobnej do gumy	pieni się, płomień rozprzestrzenia się po zapaleniu	świecący o żółtej poświacie, migocący	ostry
UP	poliester nienasycony	leguval, vestopal, artrite, acrest	żółtawy do brązowego	twardy, łamliwy	kopcący, płomień rozprzestrzenia się po zapaleniu	świecący o żółtej poświacie, migocący	podobny do styrenu, ostry

Pod względem zachowania się pod wpływem ciepła rozróżnia się duroplasty i termoplasty. Duroplasty poddane wpływowi ciepła na ogół nie zmieniają swoich właściwości. Natomiast termoplasty zmieniają swoje właściwości mechaniczne, miękną i zaczynają płynąć, na długo przed rozpoczęciem się rozkładu.

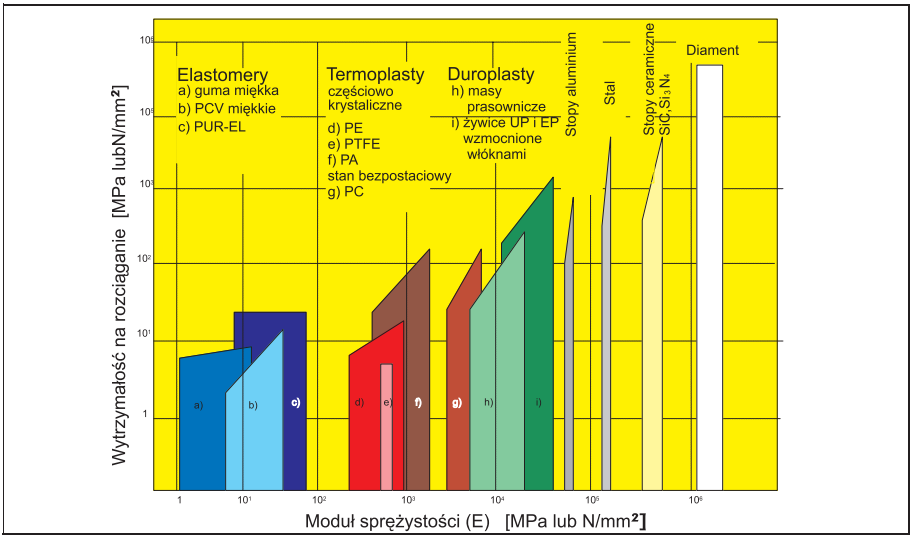


Rys. 1.24 Zmiana wytrzymałości tworzyw sztucznych przy ogrzewaniu

Na poniższym rysunku przedstawiono zmianę wytrzymałości tworzyw sztucznych przy ogrzewaniu.

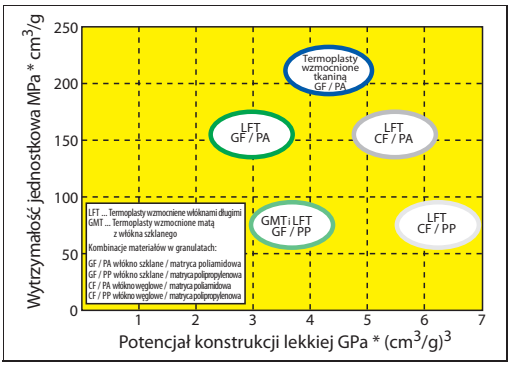
Na *Rys. 1.25* przedstawiono przegląd wytrzymałości i sztywności różnych metali i tworzyw sztucznych. Jeżeli weźmie się pod uwagę wartości liczbowe modułu sprężystości, wówczas stanie się widoczne, że tworzywa sztuczne odróżniają się pod tym względem jeszcze niekorzystniej, niż w aspekcie wytrzymałości. Ich moduł sprężystości jest np. o wiele mniejszy niż moduł sprężystości aluminium. Ze względu na niewielką wartość modułu sprężystości, trzeba się liczyć z istotnie większymi odkształceniami niż w przypadku metali, zwłaszcza tam, gdzie występują obciążenia wyboczeniowe i zginające.

Jednak w wielu wypadkach brak sztywności lub wynikająca z tego odkształcalność nie odgrywają istotnej roli. Tworzywa sztuczne pochłaniają dużą wartość pracy odkształcenia i wskutek tego wykazują się dobrą charakterystyką tłumienia (tłumienie wykazywane przez tworzywa sztuczne jest 9-, 10-krotnie większe niż metali). Jest to np. decydująca cecha przy tłumieniu dźwięku pracy ruchomych części (np. kół zębatych).



Rys. 1.25 Wytrzymałość i sztywność różnych materiałów

Ze względu na występującą orientację kierunkową włókien w wypraskach, właściwości mechaniczne można porównywać ze sobą tylko warunkowo. Na poniższym przeglądzie (rys. 1.26) naniesiono wytrzymałość jednostkową w funkcji potencjału konstrukcji lekkich, określonego przez iloraz modułu sprężystości podłużnej i gęstość w trzeciej potędze. Przy porównywalnej wytrzymałości jednostkowej możliwe jest uzyskanie znacznego wzrostu potencjału konstrukcji lekkiej przez zmianę rodzaju stosowanych włókien.



Rys. 1.26 Klasyfikacja różnych tłoczyw prasowanych według wytrzymałości jednostkowej i potencjału konstrukcji lekkiej

4.8 Skrawalność tworzyw sztucznych

4.8.1 Skrawalność termoplastów i duroplastów

W porównaniu z metalami tworzywa sztuczne są bardzo łatwo skrawalne. Jednak właściwości materiałowe tworzyw sztucznych powodują, że istnieje kilka cech szczególnych, które opisano poniżej.

Ze względu na złą przewodność cieplną i względnie niską temperaturę topnienia większości tworzyw sztucznych, trzeba zwracać uwagę na to, aby podczas obróbki wytwarzana i przenoszona na obrabiany przedmiot była możliwie mała ilość ciepła. Dla zapobieżenia skutkom przegrzania tworzywa sztucznego (odbarwienie, nadtopienie powierzchni, deformacja), należy przede wszystkim przestrzegać poniższych kryteriów:

- Ostrza narzędzi muszą znajdować się zawsze we właściwym stanie i muszą być ostre.
- Kąt przyłożenia musi być dostatecznie duży, tak aby zawsze do obrabianego przedmiotu przylegało tylko ostrze, w celu uniknięcia tarcia (porównaj również *Tabela 1.24*).
- Należy dbać o właściwe odprowadzanie wiórów, aby uniknąć spiętrzeń ciepła.
- Środki chłodzące z reguły nie są konieczne, jednak stosuje się je przy wytwarzaniu dużej ilości ciepła i do odprowadzania wiórów (np. przy wierceniu i gwintowaniu). Można używać do tego zwykłych środków chłodzących lub emulsji wiertarskiej. Przy obróbce tworzyw mających skłonność do pękania naprężeniowego, jak np. PC, należy używać do chłodzenia wody albo sprężonego powietrza.

Jeśli chodzi o stosowane obrabiarki, to przekroje, listwy i długie profile albo przedmioty poddawane obróbce zgrubnej należy obrabiać na obrabiarkach do drewna. Do obróbki przez frezowanie i toczenie sprawdziły się obrabiarki używane do obróbki metali lekkich.

Na narzędzia dobrze nadają się do skrawania występujące w handlu płytki ze stopów twardych oraz narzędzia ze stali HSS. Stosunkowo niewielka twardość nie stawia żadnych szczególnych wymagań jakości materiału narzędzi skrawających. Geometrię ostrzy, stosowaną do obróbki metali i drewna, można zastosować bez zmian przy skrawaniu tworzyw sztucznych. W tych warunkach prawie niezauważalne jest zużycie krawędzi skrawających i tym samym trwałość jest prawie nieograniczona.

Występujące siły skrawania są istotnie niższe niż w przypadku skrawania metali. W związku z tym wystarczają również mniejsze siły mocowania. Zbyt duże siły mocowania powodują często odkształcenia obrabianych przedmiotów (zwłaszcza cienkościennych).

Tolerancje obróbki przedmiotów z tworzyw termoplastycznych są o wiele większe, niż stosowane przy obróbce części metalowych. Powodem jest istotnie większy współczynnik rozszerzalności cieplnej tworzyw sztucznych, zmiana objętości wskutek wchłaniania wilgoci i odkształcenia, występujące w czasie obróbki, z powodu uwalniania się naprężeń szczątkowych.

	Toczenie	**Frezowanie**	**Wiercenie**	**Cięcie**			
				Piły taśmowe		**Piły tarczowe**	
Materiał narzędzia skrawającego	SS	SS	SS	SS	HM	SS	HM
Kąt przyłożenia α [°]	5 ... 15	5 ... 15	3 ... 10	30 ... 40	10 ... 15	30...40	10...15
Kąt natarcia γ [°]	0 ... 10	10 ... 15	3 ... 5	0 ...8		5 ... 8	0 ... 5
Kąt ustawienia noża tokarskiego κ_r [°]	45 ... 60	–	–	–		–	
Kąt wierzchołkowy wiertła σ [°]	–	–	60...90 (110)	–		–	
Podziałka zębów T [mm]	–	–	–	2 ...8			
Prędkość skrawania v_c [m/min]	200 ... 500	400 ... 800	50 ... 100	50 ... 500		1000 ... 3000	
Posuw f [mm/obr]	0,1 ... 0,5 [1)]	0,05 [2)]	0,1 ... 0,5	–		–	

1) Głębokość skrawania a_p do 6 mm
2) Posuw na ostrze [mm/ząb]

Tabela 1.25 Geometria narzędzi, prędkości skrawania i posuwy przy skrawaniu tworzyw sztucznych

Gwintowanie przy użyciu normalnych narzędzi nie stwarza żadnych trudności. Nie należy przekraczać kąta natarcia 0°. Jeżeli śruby są często odkręcane, zwoje gwintu mogą ulec uszkodzeniu. W przypadku rzadko odkręcanych połączeń sprawdziły się śruby samogwintujące (nie dotyczy to wkrętów samogwintujących do blach).

4.8.2 Skrawalność tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknami (FVK)

Typowymi zadaniami obróbkowymi w dziedzinie kompozytów włóknistych są obróbka wykańczająca i kształtowanie powierzchni funkcjonalnych. Ze względu na dużą liczbę kombinacji włókien i matryc, w związku ze specyficznymi dla kompozytów czynnikami wpływu, poszczególne aspekty skrawania mogą być często rozpatrywane tylko w połączeniu z jednym wariantem kompozytu.

W przeciwieństwie do duroplastów, które pozostają w stanie stałym aż do osiągnięcia temperatury rozkładu, termoplasty miękną powyżej temperatury 200°C. Dlatego niska odporność termiczna materiałów macierzystych ulega jeszcze większemu zmniejszeniu. Nadtopiony materiał macierzysty może także kleić się do ostrza narzędzia, co powoduje wzrost jego zużycia.

W porównaniu z tkaninami włóknistymi, obróbka laminatów wzmocnionych matami włóknistymi jest nieporównywalnie łatwiejsza. Podczas gdy w przypadku wzmocnienia matami trzeba jedynie pokonać wytrzymałość włókien na rozciąganie i zginanie, to w przypadku tkanin dochodzi do tego wzmacniające działanie struktury tekstylnej. Do obróbki skrawaniem tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknami konieczne są więc takie materiały narzędzi skrawających, które posiadają dużą odporność na zużycie abrazyjne. Do materiałów tych zaliczają się, oprócz stopów twardych (gatunek K), kryształy azotku boru (CBN) i polikrystaliczny diament (PKD) - patrz także rozdział Podstawy.

Stopy twarde wykazują wprawdzie dużą elastyczność pod względem geometrii ostrza i są tanie w produkcji, ale ich trwałość przy obróbce tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknami jest na ogół o wiele mniejsza niż polikrystalicznego diamentu. Dzięki istotnie większej twardości i przewodności cieplnej PKD, w porównaniu ze stopami twardymi i kryształami azotku boru, materiał ten stosuje się zwłaszcza do obróbki tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknami. Z uwagi na stosunkowo wysoki koszt PKD, alternatywę stanowią narzędzia ze stopów twardych, powlekane diamentem.

Zużycie występuje zwłaszcza na powierzchni przyłożenia zaokrąglonych krawędzi skrawających, a w przypadku zastosowania niepowlekanych stopów twardych także w formie niewielkiego zużycia żłobkowego (patrz także rozdział Podstawy). Niepowlekany stop twardy, wskutek dużego obciążenia ściernego, zużywa się silnie na powierzchni przyłożenia, co powoduje zwiększenie powierzchni tarcia pomiędzy obrabianym przedmiotem a narzędziem. Prowadzi to do podwyższenia temperatury skrawania i do rozkładu macierzystego tworzywa sztucznego. Narzędzia powlekane diamentem albo diamentowe zużywają się wskutek zaokrąglenia krawędzi skrawających i mikrowykruszeń, aż do zniszczenia ostrza wskutek dużych odprysków.
Jeśli chodzi o geometrię ostrzy, to należy zabiegać aby wyszczerbienie ostrzy i promień zaokrąglenia były niewielkie.

Z uwagi na wyraźną kruchość włókien szklanych i węglowych, geometria narzędzi może odpowiadać geometrii stosowanej do obróbki metali (porównaj też *Tabela 1.25*).

Do frezowania przedmiotów wykonanych z tworzyw sztucznych zawierających ukierunkowane włókna długie należy stosować dwuostrzowe frezy bez linii śrubowej, z bardzo ostrymi ostrzami, gdyż tylko takie narzędzia umożliwiają dokładne oddzielenie włókien. Korzystny okazał się kąt ostrza β około 75° przy kącie natarcia γ wynoszącym 0°. Zmniejszenie kąta natarcia i tym samym "ostrzejsze" ostrze są korzystne tylko przez krótki czas, gdyż towarzyszy im większe zużycie.

Siły skrawania są bardzo małe w porównaniu z obróbką metali. Występuje jednak silna zależność jakości obróbki od ukierunkowania włókien. Zasadniczo trzeba zwrócić uwagę na wynikające z właściwości materiału trudności przy skrawaniu CFK, związane z niejednorodnością struktury materiału oraz dużą abrazyjnością włókien węglowych. Powoduje to, że przebieg skrawania jest bardzo odmienny od obróbki metali. W przypadku włókien węglowych wynika to z kruchej i bardzo twardej charakterystyki pękania, co wywiera wpływ na skrawalność.

	Toczenie	Frezowanie	Wiercenie	Cięcie	
				Piły taśmowe	Piły tarczowe
Materiał narzędzia skrawającego	HM / PKD	HM / PKD	HM / PKD	HM / PKD	HM / PKD
Kąt przyłożenia α [°]	5 ... 10	5 ... 10	6 ... 8	25 ... 40	10 ... 15
Kąt natarcia γ [°]	10 ... 15	5 ... 15	6 ... 10	0 ... 8	0 ... 15
Kąt ustawienia noża tokarskiego κ_r [°]	45 ... 60	–	–	–	–
Kąt wierzchołkowy wiertła σ [°]	–	–	90 ... 120	–	–
Podziałka zębów T [mm]	–	–	–	4 ... 6	8 ... 25
Prędkość skrawania v_c [m/min]	... 400	1000 ... 1500	100 ... 120	300	1000 ... 3000
Posuw f [mm/obr.]	0,05 ... 0,5[1)]	0,05[2)]	0,1 ... 0,3	–	–

Wskazówka: Wszystkie wartości należy traktować jedynie jako wartości orientacyjne. Istnieje duża zależność parametrów skrawania od rodzaju i ukierunkowania włókien.

1) Głębokość skrawania a_p do 10 mm

2) Posuw na ostrze [mm/ząb]

Tabela 1.26 Geometria narzędzi, prędkości skrawania i posuwy przy obróbce tworzyw sztucznych wzmocnionych włóknami

5 Ocena właściwości na podstawie pomiaru twardości materiału

Twardość we wszystkich metodach pomiaru jest podawana jedynie jako wartość liczbowa, bez jednostek. Zamiast jednostki podaje się za wartością liczbową skrót metody badań. Niekiedy do wartości liczbowej dodaje się jednostkę N/mm^2. Ten sposób zapisu nie odpowiada zwykle stosowanym metodom badania twardości według DIN.

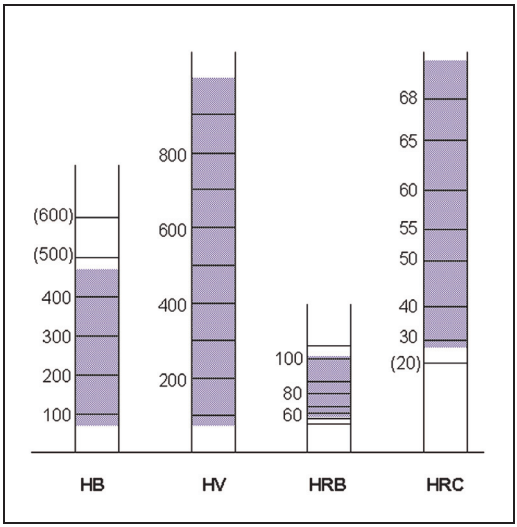
5.1 Badanie twardości metali

5.1.1 Statyczne metody badania twardości

W statycznych metodach pomiaru obciążenie pomiarowe jest przykładane uderzeniowo i działa na próbkę przez określony czas. Po odciążeniu dokonuje się pomiaru powstałego odcisku.

Nazwa	Norma	Oznaczenie skrótowe	Opis	Zastosowanie
Pomiar powierzchni odcisku				
Metoda BRINELLA	DIN EN ISO 6506-1	HB	Określanie średnicy odcisku wykonanego przez kulkę ze stopów twardych	Tylko do materiałów miękkich, twardość najwyżej 450 HB
Metoda VIKKERSA	DIN ISO 4516, DIN EN ISO 6507-1	HV	Określanie kwadratowej powierzchni odcisku wykonanego przez ostrosłup diamentowy	Zastos. uniwersalne, do b. miękkich i b. twardych materiałów, części cienkich i warstw. Wartość twardości od 3 HV (np. ołów), do 1800 HV (stop twardy) i 3599 HV (CBN).
Pomiar głębokości odcisku				
Metoda ROCKWELLA B	DIN EN ISO 6508-1	HRB	Określanie głębokości odcisku wykonanego przez kulkę ze stopów twardych	Do materiałów średniej twardości, np. stali o małej zawartości węgla albo mosiądzu. Wartość twardości od 35 HRB do 100 HRB.
Metoda ROCKWELLA C		HRC	Określanie głębokości odcisku wykonanego przez stożek diamentowy	Przeważnie do stali hartowanych i odpuszczanych. Metoda stos. najczęściej do pomiaru równomierności obróbki cieplnej. Dopuszczalne wartości od 20 HRC do 70 HRC.

Tabela 1.27 Metody badania twardości metali według DIN



Rys 1.27 Porównanie wyników pomiarów twardości według DIN 50 150

5.1.2 Porównanie wyników pomiarów twardości

Dokładnie porównywalne są jedynie wyniki pomiarów uzyskane przy zastosowaniu tej samej metody, w takich samych warunkach. Porównanie wyników pomiarów twardości, uzyskanych różnymi metodami, jest dopuszczalne tylko dla podobnych materiałów.
Na *Rys.1.27* porównano skale wartości czterech stosowanych metod pomiaru.
Porównanie dotyczy stali i odpowiada tabelom porównawczym twardości według DIN.
DIN 50 150 przewiduje sposób szacowania wytrzymałości stali na rozciąganie na podstawie twardości mierzonej metodą Vickersa.
Wytrzymałość na rozciąganie dla materiałów o twardościach w zakresie od 80 do 650 HV, R_m (w N/mm^2) wynosi średnio:

$$R_m = c \cdot \text{HV (albo HB)} \qquad \text{(równ. 1.2)}$$

Współcz. c w szacowaniu wytrzymałości na rozciąganie Rm jest najczęściej proponowany w wysokości:

$c \approx 3{,}5$ do stali,
$c \approx 5{,}5$ do Cu i stopów Cu wyżarzonych,
$c \approx 4{,}0$ do Cu i stopów Cu poddanych obróbce plastycznej na zimno,
$c \approx 3{,}7$ do Al i stopów Al.

5.2 Badanie twardości tworzyw sztucznych

Najważniejsze metody badań twardości polegają, w przypadku tworzyw sztucznych, tak samo jak przy pomiarze metali, na ustaleniu twardości oznaczonej przez wciskanie. Metody badań stosowane do tworzyw sztucznych pochodzą z metod opracowanych pierwotnie do metali.

5.2.1 Twardość tworzyw sztucznych twardych oznaczana przez wciskanie kulki

W porównaniu z metalami tworzywa sztuczne wykazują wyraźny nienewtonowski charakter odkształcenia. Po zwolnieniu obciążenia wgłębnika momentalnie cofa się odkształcenie sprężyste, a następnie stopniowo cofa się odkształcenie o charakterze nienewtonowskim. Wskutek tego zmierzona głębokość odcisku (i obliczona na tej podstawie twardość) zależy nie tylko od czasu obciążenia, ale również od czasu, który upłynął od momentu zwolnienia obciążenia.

Przy pomiarze twardości tworzyw sztucznych lepiej jest więc pozostawić wgłębnik przez pewien czas pod obciążeniem i następnie zmierzyć całą głębokość odcisku (sprężystą, częściowo nienewtonowską i nienewtonowską) pod obciążeniem. Na tej zasadzie określa się zarówno zmodyfikowaną twardość Rockwella α, jak również zwykle stosowaną twardość oznaczaną przez wciskanie kulki (DIN 53456).

Należy zwrócić uwagę, że wyników pomiarów, w których mierzy się całkowity odcisk (twardość według metody Rockwella α, twardość oznaczana przez wciskanie kulki) nie można porównać z wynikami, których podstawę stanowi trwały odcisk (twardość określana metodą Rockwella, Brinella i Vickersa). Chodzi przy tym o dwie zasadniczo różne metody badań.

W poniższej tabeli przedstawiono twardość różnych tworzyw termoplastycznych i duroplastycznych, oznaczoną przez wciskanie kulki. Dla porównania podano twardość niektórych metali, określoną metodą Brinella.

Grupa materiałowa GARANT	Oznaczenie	Rodzaj tworzywa sztucznego	Twardość oznaczona przez wciskanie kulki [N/mm^2]
Termoplasty			
20.0	PA 6/6	poliamid	60 do 80
	PE o małej gęstości	Polietylen	14 do 20
	PE o dużej gęstości	Polietylen	18 do 30
	PP	Polipropylen	65 do 80
	PS	polistyren	110
	PVC twarde	polichlorek winylu	120
Duroplasty			
20.1	EP	żywica epoksydowa	150 do 180
	PF (wypraski)	żywica fenolowa	130
	UP	żywica poliestrowa	130 do 200
Metale			
17.0 do 17.2	stopy aluminium		900 do 1100
18.1 i 18.2	mosiądz		700 do 1400
18.3 do 18.6	brąz		600 do 1800
15.0 do 15.3	żeliwo		1400 do 2400
10.0 do 10.2	stal hartowana		1300 do 2500

Tabela 1.28 Twardość różnych rodzajów tworzyw sztucznych i metali oznaczona przez wciskanie kulki

5.2.2 Twardość miękkich tworzyw sztucznych według Shore'a

Do pomiaru twardości zmiękczonych tworzyw sztucznych albo tworzyw podobnych do gumy stosuje się zwykle prostą, lecz niezbyt dokładną metodę badania twardości według Shore'a (DIN 53505), w której wgłębnikiem jest trzpień stalowy (o kształcie A, C albo D). Głębokość penetracji odczytuje się na czujniku zegarowym (jednostki twardości Shore od zera = brak oporu, to znaczy maksymalny odcisk, do sto = bardzo duży opór, to znaczy brak odcisku).

Twardość według Shore'a, kształt A (stożek ścięty) DIN 53505	**Twardość według Shore'a, kształt C (stożek ścięty) DIN 53505**	**Twardość według Shore'a, kształt D (stożek) DIN 53505**	**Twardość α– Rockwella kształt B ASTM D 785**	**Twardość oznaczona przez wciskanie kulki [N/mm^2] DIN 53456**
Zwłaszcza do miękkich tworzyw sztucznych	Do miękkich, ale stosunkowo sztywniejszych tworzyw sztucznych, zwłaszcza w celu dalszego zróżnicowania twardości		Zwłaszcza dla twardych tworzyw sztucznych	
40	–	–	–	–
45	–	–	–	–
50	–	–	–	–
55	–	–	–	–
60	–	–	–	–
65	–	17	–	–
70	36	22	–	–
75	43	28	–	–
80	50	30	–	4,8
85	57	34	–	6
90	65	38	–	8,5
–	70	43	–	11
93	75	48	–	13
–	80	51	–	15
–	85	53	–	18,5
–	90	55	–	20
–	–	57	–	25
–	–	59	46	30
–	–	61	–	35

Tabela 1.29 Porównanie liczbowych wartości twardości

Tabela 1.29 Porównanie liczbowych wartości twardości - ciąg dalszy

Twardość według Shore'a, kształt A (stożek ścięty) DIN 53505	**Twardość według Shore'a, kształt C (stożek ścięty) DIN 53505**	**Twardość według Shore'a, kształt D (stożek) DIN 53505**	**Twardość α– Rockwella kształt B ASTM D 785**	**Twardość oznaczona przez wciskanie kulki [N/mm^2] DIN 53456**
Zwłaszcza do miękkich tworzyw sztucznych	Do miękkich, ale stosunkowo sztywniejszych tworzyw sztucznych, zwłaszcza w celu dalszego zróżnicowania twardości		Zwłaszcza do twardych tworzyw sztucznych	
–	95	64	–	40
–	–	67	–	45
–	–	71	85	50
–	–	74	88	60
–	–	77	90	70
–	–	80	93	80
–	–	83	96	90
–	–	86	97	100
–	–	90	100	120
–	–	–	103	140
–	–	–	106	160
–	–	–	109	180
–	–	–	113	200
–	–	–	117	220
–	–	–	122	240

Spis treści



1 Skrawalność 96

1.1 Procesy zachodzące przy powstawaniu wióra 96
1.1.1 Model tworzenia się wióra 96
1.1.2 Spęczanie wióra 97
1.1.3 Rodzaje wiórów 98
1.1.4 Kształt wiórów 99
1.1.5 Parametry warstwy skrawanej i procesu skrawania (np. toczenia wzdłużn.) 101
1.1.6 Tworzenie się narostów 102
1.2 Zużycie narzędzia 103
1.2.1 Przyczyny zużycia 103
1.2.2 Postacie zużycia 104
1.2.2.1 Zużycie powierzchni przyłożenia 105
1.2.2.2 Zużycie rowkowe 105
1.2.2.3 Odkształcenie plastyczne 106
1.2.2.4 Zużycie żłobkowe 107
1.2.2.5 Pęknięcia podłużne 107
1.2.2.6 Wykruszenie ostrza 108
1.3 Parametry trwałości - okres trwałości 109
1.3.1 Wykres i równanie okresu trwałości 109
1.3.2 Czynniki wpływające na okres trwałości 111
1.4 Siła skrawania i kryteria doboru mocy 114
1.4.1 Siła skrawania 114
1.4.1.1 Składowe siły skrawania 114
1.4.1.2 Siła skrawania i właściwy opór skrawania 116
1.4.1.3 Wielkości wpływające na wartość siły skrawania i właściwego oporu skrawania 121
1.4.1.4 Siła posuwowa i siła odporowa 122
1.4.2 Moc i moment obrotowy 124
1.4.3 Objętość mat. skrawanego w jednostce czasu i jednostkowa obj. skraw. mat. 125
1.4.4 Określanie zapotrzebowania mocy 125
1.5 Jakość powierzchni 126

2 Nowoczesne technologie produkcji 128

2.1 Skrawanie z wysokimi prędkościami (HSC) 129
2.1.1 Określenia i uwarunkowania 129
2.1.2 Czynniki procesu 130
2.2 Skrawanie wysokowydajne (HPC) 132
2.2.1 Cel skrawania wysokowydajnego 132
2.2.2 Skrawanie wysokowydajne na przykładzie frezowania 133
2.3 Obróbka skrawaniem na sucho 134
2.3.1 Celowość, efekty i właściwości 134
2.3.2 Narzędzia do obróbki na sucho 136

2.4 Smarowanie minimalne 137
2.5 Skrawanie materiałów twardych 139
2.5.1 Cechy szczególne, wymagania i możliwości 139
2.5.2 Skrawanie twardych materiałów na przykładzie frezowania 140

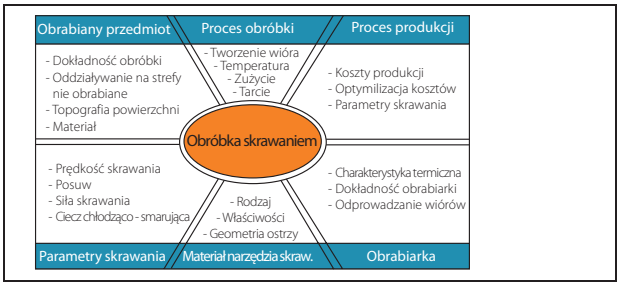
3 Materiały na narzędzia skrawające i powłoki 142

3.1 Podział materiałów na narzędzia skrawające 142
3.1.1 Wysokowydajne stale szybkotnące (HSS), stale proszkowe (PM) 144
3.1.2 Stopy twarde (HM albo VHM) 146
3.1.3 Cermetale 147
3.1.4 Polikrystaliczne, regularne azotki boru (PKB albo CBN) 148
3.1.5 Diament polikrystaliczny (PKD) 150
3.2 Powlekanie 151
3.2.1 Metody powlekania 151
3.2.2 Powłoki 152
3.3 Przegląd materiałów na narzędzia skrawające 153
3.3.1 Materiały GARANT do toczenia - ISO 153
3.3.2 Materiały GARANT na narzędzia do frezowania 154
3.3.3 Materiały SECO na narzędzia toczenia - ISO 156
3.3.4 Materiały SECO na narzędzia do frezowania 157
3.3.5 Materiały KOMET na płytki skrawające 159



1 Skrawalność

O wyniku procesu obróbki skrawaniem decyduje szereg czynników, powstających z wzajemnego oddziaływania obrabianego przedmiotu, narzędzia i obrabiarki oraz procesu tworzenia wióra. Część prawdopodobnych czynników wpływu przedstawiono na *Rys. 2.1*.



Rys. 2.1 Czynniki wpływające na proces obróbki wiórowej

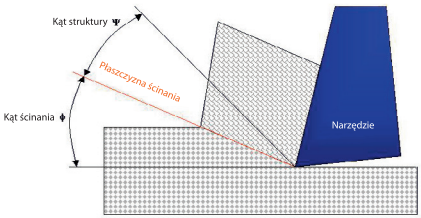
1.1 Procesy zachodzące przy powstawaniu wióra

1.1.1 Model tworzenia się wióra

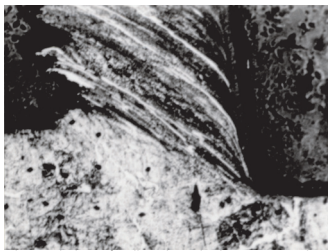
W **procesie tworzenia wióra** klin ostrza wnika w materiał obrabianego przedmiotu, który wskutek tego ulega odkształceniom sprężystym i plastycznym. Po przekroczeniu granicy plastyczności i wytrzymałości na rozrywanie, w obszarze strefy ścinania rozpoczyna się tworzenie wióra (ścinanie lub płynięcie materiału). Kąt pomiędzy płaszczyzną ścinania a kierunkiem skrawania jest kątem ścinania Φ (por. *Rys. 2.2*, z lewej strony). Przy powstawaniu wióra następuje zmiana orientacji kryształów w kierunku poślizgu. Można ją zauważyć w postaci linii struktury w tzw. strefach odkształceń obrabianego materiału, poprzedzających powstanie wióra (*Rys. 2.2*, z prawej strony). Linie te tworzą z płaszczyzną ścinania kąt struktury Ψ. Z modelu opracowanego przez Merchanta (por. *Rys. 2.2* i *2.3*) wynika poniższa zależność na określanie kąta ścinania Φ.

$$\operatorname{tg}\Phi = \frac{\cos\gamma}{\lambda_h - \sin\gamma} \qquad \text{(równ. 2.1)}$$

Φ kąt ścinania
γ kąt natarcia
λ_h spęczenie wióra



Model MERCHANTA



Zdjęcie zgładu strefy odkształceń obrab.mat., poprzedzającej powstanie wióra

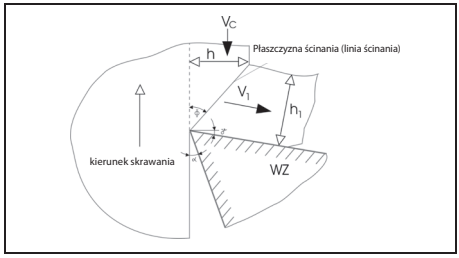
Rys. 2.2 Schemat procesu tworzenia się wióra

1.1.2 Spęczanie wióra

Wartość spęczenia wióra zależy od odkształcalności materiału i geometrii klina ostrza. W wyniku procesów spęczania przy skrawaniu z grubości skrawanej warstwy h powstaje grubość wióra h_1, która ze względu na spęczanie jest zawsze większa od grubości warstwy skrawanej h. **Spęczeniem grubości wióra** określa się stosunek grubości wióra h_1 do grubości warstwy skrawanej h. Spęczenie grubości wióra λ_h jest zawsze > 1 i oblicza się je w następujący sposób:

$$\lambda_h = \frac{h_1}{h} > 1$$

λ_h spęczenie grubości wióra (równ. 2.2)
h grubość warstwy skrawanej [mm]
h_1 grubość wióra [mm]



Rys. 2.3
Schemat spęczania wióra (według Merchanta)

Ogólnie obowiązują zależności:

Rozszerzenie wióra:

$$\lambda_b = \frac{b_1}{b} \approx 1$$

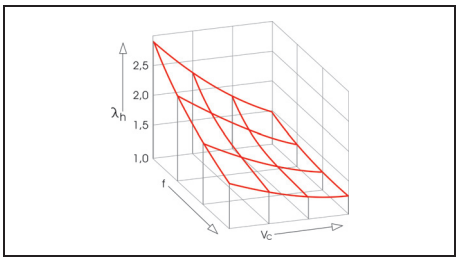
λ_b rozszerzenie wióra (równ. 2.3)
b szerokość warstwy skrawanej [mm]
b_1 szerokość wióra [mm]

Skrócenie wióra:

$$\lambda_l = \frac{l_1}{l} < 1$$

λ_l skrócenie wióra (równ. 2.4)
l długość skrawania [mm]
l_1 długość wióra [mm]

Spęczanie wióra jest czynnikiem bardzo odpowiednim zwłaszcza do oceny porównawczej procesów tworzenia wióra, bowiem jest ono związane ze wszystkimi innymi oddziaływaniami procesu tworzenia wióra (np. siła skrawania, jakość powierzchni). Przy czym wpływ na przebieg procesu wywierają zarówno cechy materiałowe, jak i parametry skrawania. Poniżej przedstawiono zależność pomiędzy spęczeniem grubości wióra λ_h, posuwem f a prędkością skrawania i v_c.

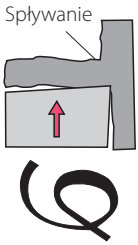


Rys. 2.4
Wpływ posuwu i prędkości skrawania na spęczanie grubości wióra

1.1.3 Rodzaje wiórów

Wskutek oddziaływania procesu powstawania wióra na tworzące się wióry rozróżnia się trzy **rodzaje wiórów.** Poszczególne rodzaje zależą w znacznym stopniu od obrabianego materiału i od warunków powstawania wióra. Rodzaje wiórów (nie należy mylić z kształtami wiórów - rozdział 1.1.4) często przechodzą jeden w drugi.

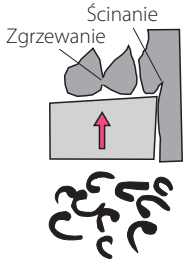
Wiór płynący



Cechy:
- wiór ciągły
- różny stan powierzchni obrobionej
- dolna powierzchnia zawsze gładka
- ciągły proces spływania obrabianego materiału
- elementy wiórów nie zostają oddzielone w strefie ścinania, lecz podlegają ciągłemu przekształcaniu

Warunki:
- ciągliwy materiał przy bardzo korzystnych warunkach skrawania (wysoka prędkość, dodatni kąt natarcia)

Wiór schodkowy

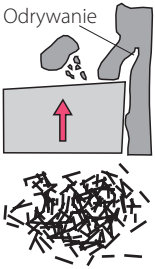


Cechy:
- zauważalne pojedyncze, nie połączone ze sobą elementy wiórów
- powierzchnia silnie ząbkowana

Powstawanie wióra:
- płytki wiórów ulegają tylko nieznacznemu odkształceniu w płaszczyźnie ścinania, zostają od siebie oddzielone, ale następnie ponownie zgrzane

Warunki:
- zakłócony kształt wióra płynącego
- przyczyny zakłóceń: niejednorodność materiału, drgania, za mały kąt natarcia, duża głębokość skrawania, mała prędkość skrawania

Wiór odrywany (odpryskowy)



Cechy:
- pojedyncze, nie związane ze sobą elementy wióra
- chropowata powierzchnia wskutek kruchej struktury (pęknięcie wyprzedzające ostrze)

Powstawanie wióra:
- materiały kruche pękają już po niewielkim odkształceniu w strefie ścinania (np. żeliwo, żeliwo utwardzone, brąz odlewniczy, mosiądz)
- w przypadku bardzo kruchych materiałów całkowity rozpad płytek wióra

Warunki:
- materiały o małej plastyczności (mała prędkość skrawania, ujemny kąt natarcia)

1.1.4 Kształt wiórów

Kształt powstających wiórów zależy od wielu czynników występujących w procesie skrawania. Można je zasadniczo podzielić w następujący sposób:

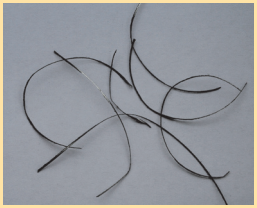
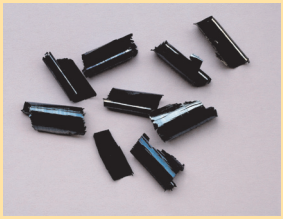
Klasa	Kształt wióra i współczynnik miejsca na wióry R		Ocena
1	Wiór wstęgowy R > 100		Niekorzystny ☹
2	Wiór skłębiony R > 100		
3	Wiór śrubowy R ≈ 60		Zadowalający 😐
4	Wiór śrubowy krótki R ≈ 30		Korzystny ☺

Tabela 2.1 Klasy kształtów wióra - ciąg dalszy na stronie 100.

Tabela 2.1 Klasy kształtów wióra - ciąg dalszy

Klasa	Kształt wióra i współczynnik miejsca na wióry R		Ocena
5	Wiór spiralny segmentowy R ≈ 10		Korzystny ☺
6	Wiór spiralny luźny R ≈ 5		
7 8	Wiór elementowy R ≈ 3 częściowo zgrzany		Zadowalający 😐

W **praktyce przemysłowej** wymagane są wióry krótkie, ponieważ długie wióry wstęgowe stanowią zagrożenie, wióry skłębione mogą uszkodzić narzędzie i obrabiany przedmiot, a jedynie krótkie wióry, ze względu na małe zapotrzebowanie przestrzeni, gwarantują płynne odprowadzanie wiórów. Wpływ warunków skrawania na kształt wiórów przedstawiono zbiorczo w *Tabeli 2.2* i na *Rys. 2.5*.

W celu sklasyfikowania kształtów wiórów według zapotrzebowania przestrzeni, wprowadzono współczynnik miejsca na wióry R.

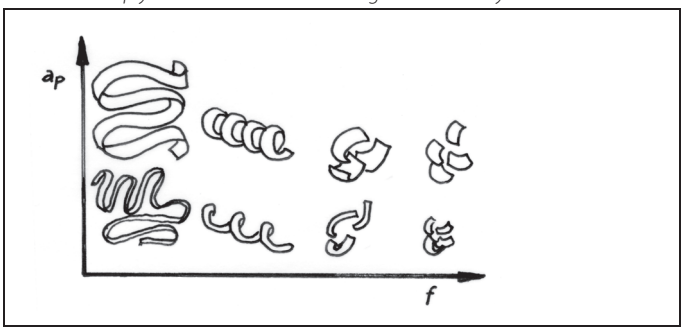
$$R = \frac{Q_{Sp}}{Q_W}$$

R współczynnik miejsca na wióry (równ. 2.5)
Q_{Sp} objętość albo zapotrzebowanie przestrzeni nieuporządkowanych wiórów [mm^3/min]
Q_W oddzielona objętość obrabianego materiału [mm^3/min]

Wióry wstęgowe i skłębione posiadają współczynnik miejsca na wióry R > 100, krótkie wióry odłamkowe R < 3. Korzystne są wióry spiralne o współczynniku miejsca na wióry R = 5 ... 10.

Warunki skrawania	Wpływ na kształt wiórów
Prędkość skrawania	Wzrost prędkości skrawania powoduje pogorszenie kształtu wiórów, w zależności od obrabianego materiału
Posuw	Wzrost posuwu polepsza łamanie wióra, jednak duże posuwy powodują pogorszenie jakości powierzchni
Głębokość skrawania	Im większa jest głębokość skrawania, tym gorsze jest łamanie wióra
Kąt natarcia	Ujemny kąt natarcia powoduje dobre łamanie wióra, jednak gorszą jakość powierzchni
Kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej	Im większy jest kąt przystawienia, tym lepsze jest łamanie wióra
Zwijacze i łamacze wióra	Zwijacze i łamacze wióra poprawiają łamanie wióra (konieczne dopasowanie do procesu)

Tabela 2.2 Wpływ warunków skrawania i geometrii ostrzy na kształt wiórów



Rys. 2.5 Kształty wiórów w zależności od głębokości skrawania (a_p) i posuwu (f)

1.1.5 Parametry warstwy skrawanej i procesu skrawania (np. toczenia wzdłużnego)

Parametry warstwy skrawanej są istotne do określenia obciążenia mechanicznego. Wynikają one z parametrów skrawania (głębokość skrawania a_p i posuw f) i określają przekrój warstwy skrawanej A, leżący prostopadle do kierunku skrawania / prędkości skrawania (por. *Rys. 2.6*). Obowiązują poniższe zależności:

Grubość warstwy skrawanej h:

$$h = \frac{a_p}{\sin \kappa}$$

h grubość warstwy skrawanej [mm] (równ. 2.6)
a_p głębokość skrawania [mm]
κ kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej [°]

Szerokość warstwy skrawanej b (przy prostym ostrzu odpowiada odcinkowi zetknięcia się głównej krawędzi skrawającej z obrabianym przedmiotem):

$$b = f \cdot \sin \kappa$$

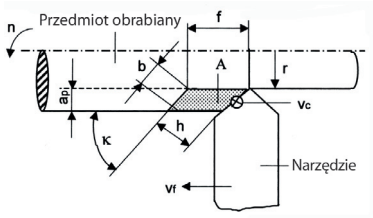
b szerokość warstwy skrawanej [mm] (równ. 2.7)
f posuw [mm/obr.]
κ kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej [°]

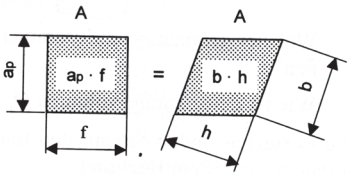
Przekrój warstwy skrawanej A:

$$A = a_p \cdot f = b \cdot h$$

A	przekrój warstwy skrawanej [mm^2]	(równ. 2.8)
a_p	głębokość skrawania [mm]	
f	posuw [mm/obr.]	
b	szerokość warstwy skrawanej [mm]	
h	grubość warstwy skrawanej [mm]	

Parametry skrawania, takie jak głębokość skrawania a_p i posuw f, nastawia się na obrabiarce. Parametry warstwy skrawanej, takie jak szerokość warstwy skrawanej b i jej grubość h, wynikają z kąta przystawienia i z parametrów skrawania a_p i f (por. również *Rys. 2.6*).





v_c *prędkość skrawania*
v_f *prędkość posuwu*
n *prędkość obrotowa*
r *promień obrabianego przedmiotu*

Rys. 2.6 Parametry warstwy skrawanej na przykładzie toczenia i przekrój warstwy skrawanej

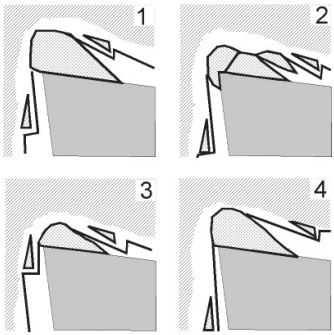
1.1.6 Tworzenie się narostów

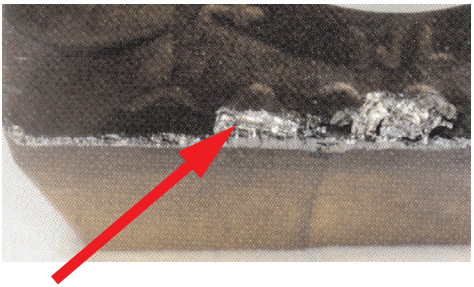
Podczas powstawania wióra silnemu odkształceniu plastycznemu ulegają warstwy materiału obrabianego przedmiotu, które po oddzieleniu tworzą warstwę graniczną, pomiędzy powierzchnią wióra a dolną powierzchnią skrawanej warstwy. Przy skrawaniu może wystąpić w niekorzystnych warunkach proces zgrzewania. Szczególnie przy małych prędkościach skrawania zagraża intensywne **tworzenie się narostów**.

Narosty powstają z silnie odkształconego i utwardzonego materiału obrabianego przedmiotu, który przykleja się do ostrza i przejmuje zadanie krawędzi skrawającej. W zależności od warunków skrawania, na dolnej powierzchni wióra następuje okresowe odrywanie cząstek materiału z powstałego narostu. Ma to niekorzystny wpływ na krawędź skrawającą narzędzia (wykruszenia) i na obrabiany przedmiot (jakość powierzchni, zachowanie wymiarów). Na *Rys. 2.7* przedstawiony jest schemat powstawania narostów.

Zastosowanie optymalnej geometrii ostrzy, dostosowanej do procesu obróbki oraz zoptymalizowanych parametrów skrawania stwarza możliwość zapobieżenia niepotrzebnemu tarciu na powierzchni styku i tym samym podwyższaniu temperatury. Tworzeniu się narostów mogą zwłaszcza zapobiec poniższe **środki**:

- zwiększenie prędkości skrawania,
- zwiększenie kąta natarcia,
- zastosowanie powłok,
- zastosowanie skutecznego chłodzenia.





Narost na powierzchni natarcia narzędzia

Rys. 2.7 Schemat okresowego tworzenia się narostów

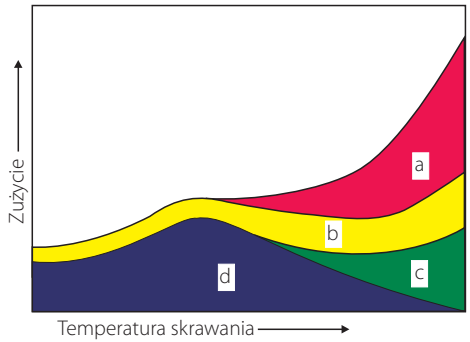
1.2 Zużycie narzędzia

1.2.1 Przyczyny zużycia

Zużycie jest wywołane przez jednoczesne obciążenie mechaniczne i cieplne klina ostrza. Ważniejsze przyczyny zużycia:

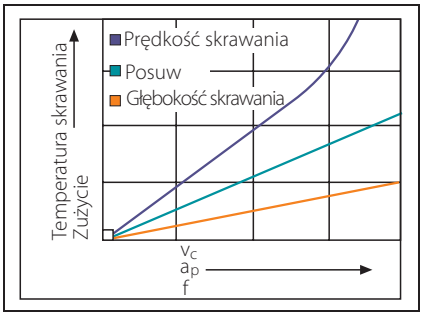
- ścieranie mechaniczne,
- ścinanie miejsc, w których doszło do zgrzewania materiału,
- procesy utleniania,
- dyfuzja.

Przy niskich prędkościach skrawania łatwo skrawalnych materiałów największe znaczenie ma zużycie mechaniczne (ścierne). Przy większych prędkościach skrawania i trudniej skrawalnych materiałach większą rolę odgrywają natomiast takie przyczyny zużycia, jak utlenianie i dyfuzja, wynikające z podwyższonej temperatury *(Rys. 2.8)*.



a dyfuzja
b ścierność (ścieranie mechaniczne, odkształcenie plastyczne)
c utlenianie (tworzenie się zgorzeliny)
d adhezja (ścinanie miejsc, w których doszło do zgrzewania materiału)

Rys. 2.8 Przyczyny zużycia przy skrawaniu (według VIEREGGEGO)



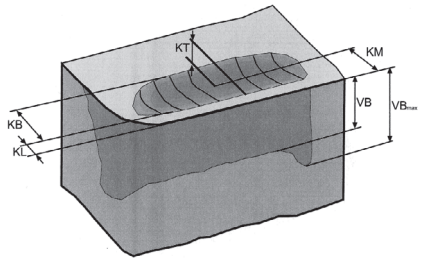
Rys. 2.9 Wpływ warunków skrawania na temperaturę skrawania i zużycie

Jak wynika z *Rys. 2.9.* temperatura skrawania występująca w procesie obróbki wiórowej i występujące zużycie zależą w istotnym stopniu od warunków skrawania. Zwiększenie prędkości skrawania, głębokości skrawania lub posuwu wpływa wprost proporcjonalnie na temperaturę skrawania i zużycie.

1.2.2 Postacie zużycia

Postać poszczególnych **rodzajów zużycia** służy do oceny trwałości narzędzia. Rozróżnia się zasadniczo niżej wymienione rodzaje zużycia:

- zużycie powierzchni przyłożenia,
- zużycie rowkowe,
- odkształcenie plastyczne,
- zużycie żłobkowe,
- wykruszenia,
- pęknięcia podłużne,
- Wykruszenie narzędzia.



VB	szerokość śladów zużycia
VB_{max}	maks. szerokość śladów zużycia
KT	głębokość rowków
KM	rozstaw osi rowków
KB	szerokość rowków
KL	szerokość warg rowków

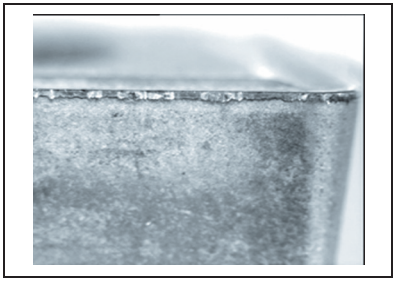
Rys. 2.10 Parametry zużycia na przykładzie noża tokarskiego

1.2.2.1 Zużycie powierzchni przyłożenia

Zużyciem powierzchni przyłożenia określa się w przybliżeniu równomierny ubytek materiału na powierzchni przyłożenia narzędzia. Powierzchnia zużycia przebiega mniej więcej równolegle do kierunku skrawania i jest określana jako szerokość śladów zużycia (VB albo $VB_{maks.}$).

Zużycie występujące na powierzchni przyłożenia narzędzia powoduje:

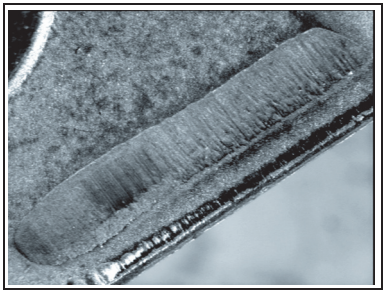
- wzrost sił skrawania,
- wzrost drgań,
- wzrost temperatury,
- pogorszenie jakości powierzchni,
- pogorszenie dokładności wymiarowej obrabianego przedmiotu.



Rys. 2.11 Zużycie powierzchni przyłożenia

Przyczyna	Sposób usunięcia
Za duża prędkość skrawania	Zmniejszyć prędkość skrawania
Materiał narzędzia skrawającego o niedostatecznej odporności na zużycie	Wybrać materiał o większej odporności na zużycie, wybrać gatunek powlekany
Nieodpowiedni posuw (za mały posuw)	Dobrać posuw o prawidłowym stosunku do prędkości i głębokości skrawania (zwiększyć posuw)

Tabela 2.3 Opis przyczyn nadmiernego zużycia powierzchni przyłożenia



Rys. 2.12 Zużycie rowkowe

1.2.2.2 Zużycie rowkowe

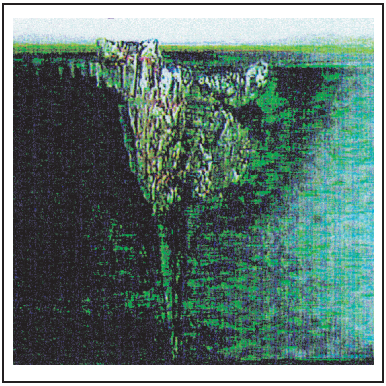
Zużyciem rowkowym określa się nieckowe ubytki materiału narzędzia skrawającego na powierzchni natarcia (dyfuzja i ścierność - porównaj *Rys. 2.8*). Zbyt duże zużycie rowkowe powoduje nadmierne zużycie powierzchni skrawającej, zbyt duże odkształcenia wióra i w ich następstwie wzrost sił skrawania. Wskutek tego zwiększa się zagrożenie pęknięcia ostrza.

Przyczyna	Sposób usunięcia
Za duża prędkość skrawania	Zmniejszyć prędkość skrawania, zastosować gatunek materiału narzędzia skrawającego o większej odporności na zużycie
Nieodpowiedni posuw	Wybrać właściwie dobrany posuw, prędkość skrawania i głębokość skrawania (za mała)
Za mały kąt natarcia	Zastosować imak narzędziowy i płytki skrawające z dodatnim kątem natarcia
Niewłaściwe doprowadzanie chłodziwa	Zwiększyć wydajność lub ciśnienie chłodziwa, zapewnić lepsze doprowadzanie do miejsca skrawania
Materiał narzędzia skrawającego o za małej odporności na zużycie	Wybrać materiał o większej odporności na zużycie, zastosować powłoki

Tabela 2.4 Opis przyczyn nadmiernego zużycia żłobkowego

1.2.2.3 Odkształcenie plastyczne

Odkształcenie plastyczne występuje zwłaszcza w wyniku przeciążenia cieplnego krawędzi skrawającej. Parametrem decydującym o ocenie materiału narzędzia skrawającego jest twardość w podwyższonych temperaturach.



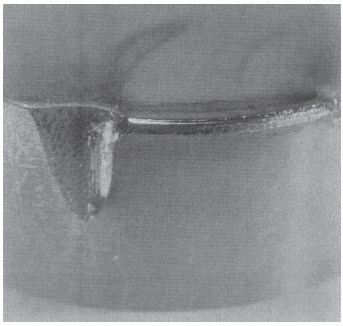
Rys. 2.13 Odkształcenie plastyczne

Przyczyna	Sposób usunięcia
Za wysoka temperatura robocza powodująca mięknienie materiału przy zbyt dużych prędkościach skrawania i posuwach oraz twardy materiał obrabianego przedmiotu	Zmniejszyć prędkość skrawania, zastosować materiał narzędzia skrawającego o większej odporności na zużycie, zmniejszyć przekrój wióra (zwłaszcza posuw), zastosować odpowiednie zaokrąglenia krawędzi, zmniejszyć kąt ustawienia, przewidzieć chłodzenie
Uszkodzenie powłoki	We właściwym czasie zmienić płytkę

Tabela 2.5 Opis przyczyn nadmiernego odkształcenia plastycznego

1.2.2.4 Zużycie żłobkowe

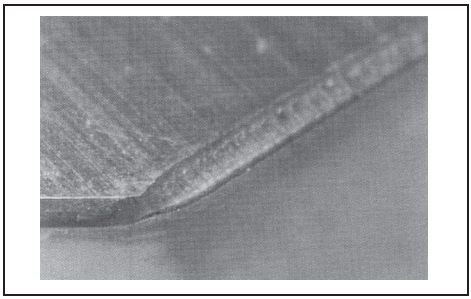
Zużycie żłobkowe może wystąpić zarówno na głównej, jak i na pomocniczej krawędzi skrawającej. Powoduje ono pogorszenie jakości obrabianej powierzchni i wywołuje ryzyko pęknięcia ostrza. Zużycie karbowe głównej krawędzi skrawającej wynika z przyczyn mechanicznych. Zużycie żłobkowe pomocniczej krawędzi skrawającej jest typowym zużyciem adhezyjnym (por. *Rys. 2.8*), może jednak występować również w związku ze zużyciem wskutek utleniania. Zużycie żłobkowe koncentruje się wówczas na krawędzi skrawającej, w miejscu gdzie powietrze może dotrzeć do strefy skrawania.



Rys 2.14 Zużycie żłobkowe

Przyczyna	Sposób usunięcia
Utlenianie Ścieranie	Wybrać odpowiednią powłokę Zmniejszyć prędkość skrawania, a w przypadku obrabiania materiału o dużej odporności cieplnej i gdy użyto narzędzia ze spieków ceramicznych → zwiększyć prędkość skrawania

Tabela 2.6 Opis zużycia żłobkowego



Rys. 2.15 Powstawanie pęknięć podłużnych

1.2.2.5 Powstawanie pęknięć podłużnych

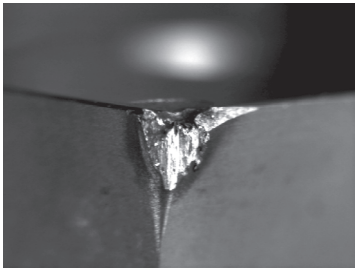
Pęknięcia cieplne **(Powstawanie pęknięć podłużnych)** występują w postaci zużycia zmęczeniowego, wskutek szoku termicznego (często w przypadku kruchych materiałów narzędzia skrawającego albo przy zmiennej temperaturze). Pęknięcia powstają przy tym prostopadle do krawędzi skrawającej, przy czym pojedyncze cząstki materiału wykruszają się w zwiększonym stopniu pomiędzy pęknięciami i mogą doprowadzić do nagłego wyłamania ostrza.

Przyczyna	Sposób
Zmienna grubość wióra	Dobrać równomierne warunki styku narzędzia z obrabianym przedmiotem
Zmienna wydajność chłodziwa	Chłodziwo doprowadzać równomiernie i z dostateczną wydajn., w przypadku stopów twardych i spieków ceram. unikać chłodzenia
Skrawanie przekrojów nieciągłych	Dobrać materiał narzędzia skrawającego o większej odporności na obciążenia dynamiczne i lepszej odporności na zmiany temp., chłodziwo doprowadzać z odpowiednią wydajn. albo całkowicie wyeliminować chłodzenie w przypadku stopów twardych

Tabela 2.7 Opis powstawania pęknięć podłużnych

1.2.2.6 Wyłamanie ostrza

W przypadku **wykruszeń i wyłamania ostrza** występują przeciążenia mechaniczne, które nie pozwalają na równomierne zużywanie się krawędzi skrawającej. Powodują one pogorszenie jakości obrabianej powierzchni. Żłobki i łuszczenie się pojedynczych cząstek materiału są zwiastunami wyłamania ostrza narzędzia. W przypadku mechanicznego wykruszenia zmęczeniowego, pęknięcia przebiegają zasadniczo równolegle do krawędzi skrawającej.



Rys. 2.16 Wyłamanie ostrza

Przyczyna	Sposób
Zbyt kruchy (odporny na zużycie) gatunek materiału narzędzia	Zastosować gatunek materiału narzędzia o większej odporności na obciążenia dynamiczne, sfazować krawędź skrawającą
Drgania	Zastosować dodatni kąt natarcia i nachylenia, zastosować mniejszy promień ostrza, zmniejszyć wysięg imaka narzędziowego, przewidzieć większy kąt przystawienia gł. krawędzi skrawającej, unikać obszaru powstawania narostów (por. rozdział 1.1.5)
Geometria powodująca osłabienie ostrza	Wybrać ostrza o geometrii nie powodującej osłabienia i o większym sfazowaniu, zwłaszcza w przypadku ostrzy ceramicznych
Powstawianie narostów	Zwiększyć prędkość skrawania, wybrać geometrię dodatnią
Za duży posuw lub głębokość skrawania	Zmniejszyć przekrój wióra, a szczególnie posuw lub głęb. skrawania, zastosować materiał narzędzia skrawającego o większej odporności na obciążenia dynamiczne, zastosować narzędzia o ujemnej geometrii ostrza, sfazować krawędź skrawającą
Nadmierne wahania obciążenia na krawędzi skrawającej, nieciągły przekrój obrabiany	Dostosować prędkość skrawania i posuw, wybrać materiał narzędzia skrawającego o większej odporności na obciążenia dynamiczne, sfazować krawędź skrawającą, poprawić stabilność, zastosować ujemną geometrię ostrza
Uderzenia wiórów	Sfazować krawędź skrawającą, zastosować ujemną geometrię ostrza, zmienić prowadzenie wiórów (zmiana posuwu, prędkości skrawania, zwijaczy i łamaczy wiórów...), zastosować materiał narzędzi skrawających o większej odporności na obciążenia dynamiczne

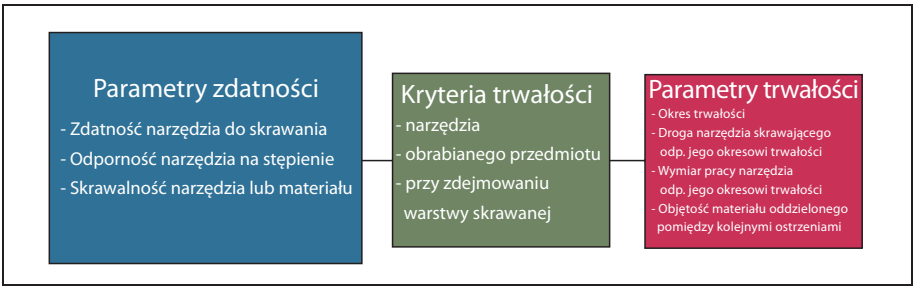
Tabela 2.8 Opis wykruszeń i wyłamań ostrza narzędzia

1.3 Parametry trwałości - okres trwałości

Parametry trwałości określają możliwość zachowania zdolności skrawania przez ostrze narzędzia w okresie eksploatacji.

Okres trwałości, będący najważniejszą wielkością oceny zdolności skrawania materiału, określa czas, w którym narzędzie zachowuje zdolność skrawania podczas eksploatacji, aż do osiągnięcia wybranego kryterium trwałości (bez czasów pomocniczych). Jeżeli np. nie będzie już można osiągać wymaganych tolerancji albo eksploatowane ostrze nie zapewni wymaganej jakości powierzchni w danym przypadku zastosowania, wówczas ostrze nie może być już dłużej używane - nastąpił koniec okresu trwałości.

Oprócz okresu trwałości, przy ocenie narzędzia wykorzystuje się również inne parametry trwałości, między innymi przy rozpatrywaniu wiercenia albo frezowania drogę pracy narzędzia, odpowiadającą jego okresowi trwałości oraz ilość pracy wykonaną w okresie trwałości w automatycznych, potokowych liniach obrabiarkowych albo centrach obróbczych.



Rys. 2.17 Pojęcia trwałości (według DIN 6583)

Jako **kryterium trwałości** przyjmuje się często dopuszczalną szerokość śladów zużycia VB (por. rozdział 1.2.2.1). Szerokość śladów zużycia jest przy tym ograniczona przez maksymalnie dopuszczalną wartość $VB_{dop.}$, (patrz. *Tabela 2.9*). Czas, który upływa do momentu osiągnięcia $VB_{dop.}$ jest okresem trwałości narzędzia.

Rodzaj obróbki	Wygładzanie wykańczające	Obróbka wykańczająca	Obróbka zgrubna wstępna	Obróbka zgrubna zdzierająca
Szerokość śladów zużycia $VB_{dop.}$ [mm]	0,1 ... 0,2	0,2 ... 0,4	0,4 ... 0,6	0,8 ... 1,2

Tabela 2.9 Dopuszczalna szerokość śladów zużycia stopów twardych, w zależności od rodzaju obróbki

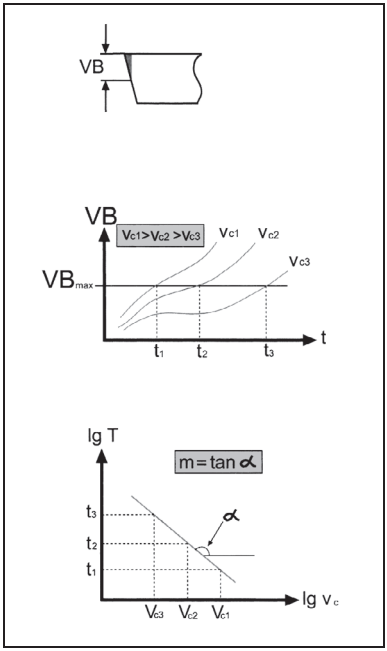
1.3.1 Wykres i równanie okresu trwałości

Warunkiem planowania produkcji są niezawodne i możliwe do obliczenia okresy trwałości. Podstawą ich określenia, nadającą się do wykorzystania w praktyce, są **badania długotrwałe**, które wymagają jednak dużego nakładu czasu i materiałów.

Badania krótkotrwałe redukują ten nakład, pozwalają jednak na wyciągnięcie ograniczonych wniosków dotyczących okresu trwałości narzędzia. Stosuje się je przeważnie przy kontroli przyjęciowej materiałów na narzędzia skrawające i materiałów do obróbki albo do nadzorowania skrawalności.

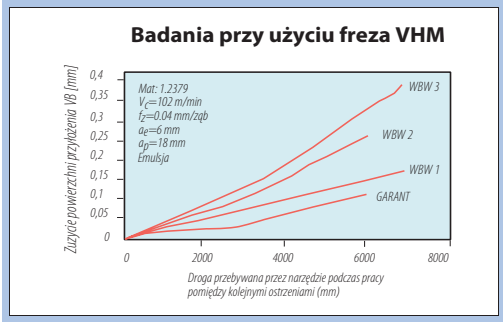
Badanie okresu trwałości przeprowadza się często w celu określenia okresu trwałości. Określane jest przy tym zużycie narzędzia aż do osiągnięcia granicznego zużycia końcowego. Przy porównywaniu wartości zużycia należy koniecznie zwracać uwagę na ujednoliconą i znormalizowaną metodę rejestracji zużycia. Względnie dobrą i łatwą do ustalenia wielkością zużycia jest zużycie powierzchni przyłożenia, często z tych powodów stosowane. Na *rysunku 2.18* przedstawiono przebieg tego rodzaju zużycia powierzchni przyłożenia (VB) przy toczeniu.

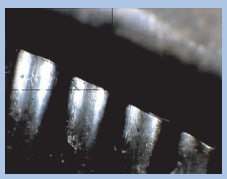
Z poszczególnych krzywych prędkości skrawania (*Rys. 2.18, w środku*) określa się np. dla stałej szerokości śladów zużycia $VB_{maks.}$ (ustalone kryterium zużycia albo okresu trwałości) odpowiadające im czasy t_1 do t_3 (okresy trwałości) i nanosi się je na wykres lg v_c (*Rys. 2.18, u dołu*). Dla wybranych prędkości skrawania można odczytać z tych krzywych odpowiadające im okresy trwałości.



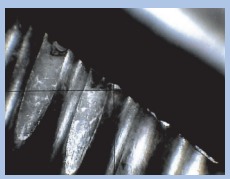
Rys. 2.18 Określanie okresu trwałości

Na poniższym rysunku przedstawiono przykładowe zużycie powierzchni przyłożenia VB przy **frezowaniu zgrubnym**, w zależności od drogi L, przebywanej przez narzędzie podczas pracy między kolejnymi ostrzeniami, przy zastosowaniu różnych frezów wykonanych całkowicie ze stopów twardych.





Zużycie bardzo małe



Wyłamanie ostrza

Rys. 2.19 Badania skrawania w celu określenia drogi przebywanej przez narzędzie podczas pracy, pomiędzy kolejnymi ostrzeniami

Przebieg krzywych może być opisany w dużym zakresie przez równanie prostej, które po przekształceniach logarytmicznych doprowadza do tzw. równania Taylora:

$$T = v_c^k \cdot C_v$$

T okres trwałości (równ. 2.9)
v_c prędkość skrawania
k nachylenie prostej (k = m = tg α, por. *Rys. 2.18*)
C_v wartość stała trwałości T, przy v_c = 1 m/min

lub

$$T = \frac{v_c^k}{C_T^k}$$

T okres trwałości (równ. 2.10)
v_c prędkość skrawania
k nachylenie prostej (k = m = tg α, por. *Rys. 2.18*)
C_T wartość stała prędkości skrawania v_c przy T = 1 min
gdzie $C_T = C_V^{-(1/k)}$

Przekształcenie równania względem prędkości skrawania v_c doprowadza do użytecznej w praktyce postaci równania:

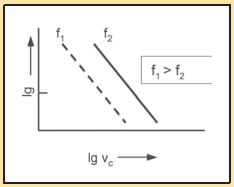
$$v_C = T^{\frac{1}{k}} \cdot C_T$$

T okres trwałości (równ. 2.11)
v_c prędkość skrawania
k nachylenie prostej (k = m = tg α, por. *Rys. 2.18*)
C_T wartość stała prędkości skrawania v_c przy T = 1 min

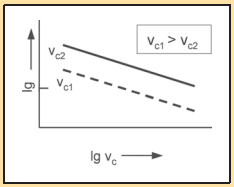
1.3.2 Czynniki wpływające na okres trwałości

W praktyce konieczne jest, aby znać i uwzględnić w rozważaniach również wpływ innych parametrów skrawania, jak np. posuwu, głębokości skrawania, rodzaju obrabianego materiału i materiału narzędzia skrawającego. W poniższej *Tabeli 2.10* przedstawiono przegląd wpływu tych wielkości.

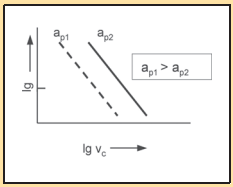
Największy wpływ na okres trwałości wywiera prędkość skrawania. Następnym, najważniejszym czynnikiem wpływu jest posuw, którego różne wartości przedstawiono w postaci prostych na wykresie okresu trwałości, przy założeniu, że rozpatruje się te same pary materiału obrabianego i materiału narzędzia skrawającego. To samo dotyczy również wpływu głębokości skrawania, warunków geometrycznych, jak kątów natarcia, przyłożenia i przystawienia głównej krawędzi skrawającej oraz w przybliżeniu również wpływu materiału pomocniczego. Jeżeli rodzaj materiału obrabianego, materiału ostrza skrawającego albo kryterium zużycia będą zmieniane, wówczas uzyska się również inne kąty nachylenia prostych okresu trwałości

<table>
<tr><td>Warunki skrawania</td><td>Prędkość skrawania
 

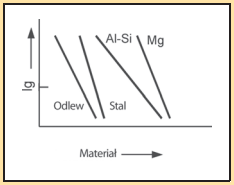
Najczęściej używana postać wykresu trwałości
Prędkość skrawania wywiera największy wpływ na okres trwałości. Okres ten szybko skraca się wraz ze wzrostem prędkości skrawania

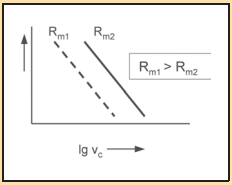
Wielkości stałe:
obrabiany materiał, materiał narzędzia skrawającego, głębokość skrawania, kąt natarcia, kąt przyłożenia, kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej</td><td>Posuw
 

Wraz ze wzrostem posuwu zmniejsza się okres trwałości, przy stałych warunkach pozostałych. Posuw wywiera większy wpływ na okres trwałości niż głębokość skrawania

Wielkości stałe:
obrabiany materiał, materiał narzędzia skrawającego, głębokość skrawania, kąt natarcia, kąt przyłożenia, kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej</td><td>Głębokość skrawania
 

Wraz ze wzrostem głębokości skrawania zmniejsza się okres trwałości, przy takich samych warunkach pozostałych

Wielkości stałe:
obrabiany materiał, materiał narzędzia skrawającego, posuw, kąt natarcia, kąt przyłożenia, kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej</td></tr>
<tr><td>Materiał obrabiany</td><td> 

Kąt nachylenia prostych okresu trwałości jest różny w przypadku różnych materiałów obróbki</td><td colspan="2"> 

Znaczny wpływ na okres trwałości wywiera struktura materiału, twardość, wytrzymałość na rozciąganie i dodatki stopowe.
Okres trwałości skraca się przy takich samych warunkach pozostałych, wraz ze wzrostem zawartości perlitu w strukturze i ze wzrostem twardości lub wytrzymałości na rozciąganie obrabianego materiału

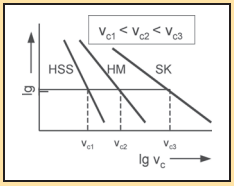
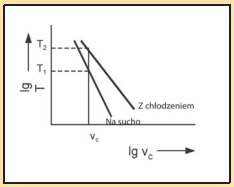
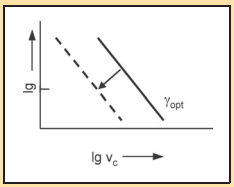
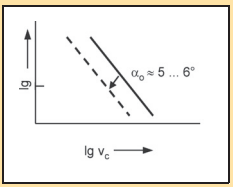
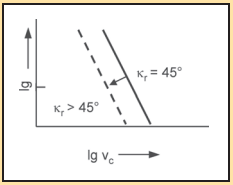
Wielkości stałe:
materiał narzędzia skrawającego, posuw, głębokość skrawania, kąt natarcia, kąt przyłożenia, kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej</td></tr>
<tr><td>Materiał narzędzia skrawającego</td><td> 
</td><td colspan="2">Materiał narzędzia skrawającego ma bardzo duży wpływ na okres trwałości.
Z sąsiedniego rysunku wynika, że przy zachowaniu stałego okresu trwałości możliwe jest zastosowanie większych prędkości skrawania przy wzroście jakości materiału narzędzia skrawającego. Jeżeli prędkość skrawania pozostanie stała w określonych przedziałach, wówczas podwyższenie jakości materiału narzędzia skrawającego powoduje wydłużenie okresu trwałości.
Wielkości stałe:
obrabiany materiał, posuw, głębokość skrawania, kąt natarcia, kąt przyłożenia, kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej</td></tr>
</table>

Tabela 2.10 Czynniki wpływające na okres trwałości narzędzia - ciąg dalszy na następnej stronie

Tabela 2.10 Czynniki wpływające na okres trwałości narzędzia - ciąg dalszy

<table>
<tr>
<td>Materiał pomocniczy</td>
<td> 
</td>
<td colspan="3">Ciecze chłodząco-smarujące w zależności od składu mają działanie w większym stopniu smarujące lub chłodzące. Przy niskich prędkościach skrawania można wydłużyć okres trwałości przez zastosowanie cieczy posiadającej głównie działanie smarujące, a przy większych prędkościach skrawania można poprawić okres trwałości przez zastosowanie cieczy chłodząco-smarującej o działaniu głównie chłodzącym. Przy pozostałych warunkach stałych chłodzenie i smarowanie wydłuża okres trwałości przede wszystkim w przypadku narzędzi wykonanych ze stali szybkotnącej.
Wielkości stałe:
obrabiany materiał, posuw, głębokość skrawania, kąt natarcia, kąt przyłożenia, kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej
Materiał narzędzia skrawającego: stal szybkotnąca</td>
</tr>
<tr>
<td>Geometria ostrza</td>
<td>Kąt natarcia
 

Okres trwałości zmniejsza się przy stosowaniu kąta natarcia znacznie odbiegającego od zwykle zalecanych wartości, jeżeli pozostałe warunki są stałe.
Zbyt duży, dodatni kąt natarcia: osłabienie klina ostrza.
Zbyt duży ujemny kąt natarcia: zbyt duże zużycie żłobkowe.
Wielkości stałe:
obrabiany materiał narzędzia skrawającego, posuw, głębokość skrawania, kąt przyłożenia, kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej</td>
<td>Kąt przyłożenia
 

Jeżeli zachowuje się kąt przyłożenia mniejszy niż 5° do 6° i stałość pozostałych warunków, wówczas okres trwałości skraca się, ze względu na większe tarcie na powierzchni przyłożenia.
Zwiększ. kąta przyłożenia od 10° do 15° powoduje osłabienie klina ostrza.
Wielkości stałe:
obrabiany materiał, materiał narzędzia skrawającego, posuw, głębokość skrawania, kąt natarcia, kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej</td>
<td>Kąt przystaw. gł. krawędzi skraw.
 

Im mniejszy jest kąt przystawienia, tym większa jest czynna długość krawędzi skrawającej; przy pozostałych warunkach stałych i tym samym dłuższy jest okres trwałości. Zależność ta działa również w odwrotnym kierunku
Wielkości stałe:
obrabiany materiał, materiał narzędzia skrawającego, posuw, głębokość skrawania, kąt natarcia, kąt przyłożenia</td>
</tr>
</table>

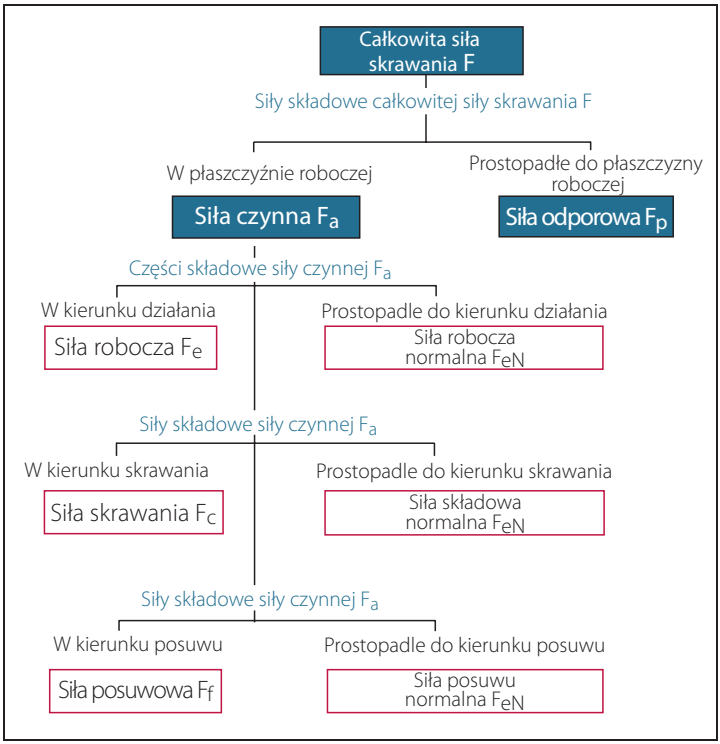
1.4 Siła skrawania i kryteria doboru mocy

1.4.1 Siła skrawania

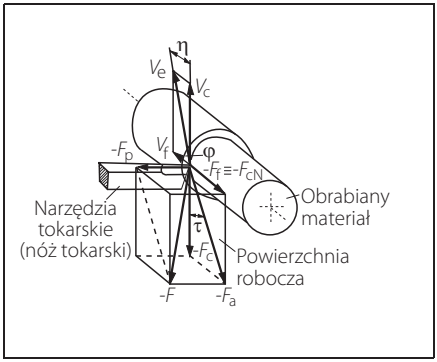
W niniejszym rozdziale zostaną rozpatrzone i zdefiniowane siły działające podczas skrawania na obrabiany przedmiot. Pojęcia z dziedziny obróbki skrawaniem są zebrane w DIN 6584.

1.4.1.1 Składowe siły skrawania

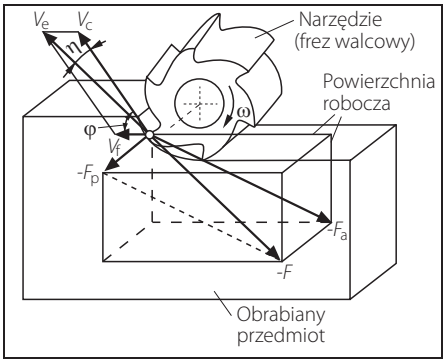
Siła skrawania F jest całkowitą siłą działającą na obrabiany przedmiot. Można ją rozłożyć na różne siły składowe, przy czym szczególne znaczenie mają składowe działające na powierzchnię roboczą oraz w kierunku skrawania i posuwu. Na *Rys. 2.20* przedstawiono zasadniczy podział siły skrawania, a na *Rys. 2.21* i *2.22* przedstawiono przykład dla toczenia lub frezowania obwodowego. Zakłada się przy tym, że siły te są przyłożone w punkcie skrawania. W przypadku narzędzi wieloostrzowych trzeba rozpatrywać siły na poszczególnych klinach ostrzy, znajdujących się w kontakcie z obrabianym materiałem. Przez dodawanie wektorowe można ponownie utworzyć całkowitą siłę skrawania.



Rys. 2.20
Rozkład całkowitej siły skrawania na siły składowe według DIN 6584



Rys. 2.21 Siły składowe całkowitej siły skrawania przy toczeniu (kąt kierunku posuwu $\varphi = 90°$)



Rys. 2.22 Siły składowe całkowitej siły skrawania przy przeciwbieżnym frezowaniu obwodowym (kąt kierunku posuwu $\varphi < 90°$)

Z możliwości rozkładania sił według *Rys. 2.21* wynikają różne zależności matematyczne.

Dla całkowitej siły skrawania obowiązuje zależność:

$$F = \sqrt{F_a^2 + F_p^2}$$

(równ. 2.12)

Moc skrawania tworzy się za pomocą **składowych siły czynnej F_a**. Szczególnie ważną siłą składową jest **siła skrawania F_c** (wcześniej zwana również główną siłą skrawania), która decyduje o rzeczywistym odspajaniu wióra, a jest istotna zwłaszcza przy obliczaniu mocy i doborze wytrzymałościowym obrabiarek.

Poza tym należy wspomnieć zwłaszcza o takich siłach składowych, jak **siła posuwu F_f** i **siła odporowa F_p** (wcześniej zwana również siłą odporu). Znajomość wielkości i kierunku siły posuwu jest konieczna zarówno do określenia mocy koniecznej do wykonania posuwu, jak i (wspólnie z siłą pasywną) do obliczenia narzędzi i ich zamocowań.

Rodzaj zużycia narzędzia pozwala na ustalenie wpływu różnych czynników na całkowitą siłę skrawania. Zużycie rowkowe, w wyniku którego zwiększa się dodatni kąt natarcia, powoduje najczęściej zmniejszenie całkowitej siły skrawania. Natomiast w przypadku dominującego zużycia powierzchni przyłożenia, siły zwiększają się, ponieważ zwiększa się powierzchnia tarcia pomiędzy obrabianym materiałem i powierzchnią przyłożenia. Ze względu na dużą liczbę czynników wpływu Ilościową ocenę wzrostu siły wraz ze wzrostem zużycia narzędzia można określić tylko w przybliżeniu.

Orientacyjnie można przyjąć następujące wartości **wzrostu siły**:

	Wzrost siły na każde 0,1 mm szerokości śladów zużycia powierzchni przyłożenia VB	Wzrost siły na każdy stopień kąta natarcia (zmniejszanie / zwiększanie kąta natarcia)
siła skrawania F_c	2 ... 5%	około 1,5%
siła posuwu F_f	około 10%	około 5%
siła odporowa F_p	około 12%	około 4%

Wartości te dotyczą toczenia i można je stosować do innych metod obróbki skrawaniem przy uwzględnieniu kinematyki metody lub geometrii ostrza. Nie dotyczą one skrawania w obszarze ostrza łukowego (obróbka wykańczająca).

1.4.1.2 Siła skrawania i właściwy opór skrawania

Siła skrawania F_c jako tak zwana "siła decydująca o mocy", ma wraz z prędkością skrawania największe znaczenie przy obliczaniu mocy skrawania lub napędu obrabiarki. Wielkość siły skrawania zależy w pierwszym rzędzie od skrawanego materiału i warunków skrawania oraz od wymiarów warstwy skrawanej (np. geometria ostrza, grubość warstwy skrawanej h). Dlatego jest ona określana w zależności od metody obróbki (przekroje warstwy skrawanej A, specyficzne dla metody obróbki).

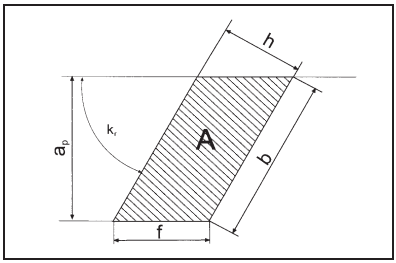
Równanie podstawowe siły skrawania (w odniesieniu do ostrza) jest przedstawione w równaniu 2.13, w postaci opracowanej pierwotnie do toczenia.
Siła skrawania F_c przy toczeniu jest według KIENTZLEGO określana równaniem:

$$F_c = A \cdot k_c = b \cdot h \cdot k_c$$

(równ. 2.13)

F_c siła skrawania [N]
A przekrój warstwy skrawanej [mm^2] według *Rys. 2.23* i rozdziału Podstawy, podrozdział 1.1.5
b szerokość warstwy skrawanej [mm]
h grubość warstwy skrawanej [mm]
k_c właściwy opór skrawania [N/mm^2]

Przekrój warstwy skrawanej A przy toczeniu, jak przedstawiono na *Rys. 2.23,* wynika z szerokości b i grubości h warstwy skrawanej. Grubość warstwy skrawanej może zmieniać się podczas skrawania (np. przy frezowaniu). Wówczas przy określaniu siły skrawania stosuje się średnią grubość warstwy skrawanej h_m (por. także rozdział Frezowanie i Zbiór wzorów).



Rys. 2.23 Parametry przekroju warstwy skrawanej przy toczeniu

Właściwy opór skrawania k_c zależy wprawdzie w znacznym stopniu od materiału, należy go jednak traktować wyłącznie jako współczynnik obliczeniowy, a nie jako wskaźnik materiałowy. Na *Rys. 2.24* przedstawiono zależność właściwego oporu skrawania k_c od grubości warstwy skrawanej h (por. *równanie 2.14* jak również *Tabela 2.11* dla wybranych materiałów i grubości warstwy skrawanej).

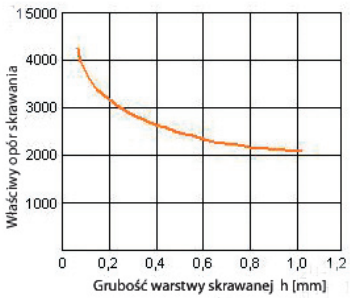
Istotnymi czynnikami wpływającymi na wartość k_c są:

- wytrzymałość i składniki stopowe obrabianego materiału,
- geometria ostrza narzędzia.

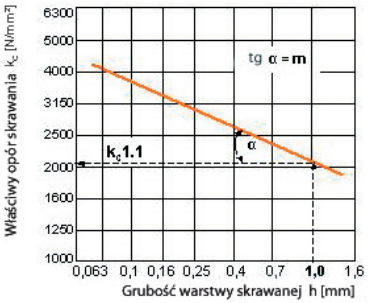
$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m}$$

$k_{c\,1.1}$ główna wartość właściwego oporu (2.14) skrawania przy przekroju warstwy skrawanej A = 1 mm^2 [b = 1 mm, h = 1 mm]

m pochylenie stycznej kąta nachylenia α *(Rys. 2.24)*



Wykres arytmetyczny



Wykres w podwójnej skali logarytmicznej

Rys. 2.24 Zależność właściwego oporu skrawania k_c od grubości warstwy skrawanej h

Główna wartość właściwego oporu skrawania $k_{c1.1}$ i pochylenie stycznej kąta nachylenia α zależą od rodzaju obrabianego materiału i zostały ustalone doświadczalnie dla różnych materiałów. Wartości te można przyjąć dla różnych materiałów z rozdziału Materiały, podrozdział 1. Orientacyjne wartości właściwego oporu skrawania k_c są podane w poniższej *Tabeli 2.1*.

Grupa materiałowa		Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał				Właściwy opór skrawania kc [N/mm²] w zależności od grubości warstwy skrawanej h [mm]									
			Nr materiału	Oznaczenie materiału wg DIN	$kc_{1,1}$ [N/mm²]	m	0,05	0,06	0,1	0,16	0,3	0,4	0,5	0,8	1,6	2,5
1.0	Stal konstr. ogólnego przeznaczenia	do 500	1.0037	St 37-2	1.780	0,17	2.962	2.872	2.633	2.431	2.253	2.080	2.003	1.849	1.643	1.523
1.1	Stal konstr. ogólnego przeznaczenia	500–850	1.0050	St 50-2	1.990	0,26	4.336	4.136	3.621	3.205	2.854	2.525	2.383	2.109	1.761	1.568
			1.0060	St 60-2	2.110	0,17	3.511	3.404	3.121	2.881	2.671	2.466	2.374	2.192	1.948	1.806
			1.0070	St 70-2	2.260	0,30	5.552	5.256	4.509	3.916	3.426	2.975	2.782	2.416	1.963	1.717
2.0	Stal automatowa	do 500	1.0718	9SMnPb28	1200	0,18	1997	1.844	1.775	1.639	1.473	1.402	1.350	1.246	1.108	1.027
3.0	Niestopowa stal do ulepszania cieplnego	do 700	1.0402	C 22	1.800	0,16	2.907	2.823	2.602	2.413	2.247	2.084	2.011	1.865	1.670	1.555
			1.0501	C 35	1.516	0,27	3.404	3.240	2.823	2.486	2.204	1.942	1.828	1.610	1.335	1.184
3.1	Niestopowa stal do ulepszania cieplnego	700–850	1.0503	C 45	1.680	0,26	3.661	3.491	3.057	2.705	2.409	2.132	2.012	1.780	1.487	1.324
			1.1191	Ck 45	2.220	0,14	3.377	3.292	3.064	2.869	2.696	2.524	2.446	2.290	2.079	1.953
3.2	Niestopowa stal do ulepszania cieplnego	850–1000	1.1221	Ck 60	2.130	0,18	3.652	3.534	3.224	2.962	2.734	2.512	2.413	2.217	1.957	1.806
4.1	Stopowa stal do ulepszania cieplnego	1000–1200	1.7218	25CrMo4	2.070	0,25	4.378	4.182	3.681	3.273	2.927	2.603	2.462	2.189	1.841	1.646
			1.7225	42CrMo4	2.500	0,26	5448	5195	4549	4026	3585	3173	2994	2649	2212	1970
5.0	Niestopowa stal do nawęglania	do 750	1.0401	C 15	1.820	0,22	3.518	3.380	3.020	2.724	2.469	2.226	2.120	1.912	1.641	1.488
6.0	Niestopowa stal do nawęglania	do 1000	1.5919	15CrNi6	1.380	0,30	3390	2.944	2.753	2.391	1.980	1.817	1.699	1.476	1.199	1.048
			1.7131	16MnCr5	2.100	0,26	4.576	4.364	3.821	3.382	3.011	2.665	2.515	2.225	1.858	1.655
6.1	Niestopowa stal do nawęglania	powyżej 1000	1.7147	20MnCr5	2.140	0,25	4.526	4.324	3.806	3.384	3.026	2.691	2.545	2.263	1.903	1.702
			1.7262	15CrMo5	2.290	0,17	3.811	3.694	3.387	3.127	2.899	2.676	2.576	2.379	2.114	1.960
7.0	Stal do azotowania	do 1000	1.8507	34CrAlMo5	1.740	0,26	3.792	3.616	3.166	2.802	2.495	2.208	2.084	1.844	1.540	1.371
8.0	Stal narzędziowa	do 850	1.1730	C45W	1.680	0,26	3.661	3.491	3.057	2.705	2.409	2.132	2.012	1.780	1.487	1.324
			1.2067	100Cr6	1.410	0,39	4.535	3.776	3.461	2.881	2.255	2.016	1.848	1.538	1.174	986
8.1	Stal narzędziowa	850–1100	1.2312	40CrMnMoS8-6	1.800	0,27	4.042	3.847	3.352	2.952	2.617	2.305	2.170	1.912	1.585	1.405
			1.2842	90MnCrV	2.300	0.21	4.315	4.153	3.730	3.380	3.077	2.788	2.660	2.410	2.084	1.897
8.2	Stal narzędziowa	1100–1400	1.2080	X210Cr12	1.820	0.26	3.966	3.782	3.312	2.931	2.610	2.310	2.179	1.929	1.611	1.434

Tabela 2.11 Orientacyjne wartości właściwościowego oporu skrawania k_c

Tabela 2.11 Orientacyjne wartości właściwego oporu skrawania k_c - ciąg dalszy

Grupa materiałów		Wytrzymałość [N/mm^2]	Materiał				Właściwy opór skrawania kc [N/mm^2] w zależności od grubości warstwy skrawanej h [mm]									
			Nr materiału	Oznaczenie materiału wg DIN	$kc_{1.1}$ [N/mm^2]	m	0,05	0,06	0,1	0,16	0,3	0,4	0,5	0,8	1,6	2,5
12.0	Stal sprężynowa	do 1200	1.5023	38Si7	1.800	0,27	4.042	3.847	3.352	2.952	2.617	2.305	2.170	1.912	1.585	1.405
			1.8159	50CrV4	2.220	0,26	4.925	4.697	4.113	3.639	3.241	2.868	2.706	2.395	2.000	1.781
13.0	Stal nierdzewna siarkowana	do 700	1.4104	X14CrMpS17	1.820	0,26	3.966	3.782	3.312	2.931	2.610	2.310	2.179	1.929	1.611	1.434
13.1	Stal nierdzewna austenityczna	do 700	1.4301	X5CrNi18 10	2.350	0,21	4.408	4.243	3.811	3.453	3.144	2.849	2.718	2.463	2.129	1.939
			1.4401	X5CrNiMo17122	2.600	0,19	4.594	4.437	4.027	3.683	3.383	3.094	2.966	2.713	2.378	2.185
13.2	Stal nierdzewna austenityczna	do 850	1.4034	X46Cr13	1.820	0,26	3.966	3.782	3.312	2.931	2.610	2.310	2.179	1.929	1.611	1.434
13.3	Stal nierdzewna martenzytyczno-ferrytyczna	do 1100	1.4028	X30Cr13	1.820	0,26	3.966	3.782	3.312	2.931	2.610	2.310	2.179	1.929	1.611	1.434
			2.4631	NiCr20TiAl	2.088	0,29	4.978	4.721	4.071	3.553	3.121	2.724	2.553	2.228	1.822	1.601
15.0	Żeliwo (GG)	do 180 HB	0.6020	GG 20	1.020	0,25	2.157	2.061	1.814	1.613	1.442	1.283	1.213	1.079	907	811
15.1	Żeliwo (GG)	powyż. 180HB	0.6040	GG 40	1.470	0,26	3.203	3.055	2.675	2.367	2.108	1.865	1.760	1.558	1.301	1.158
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	powyż. 180HB	0.7040	GGG-40	1.005	0,25	2.125	2.031	1.787	1.589	1.421	1.264	1.195	1.063	894	799
			0.8040	GTW-40	2.060	0,19	3.640	3.516	3.191	2.918	2.681	2.452	2.350	2.149	1.884	1.731
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	do 260 HB	0.7080	GGG-80	1.132	0,44	4.230	3.904	3.118	2.535	2.083	1.694	1.536	1.249	921	756
			0.8165	GTS-65	1.180	0,24	2.422	2.318	2.051	1.832	1.646	1.470	1.394	1.245	1.054	947
16.1	Ti, stopy Ti	850–1200	3.7164	TiAl6V4	1.370	0,21	2.570	2.378	2.222	2.013	1.764	1.661	1.585	1.436	1.241	1.130
17.0	Aluminium dające długi wiór, stopy aluminium do przeróbki plastycznej, magnez	do 350	3.1324	AlCuMg1	830	0,23	1.653	1.585	1.410	552	1.095	1.025	973	874	745	672
			3.5812	MgAl8Zn	390	0,19	689	666	604	1.189	490	464	445	407	357	328
17.1	Aluminium dające krótki wiór		3.3535	AlMg3	780	0,23	1.554	1.490	1.325	1.265	1.073	963	915	821	700	632
17.2	Stopy odlewnicze aluminium Si > 10%		3.2581	G-AlSi12	830	0,23	1.653	1.585	1.410	1.265	1.142	1.025	973	874	745	672
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	do 600	2.0380	CuZn39Pb2	780	0,18	1.337	1.294	1.181	1.085	1.001	920	884	812	717	661
18.3	Brąz dający krótki wiór	do 600	2.1090	CuSn7ZnPb	640	0,25	1.353	1.293	1.138	1.012	905	805	761	677	569	509

Podane w *Tabeli 2.11* wartości właściwego oporu skrawania odnoszą się przy tym do:

- materiału narzędzia: stop twardy,
- prędkości skrawania: 100 m/min,
- kąta natarcia $\gamma = 6°$ do stali; lub $\gamma = 2°$ do żeliwa,
- kąta przystawienia głównej krawędzi skrawającej $\kappa = 45°$,
- ostrza o ostrości eksploatacyjnej.

W przypadku innych warunków skrawania przy obliczaniu siły skrawania F_c konieczne jest stosowanie **współczynników korekcyjnych**.

Dotyczy to szczególnie:

- korekty kąta natarcia K_γ,
- korekty prędkości skrawania K_v,
- korekty materiału narzędzia skrawającego K_{Sch},
- korekty zużycia K_{Ver}.

$$F_c = b \cdot h \cdot k_c \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_{Sch} \cdot K_{Ver} \qquad \text{(równ. 2.15)}$$

Współczynniki korekcyjne do obliczania siły skrawania są podane w *Tabeli 2.12*.

	Wartość przyjmowana do obliczeń / zakres wielkości	**Uwagi**
K_γ	$K_\gamma = 1 - \frac{\gamma - \gamma_k}{66,7°}$	γ wypadkowy kąt natarcia γ_k przy obróbce stali: 6° γ_k przy obróbce żeliwa: 2°
K_v	przy $v_c > 80$ m/min można pominąć	Ostrza ze stopów twardych
	1,15	Ostrza ze stali szybkotnącej
K_{Sch}	1	Stop twardy
	0,9 ... 0,95	Spiek ceramiczny
K_{Ver}	1	Narzędzie o ostrości eksploatacyjnej
	1,3 ... 1,5	Narzędzie zużyte

Tabela 2.12 Określanie współczynników korekcyjnych do obliczania siły skrawania

1.4.1.3 Wielkości wpływające na wartość siły skrawania i właściwego oporu skrawania

Wielkość całkowitej siły skrawania służy do oceny skrawalności, ponieważ zazwyczaj przy obróbce trudniej skrawalnych materiałów występują również większe siły. W *Tabeli 2.13* zebrano występujące czynniki wpływu.

Czynniki te działają w takim samym stopniu na właściwy opor skrawania. Jeśli chodzi o wpływ posuwu, grubości warstwy skrawanej, głębokości skrawania lub szerokości warstwy skrawanej na właściwy opór skrawania, obowiązują jednak zasadniczo inne zależności. W zakresie ważności obowiązującej siły skrawania (h = 0,05...2,5 mm) w miarę wzrastania posuwu lub grubości skrawania, zmniejsza się właściwy opór skrawania *(por. Rys. 2.24)*. Wpływ głębokości skrawania lub szerokości warstwy skrawanej można w przybliżeniu traktować jako stały.

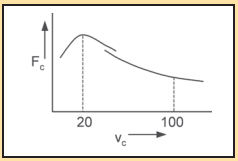
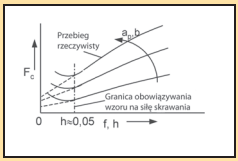
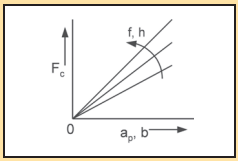
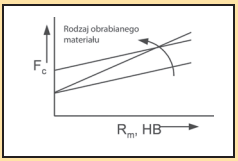
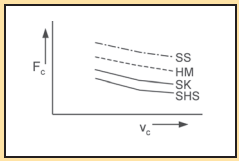
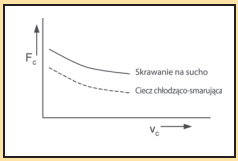
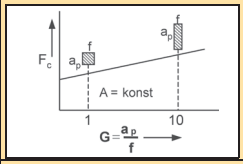
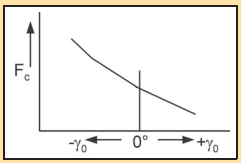
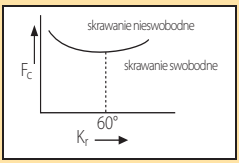
Warunki skrawania	Prędkość skrawania	Posuw	Głębokość skrawania
			
	W obszarze powyżej 100 m/min siła skrawania zmniejsza się tylko nieznacznie, wraz ze wzrostem prędkości skrawania. W obszarze poniżej 100 m/min, wzrost F_c jest zależny od obrabianego materiału.	Posuw *f* lub grubość warstwy skrawanej *h* wywierają znaczący wpływ na siłę skrawania.	Wraz ze wzrostem głębokości skrawania proporcjonalnie zwiększa się siła skrawania. W zależności od wybranego posuwu, proste uzyskują większe albo mniejsze nachylenie.
	Obrabiany materiał	**Materiał narzędzia**	**Środek chłodząco-smarujący**
			
	Przy obróbce różnych materiałów powstają siły skrawania o różnej wartości, jeżeli pozostałe warunki skrawania są stałe. Wynika to z właściwości obrabianego materiału. W pierwszym przybliżeniu można przyjąć, że siła skrawania zwiększa się wraz ze wzrostem wytrzymałości na rozciąganie lub twardości.	SS stal szybkotnąca HM stop twardy SK spiek ceramiczny SHS supertwarde materiały narzędzi skrawających (CBN) Przedstawione zależności dotyczą skrawania materiałów żelaznych.	Zastosowanie odpowiedniej cieczy chłodząco-smarującej może nieznacznie obniżyć siły skrawania w stosunku do obróbki na sucho. Decydujący wpływ na siły skrawania ma jednak dobór odpowiedniego materiału narzędzia skrawającego (por. rozdział Podstawy, podrozdział 3).

Tabela 2.13 Wielkości wpływające na wartość siły skrawania - ciąg dalszy na stronie 122.

Tabela 2.13 Wielkości wpływające na wartość siły skrawania - ciąg dalszy

Stosunek wymiarów warstwy skrawanej $G = a_p / f$		Na ogół przy obróbce zgrubnej przyjmuje się stosunek wymiarów warstwy skrawanej w zakresie G = 2...10, a przy obróbce wykańczającej - 10...20. Wpływ stosunku wymiarów warstwy skrawanej nie jest tak duży, jak wpływ posuwu albo głębokości skrawania. Mały stosunek wymiarów warstwy skrawanej jest korzystniejszy, ze względu na występujące siły. Duży stosunek warstwy skrawanej jest natomiast korzystniejszy z punktu widzenia osiągnięcia dłuższego okresu trwałości.
Geometria ostrza	**Kąt natarcia**  Zmiana siły skrawania na każdy stopień zmiany kąta natarcia: ok. 1 ... 2% (dla γ = –20° ... +30°).	**Kąt przyst. głównej krawędzi skrawającej**  Kąt przystawienia ma stosunkowo niewielki wpływ na siłę skrawania.

1.4.1.4 Siła posuwowa i siła odporowa

Na temat **siły posuwowej** F_f i **siły odporowej** F_p literatura podaje stosunkowo niewiele wyników badań w porównaniu z siłą skrawania. Oblicza się je w sposób analogiczny do siły skrawania. Obowiązują poniższe analogiczne zależności:

$$F_f = b \cdot k_{f1.1} \cdot h^{1-m_f}$$

(równ. 2.16)

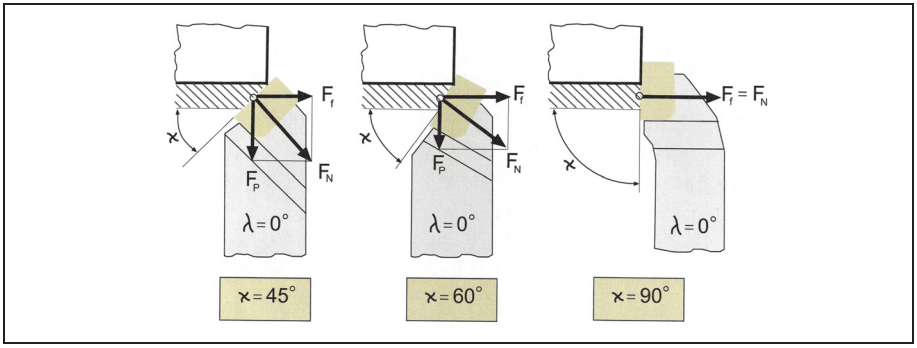
F_f siła posuwowa [N]
b szerokość warstwy skrawanej [mm]
h grubość warstwy skrawanej [mm]
$k_{f\,1.1}$ główna wartość jednostkowej siły posuwowej [N/mm^2]
$1\text{-}m_f$ wskaźnik wzrostu

$$F_p = b \cdot k_{p1.1} \cdot h^{1-m_p}$$

(równ. 2.17)

F_p siła odporowa [N]
b szerokość warstwy skrawanej [mm]
h grubość warstwy skrawanej [mm]
$k_{p\,1.1}$ główna wartość jednostkowej siły posuwowej [N/mm^2]
$1\text{-}m_p$ wskaźnik wzrostu

Na *Rys. 2.25* przedstawiono wpływ kąta przystawienia głównej krawędzi skrawającej na siłę posuwową i siłę odporową przy toczeniu. Można zauważyć, że wraz ze wzrostem kąta przystawienia siła odporowa zmniejsza się, a siła posuwu zwiększa się.



Rys. 2.25 Wpływ kąta przystawienia głównej krawędzi skrawającej κ na siłę posuwową i siłę odporową przy toczeniu

Główne wartości jednostkowej siły skrawania, siły posuwowej i siły odporowej, wraz z ich wskaźnikami wzrostu, wynikają z podstawowych badań KIENZLEGO i VICTORA, uzupełnionych przez KÖNIGA, ESSELA oraz DEGNERA i LUTZE'A i przedstawiono je zbiorczo dla wybranych materiałów w *Tabeli 2.14*.

Grupa materiałowa GARANT	Materiał		$kc_{1.1}$ [N/mm²]	Wskaźn. wzrostu m	$kf_{1.1}$ [N/mm²]	Wskaźn. wzrostu m_f	$Kp_{1.1}$ [N/mm²]	Wskaźn. wzrostu m_p
1.1	1.0050	St50-2	1990	0,26	351	0,70	274	0,49
	1.0070	St70-2	2260	0,30	364	0,62	311	0,49
3.0	1.0401	C15	1820	0,22	333	0,80	260	0,80
	1.0501	C35	1516	0,27	321	0,8	259	0,54
3.1	1.0503	Ck45	2220	0,14	343	0,68	263	0,48
3.2	1.1221	Ck60	2130	0,18	347	0,71	250	0,41
4.1	1.7225	42CrMo4	2500	0,26	334	0,67	271	0,48
6.0	1.7131	16MnCr5	2100	0,26	391	0,7	324	0,46
6.1	1.7147	20MnCr5	2140	0,25	337	0,68	246	0,52
8.0	1.2067	100Cr6	1410	0,39	318	0,86	362	0,53
8.2	1.2713	55NiCrMoV6	1595	0,21	269	0,79	198	0,66
12.0	1.8159	50CrV4	2220	0,26	317	0,77	315	0,39
13.2	1.4580	X10CrNiMoNb18 10	2550	0,18	181	0,74	173	0,59
15.0	0.6020	GG20	1020	0,25	240	0,70	178	0,46
15.1	0.6030	GG30	1470	0,26	170	0,91	164	0,7
15.2	0.7060	GGG60	1480	0,17	290	0,76	240	0,43
Warunki pomiaru:			*v_c = 100 m/min, stop twardy P10, α = 5°, γ = 6° (stal) lub γ = 2° (żeliwo), κ = 70°, r_ε = 90°, λ = 0°, r_n = 0,8 mm*					

Tabela 2.14 Główne wartości jednostkowych sił składowych i ich wskaźniki wzrostu

1.4.2 Moc i moment obrotowy

Zasadniczo moc skrawania jest iloczynem składników prędkości i działających w jej kierunku sił składowych całkowitej siły skrawania. Tak więc ogólnie obowiązuje zależność:

$$P = \frac{F \cdot v}{60000}$$

P moc [kW]
F siła [N] (równ. 2.18)
v prędkość [m/min]

Jeżeli przy określaniu mocy wykorzystuje się moment obrotowy i prędkość obrotową, wówczas otrzymuje się zależność:

$$P = \frac{M_d \cdot n}{9554}$$

P moc [kW]
M_d moment obrotowy [N/m] (równ. 2.19)
n prędkość obrotowa [obr./min]

Dla ustalenia mocy przy projektowaniu obrabiarek najważniejsza jest moc skrawania P_c. Występuje ona bezpośrednio na narzędziu i oblicza się ją w sposób następujący:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60000}$$

P_c moc skrawania [kW]
F_c siła skrawania [N] (równ. 2.20)
v_c prędkość [m/min]

Moc posuwu P_f oblicza się w sposób następujący:

$$P_f = F_f \cdot v_f$$

P_f moc posuwu [kW]
F_f siła posuwu [N] (równ. 2.21)
v_f prędkość posuwu [mm/min]

Moc czynna P_e jest sumą odpowiednich mocy skrawania i posuwu.

$$P_e = P_c + P_f$$

P_e moc czynna [kW]
P_c moc skrawania [kW] (równ. 2.22)
P_f moc posuwu [kW]

Ze względu na stosunkowo małą prędkość posuwu w porównaniu z prędkością skrawania, można w większości przypadków przyjmować moc skrawania w przybliżeniu równą mocy czynnej ($P_e \approx P_c$).

O doborze silnika napędowego decyduje **moc napędu P_a**, przy czym uwzględnia się współczynnik sprawności η.

$$P_a = \frac{P_c}{\eta}$$

P_a moc napędu [kW]
P_c moc skrawania [kW] (równ. 2.23)
η współczynnik sprawności

albo:

$$P_a = P_c + P_{a\,jał.}$$

$P_{a\,jał.}$ moc silnika na biegu jałowym [kW] (równ. 2.24)

1.4.3 Objętość materiału skrawanego w jednostce czasu i jednostkowa objętość skrawanego materiału

Miarą wydajności obrabiarki skrawającej jest objętość materiału skrawana w jednostce czasu albo jednostkowa objętość skrawanego materiału. Obowiązuje przy tym zależność, że przy wzroście objętości materiału skrawanego w jednostce czasu względnie jednostkowej objętości skrawanego materiału, skraca się czas główny obrabiarki.

Pod pojęciem **objętości materiału skrawanego w jednostce czasu Q** należy rozumieć ilość wiórów odspojonych w jednostce czasu. Obowiązuje następująca zależność:

$$Q = A \cdot v_c$$

Q objętość materiału skrawanego w jednostce czasu [cm^3/min]
A przekrój warstwy skrawanej [mm^2] (równ. 2.25)
v_c prędkość skrawania [m/min]

Jednostkowa objętość skrawanego materiału Q_c, będąca objętością materiału skrawanego w jednostce czasu odniesioną do mocy, wyraża ilość wiórów odspojonych w jednostce czasu odniesioną do 1 kW. Obowiązuje zależność:

$$Q_c = \frac{Q}{P_c} = \frac{A \cdot v_c}{F_c \cdot v_c} = \frac{1}{k_c}$$

Q_c jedn. objętość skrawanego materiału [cm^3/kW * min]
P_c moc skrawania [kW] (równ. 2.26)
A przekrój warstwy skrawanej [mm^2]
F_c siła skrawania [N]
v_c prędkość skrawania [m/min]

Zależność ta pozwala obliczyć jednostkową objętość skrawanego materiału Q_c z właściwego oporu skrawania k_c i na odwrót. Odniesiona do mocy objętość materiału skrawanego w jednostce czasu Q_c nie jest więc zależna od obrabiarki, ale od występującej w procesie skrawania, odniesionej do materiału, właściwego oporu skrawania k_c.

1.4.4 Określanie zapotrzebowania mocy

Dobór parametrów roboczych można kontrolować na podstawie zapotrzebowania mocy. Nie jest przy tym istotne, czy zapotrzebowanie mocy jest określane przy użyciu jednostkowej siły skrawania k_c albo jednostkowej objętości materiału skrawanego w jednostce czasu Q_c.. Określana jest moc, która musi być do dyspozycji na końcówce wrzeciona.

Przy wstępnym doborze parametrów eksploatacyjnych można posłużyć się wstępną analizą zapotrzebowania mocy. Do tego celu służą poniższe, przybliżone zależności dotyczące obróbki różnych materiałów:

Obróbka stali:

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c}{20}$$

Obróbka żeliwa:

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c}{30}$$

Obróbka aluminium:

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c}{54,5}$$

a_p głębokość skrawania [mm]
f posuw [mm/obr.] (równ. 2.27)
v_c prędkość skrawania [m/min]

(równ. 2.28)

(równ. 2.29)

Przykład:

Obliczana wartość: P_c (obróbka stali, np. C 45)

Dane: $a_p = 2$ mm, $f = 0{,}1$ mm, $v_c = 180$ m/min

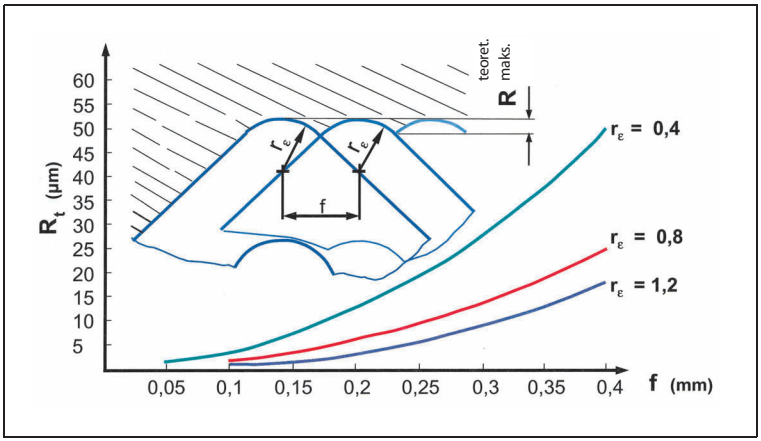
Rozwiązanie:

$$P_c = \frac{2 \cdot 0{,}1 \cdot 180}{20} = \underline{\underline{1{,}8 \text{ kW}}}$$

Wskazówka: w porównaniu z dokładnymi obliczeniami (patrz wzór 2.20), odchylenie jest bardzo niewielkie (1,85 kW przy dokładnym obliczeniu). W przypadku materiałów o większych, jednostkowych siłach skrawania, np. stali narzędziowych albo stali nierdzewnych i kwasoodpornych, ustalone obliczeniowo zapotrzebowanie mocy jest za małe.

1.5 Jakość powierzchni

W procesie wykańczającej obróbki jakość uzyskiwanej powierzchni może stanowić kryterium doboru procesu skrawania. **Teoretyczna wysokość nierówności** wynika



Rys. 2.26 Geometryczne warunki kontaktu narzędzia z obrabianym przedmiotem przy toczeniu

z kształtu krawędzi skrawającej i z ruchu względnego narzędzia względem obrabianego przedmiotu. Zależności obowiązujące przy toczeniu przedstawiono na *Rys 2.26* .

$$f = \sqrt{8 \cdot r_\varepsilon \cdot R_t}$$

(równ. 2.30)

R_t wysokość nierówności (teoretyczna) [mm]
r_ε promień narożników ostrza [mm]
f posuw [mm/obr.]
a_p głębokość skrawania [mm]

Tak więc wysokość nierówności wzrasta według kwadratu posuwu i zmniejsza się liniowo wraz ze zwiększaniem promienia naroża ostrza. *Równanie 2.30* dotyczy posuwów o wartości

do $f \geq 0{,}08$ mm. Zwiększenie zaokrąglenia naroży ostrza daje również poprawę jakości powierzchni; trzeba jednak stosować je bardzo ostrożnie, ponieważ płaskie ostrza (duży r_ε) w miarę zużycia, zwiększają skłonność do karbowania.

W poniższej tabeli przedstawiono zależności pomiędzy najczęściej używanymi wskaźnikami chropowatości.

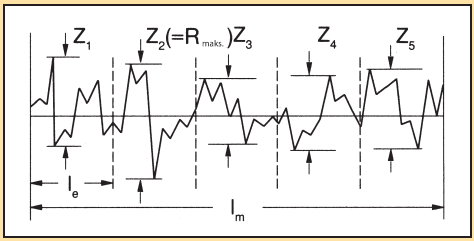
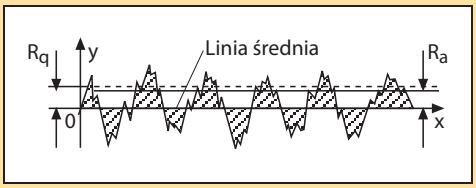
Wysokość nierówności R_t ($R_{maks.}$), R_z	
Maksymalna wysokość nierówności R_t ($R_{maks.}$) jest największą wysokością nierówności na całym odcinku pomiarowym l_m. *Średnia wysokość nierówności* R_z jest średnią wartością z jednostkowych wysokości nierówności Z_i na kolejnych odcinkach pomiarowych l_e. Znajduje ona często zastosowanie w praktyce.  	$R_z = R_{zDIN} = \frac{1}{n} \cdot (Z_1 + Z_2 + \ldots + Z_n)$ (równ. 2.31)
Średnia arytmetyczna odchylenia zarysu chropowatości powierzchni od linii średniej R_a, R_q	
Średnia arytmetyczna odchylenia zarysu chropowatości powierzchni od linii średniej R_a jest arytmetyczną wartością średnią wszystkich wysokości profilu nierówności. Znajduje ona często zastosowanie w praktyce. Kwadratowe odchylenie zarysu chropowatości powierzchni od linii średniej R_q jest kwadratową wartością średnią wszystkich wysokości profilu nierówności. $y(x)$ = wysokości profilu nierówności.  	$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l \lvert y(x) \rvert dx$ (równ. 2.32) $R_q = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l \lvert y(x) \rvert dx}$ (równ. 2.33)

Tabela 2.15 Określanie najczęściej stosowanych wskaźników chropowatości według DIN

2 Nowoczesne technologie produkcji

Wzrastająca konkurencja zmusza przedsiębiorców do intensywniejszego niż kiedykolwiek dotąd wprowadzania innowacji technicznych. W dziedzinie obróbki wiórowej polega to głównie na skracaniu czasów głównych i pomocniczych (61% kosztów produkcji) oraz na oszczędnościach środków produkcji (chłodziwo itp.). Natomiast narzędzia mają tylko 3,5% udział w kosztach. Tym samym w tej dziedzinie nie można osiągnąć żadnych oszczędności, w odniesieniu do całego procesu produkcji, albo będą one bardzo niewielkie (por. *Rys.* 2.32).

Wykorzystanie i wdrożenie istniejących możliwości przez:

- skrawanie z wysokimi prędkościami (HSC),
- skrawanie wysokowydajne (HPC),
- skrawanie na sucho lub skrawanie z minimalnym smarowaniem (MMS) oraz
- skrawanie materiałów bardzo twardych.

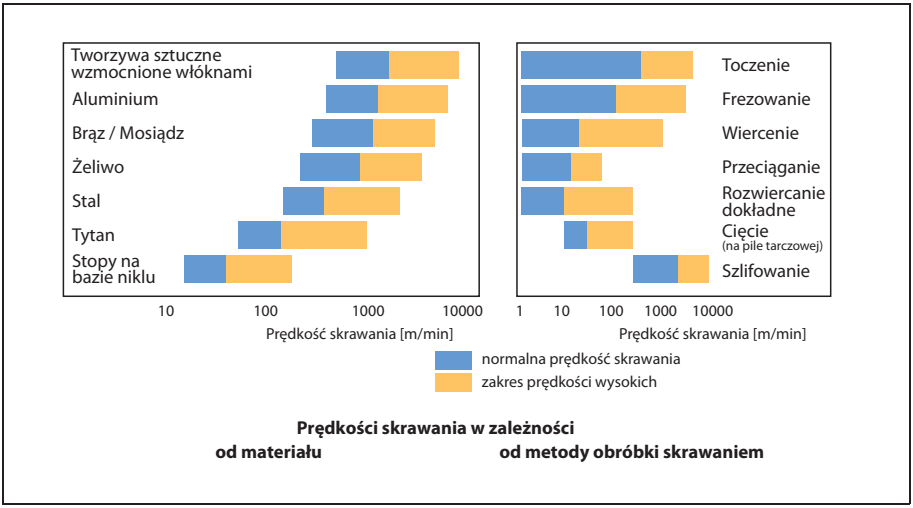


Rys. 2.27 Nowoczesne technologie obróbki skrawaniem

2.1 Skrawanie z wysokimi prędkościami (HSC)

2.1.1 Określenia i uwarunkowania

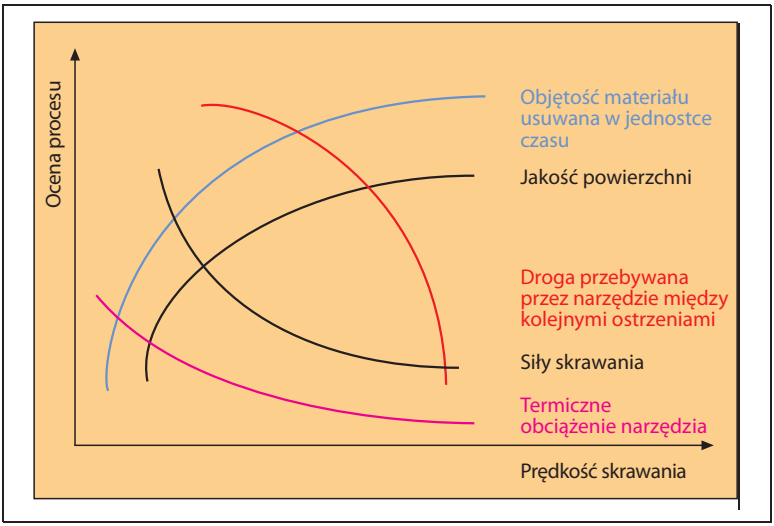
Skrawanie z wysokimi prędkościami (High Speed Cutting) polega na pracy z wyraźnie zwiększoną prędkością skrawania v_c, przy względnie niewielkiej głębokości skrawania. Przyporządkowanie tego pojęcia do określonych prędkości skrawania należy zawsze rozpatrywać w połączeniu z metodą obróbki, jak również obrabianym materiałem *(Rys. 2.28)*.



Rys. 2.28 Obszary prędkości skrawania HSC

Wzrost prędkości skrawania ma następujące zalety:

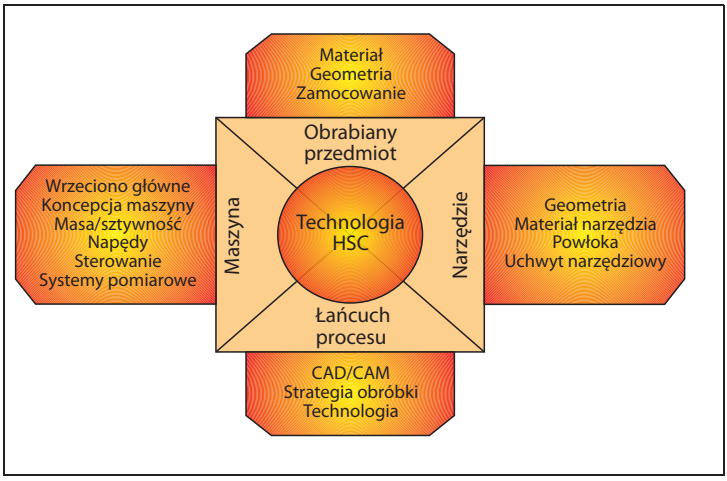
- znaczne skrócenie czasów głównych,
- możliwość zwiększenia jednostkowych objętości usuwanego materiału o około 30%,
- 5- do 10-krotne zwiększenie prędkości posuwu,
- możliwość zmniejszenia siły skrawania o ponad 30%,
- możliwość obróbki bez drgań przedmiotów o skomplikowanych kształtach geometrycznych,
- możliwa wykańczająca obróbka wiórowa w technologii HSC (jakość powierzchni zbliżona do jakości uzyskiwanej po szlifowaniu, obróbka nie powodująca odkształceń, dzięki odprowadzaniu ciepła powstającego podczas procesu głównie przez wióry).



Rys. 2.29 Wpływ obróbki metodą HSC na proces skrawania

2.1.2 Czynniki procesu

Parametry obróbki HSC wpływają nie tylko na sam proces, ale działają na cały układ obrabiarka - narzędzie - obrabiany przedmiot *(Rys. 2.30)*.



Rys. 2.30 Czynniki wpływające na cały proces i czynniki będące impulsem całego procesu

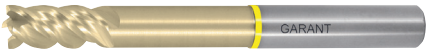
Optymalne zastosowanie tej technologii wymaga spełnienia poniższych warunków:

Maszyna:

- Praca bez luzów i drgań
- Wysoka sztywność
- Lekka konstrukcja części ruchomych
- Duża prędkość obrotowa i dokładność ruchu obrotowego wrzeciona
- Stosowanie wysokich posuwów (napędy liniowe)

Narzędzie:

- Wysoka dokładność ruchu obrotowego
- Wysoka jakość wyważenia (geometria, ukształtowanie chwytu)
- Duża trwałość (specjalna geometria ostrzy i powłoki)
- Duża sztywność



– Specjalna powłoka ZOX
– Specjalna geometria ostrzy
– Wysoka dokładność ruchu obrotowego

Rys. 2.31 Frez zgrubny GARANT VHM do skrawania w technologii HSC (v_c do 1000 m/min)

Uchwyty narzędziowe:

- Duża dokładność ruchu obrotowego
- Uchwyty hydrauliczne, precyzyjne albo termoskurczowe

Obrabiany przedmiot:

- Stabilne, pozbawione drgań zamocowanie

Długi okres trwałości i lepszą jakość powierzchni przy użyciu odpowiednich materiałów narzędzi skrawających można osiągnąć tylko wtedy, gdy zapewni się wysoką dokładność ruchu obrotowego od wrzeciona, poprzez uchwyt narzędziowy aż do ostrza. Zwłaszcza przy obróbce HSC jest to warunek nieodzowny. Zakłada to jednak nie tylko poprawę dokładności wykonania chwytów narzędzia skrawającego, ale również uchwytów narzędziowych, których technika mocowania została tak zoptymalizowana, że na ostrze jest przenoszona możliwie jak najmniejsza liczba błędów mocowania (patrz także rozdział Mocowanie).

Znany jest szereg konwencjonalnych technik mocowania, takich jak uchwyty zaciskowe do tulei zaciskowych o różnych wykonaniach, albo Weldon/Whistle-Notch, które w wielu zakresach odpowiednio do potrzeb zostały już ulepszone przez zastosowanie techniki hydraulicznej. Jest ona dzisiaj z powodzeniem stosowana w wielu dziedzinach, również przy obróbce z dużymi prędkościami, ze względu na swoją wysoką dokładność ruchu obrotowego i łatwość użycia.

Inna metoda, wykorzystująca technikę termoskurczową, charakteryzuje się bardzo wysoką dokładnością, niezawodnym połączeniem zaciskowym i dużą sztywnością oraz, ze względu na obrotowo-symetryczny kształt uchwytów zaciskowych, nadaje się zwłaszcza do obróbki HSC. Uzyskuje się dokładność ruchu obrotowego poniżej 0,003 mm, przy długości wysięgu 3 x D. Przy stosowaniu narzędzi o dużej dokładności ruchu obrotowego, dokładności te mogą się przenosić w znacznym stopniu na ostrze. Dzięki temu uzyskuje się wyraźne zwiększenie okresu trwałości i poprawę jakości powierzchni (porównaj rozdział Mocowanie).

Siły odśrodkowe mają szczególne znaczenie, zwłaszcza przy obróbce w technologii HSC. Powodują one obciążenie łożysk wrzeciona (zniszczenie wrzeciona), drgania, które mają niekorzystny wpływ na jakość powierzchni, pogarszają dokładność wykonawczą i skracają okres trwałości narzędzia. Wyważanie dokładne albo bardzo dokładne jest konieczne zawsze wtedy, gdy powinny zostać osiągnięte optymalne warunki pracy (patrz obróbka wykańczająca).

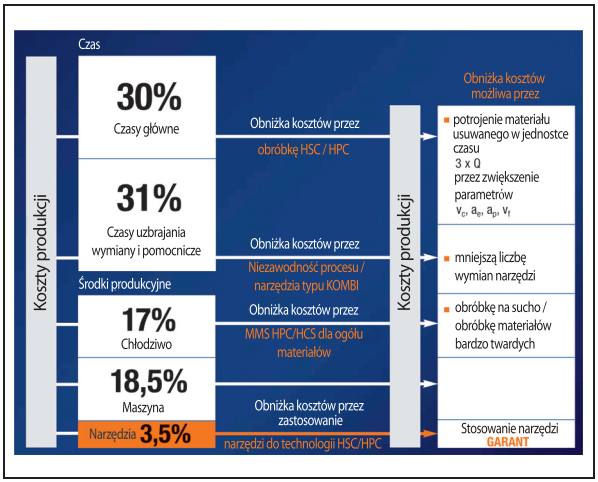
Szersze informacje na temat wyważania i jakości wyważania są podane w rozdziale Mocowanie.

2.2 Skrawanie wysokowydajne (HPC)

2.2.1 Cel skrawania wysokowydajnego

Przy skrawaniu wysokowydajnym (High Performance Cutting), w przeciwieństwie do skrawania z dużymi prędkościami (HSC) pierwszoplanowe znaczenie dla skrócenia czasu głównego ma optymalizacja objętości materiału usuwanego w jednostce czasu (patrz rozdział 1.4.3). Obejmuje ono również obszar małych prędkości skrawania, przy wyraźnie wyższych posuwach, gdyż również wtedy można uzyskać bardzo duże objętości materiału usuwane w jedn. czasu. HPC obejmuje również skrócenie czasów pomoc. przez zwiększenie prędkości pozycjonowania i prędkości przesuwów szybkich oraz zmniejszenie czasów wymiany narzędzi. Podczas gdy możliwy do uzyskania posuw wynika w istocie z liczby ostrzy, prędkość skrawania jest uzależniona od materiału, z którego wykonane jest narzędzie.

W poniższym rozdziale 3. omówiono istotne nowe opracowania i możliwości w zakresie materiałów na narzędzia skrawające.



Rys 2.32 Cele skrawania HPC

Narzędzia wysokowydajne muszą więc wytrzymywać siły skrawania występujące zwłaszcza przy obróbce HPC, jak również większe siły odśrodkowe, znacząco wyższe, niż przy obróbce HSC. Narzędzia do skrawania wysokowydajnego i z wysokimi prędkościami, wraz z odpowiednio skonstruowanymi obrabiarkami, stwarzają podstawę do znaczącego wzrostu wydajności obróbki wiórowej przez zwiększenie prędkości skrawania, posuwu i jakości powierzchni obrabianych przedmiotów, przy osiąganej ilości usuwanego materiału od 5000 do 10000 cm^3/min, np. w obróbce wiórowej metali lekkich.

2.2.2 Skrawanie wysokowydajne na przykładzie frezowania

Wieloznaczność pojęcia obróbki wysokowydajnej staje się szczególnie wyraźna przy omawianiu skrawania materiałów bardzo twardych. Wysokowydajne frezy ze stopów twardych stwarzają najlepsze warunki osiągania ekstremalnych posuwów i wskutek tego największych objętości materiału usuwanego w jednostce czasu Q_c oraz skrócenia czasu obróbki. Dzięki ekstremalnej sztywności i tym samym możliwości osiągania wysokich posuwów, narzędzia te odpowiadają obciążeniom występującym podczas skrawania wysokowydajnego.

Przykład obróbki:	**Frezowanie w pełnym materiale (1.0037)**
Materiał:	X2CrMnNiN17-7-5 (1.4371)
Narzędzie:	Frez trzpieniowy HPC GARANT VHM (203000)
	średnica 20 mm
Parametry skrawania:	v_f = 1200 mm/min
	n = 2500 obr./min
	a_e = 20 mm
	a_p = 15 mm



Wynik:

zwiększenie wydajności o 200%

– skrócenie czasu głównego ze 140 do 40 minut
– zwiększenie okresu trwałości ze 120 do 240 minut
– krótkie wióry o jednakowej długości
– precyzyjne i szybsze frezowanie
– spokojna praca, wydłużająca okres trwałości obrabiarki

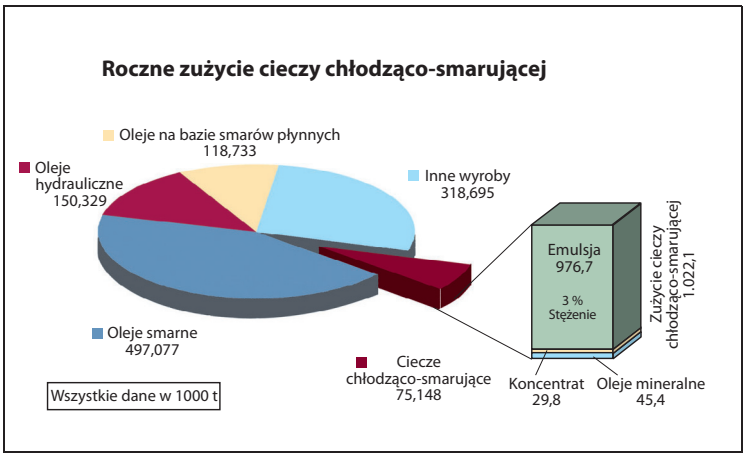
2.3 Obróbka skrawaniem na sucho

2.3.1 Celowość, efekty i właściwości

Najbardziej efektywnym połączeniem skrawania z geometrycznie określonym ostrzem, zalet ekonomicznych i realizacji celów ekologicznych, jest obróbka na sucho. Jej stosowanie zakłada bardzo szczegółową wiedzę na temat skomplikowanych zależności pomiędzy:

- obrabianym przedmiotem,
- materiałem obrabianego przedmiotu,
- narzędziem,
- technologią obróbki,
- warunkami obróbki oraz
- obrabiarką

- i ich wpływem na proces skrawania i wyniki obróbki.



Rys. 2.33 Zużycie cieczy chłodząco-smarujących w Niemczech

Celem obróbki na sucho musi być odpowiednie zastąpienie podstawowych funkcji cieczy chłodząco-smarującej, aby wyprodukować części o wymaganej jakości przy utrzymaniu założonych kosztów. Ekologiczne znaczenie cieczy chłodząco-smarującej jest wyraźne, jeżeli rozważy się zużywaną rocznie ilość cieczy chłodząco-smarujących. Według informacji Bundesamt für Wirtschaft (Federalny Urząd Gospodarki), zużycie roczne cieczy chłodząco-smarujących w Niemczech wynosi około 75.148 ton *(por. Rys. 2.33)*.

W *Tabeli 2.16* przedstawiono zasadniczą przydatność różnych technologii do obróbki na sucho. Poszczególne technologie osiągnęły różne poziomy rozwoju i muszą być oceniane w zróżnicowany sposób. Przedstawione w tabeli rozwiązania stanowią częściowo wiedzę dopiero na etapie badań podstawowych (przeciąganie). W niektórych przypadkach obróbka na sucho jest już stosowana w produkcji seryjnej (np. frezowanie stopów Al do przeróbki plastycznej).

Obrabiany materiał / Proces	Aluminium		Stal		Żeliwo szare
	Stopy odlewnicze	Stopy do przeróbki plastycznej	Stale wysokostopowe, stale łożyskowe	Stale automatowe, stale do ulepszania cieplnego	GG20 GGG70
Wiercenie Powłoka	MMS TiAlN	MMS bez powłoki	MMS TiAlN + warstwa poślizgowa	na sucho TiN	na sucho TiN
Rozwiercanie dokładne Powłoka	MMS TiAlN, PKD	MMS bez powłoki	—	MMS listwa PKD	MMS listwa PKD
Gwintowanie Powłoka	MMS TiN	—	MMS TiN	—	MMS TiCN
Gwintowanie bezwiórowe Powłoka	MMS CrN, WC/C	MMS	MMS	MMS TiCN	—
Frezowanie Powłoka	na sucho TiN+ warstwa poślizgowa CVD-Diamant	MMS bez powłoki	MMS TiAlN+ warstwa poślizgowa	na sucho TiN	na sucho TiN
Frezowanie obwiedniowe	—	—	—	na sucho	na sucho
Cięcie	MMS	MMS	MMS	MMS	—
Przeciąganie otworów Powłoka	—	—	na sucho TiCN-Multilayer	na sucho TiCN-Multilayer	—

— nie są znane żadne sprawdzone przypadki zastosowań lub brak wyników badań

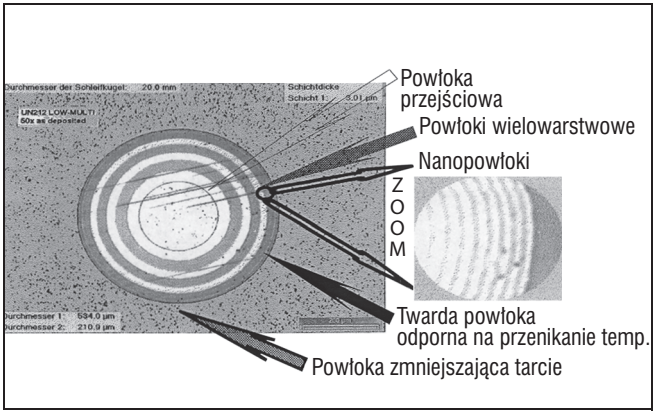
Tabela 2.16 Możliwości obróbki na sucho przy skrawaniu z użyciem zdefiniowanego ostrza (MMS = smarowanie minimalne, patrz także rozdział 2.4)

2.3.2 *Narzędzia do obróbki na sucho*

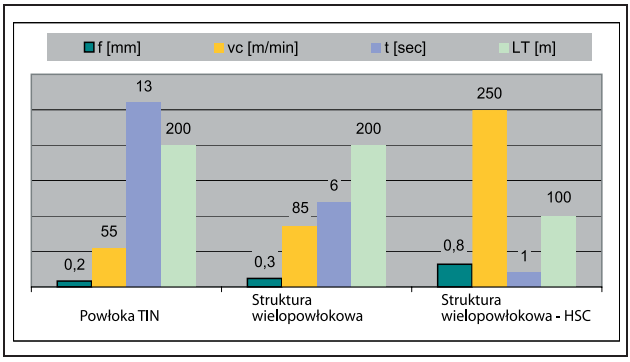
Ze względu na wysoką twardość w podwyższonych temperaturach i odporność na zużycie w wysokich temperaturach, do obróbki na sucho nadają się przede wszystkim powlekane stopy twarde, a oprócz nich również spieki ceramiczne, narzędzia z CBN i diamentowe.

Także narzędzia ze stali szybkotnącej, z odpowiednimi systemami powłok, mogą być z korzyścią stosowane w obróbce na sucho. Chodzi przy tym o skrawanie z małymi prędkościami skrawania, przy wysokich wymaganiach w stosunku do odporności podłoża na obciążenia dynamiczne, jak np. przy gwintowaniu.

Bardzo dobre wynik wiercenia stali osiąga się przy użyciu powłok TiAlN-TiN-Multilayer.
Dzięki smarnemu działaniu miękkich warstw poślizgowych następuje zmniejszenie tarcia pomiędzy wiórem a narzędziem.



Rys. 2.34 Struktura TiAlN-TiN - wielopowłokowa



Rys. 2.35 Wzrost wydajności przy wierceniu na sucho w GG26Cr (LT = droga narzędzia pomiędzy kolejnymi ostrzeniami)

Przy uzyskiwaniu wysokiej niezawodności technologicznej dużego znaczenia nabiera opracowanie i stosowanie narzędzi o zoptymalizowanej geometrii.

Wciąż jeszcze problemy sprawia zwłaszcza wiercenie na sucho. Głównym problemem przy wierceniu na sucho jest właściwe odprowadzanie wiórów z otworu. Oprócz systemów powłok, obiecujące wyniki daje zastosowanie narzędzi z powiększonymi rowkami wiórowymi.

2.4 Smarowanie minimalne

Ponieważ ze względu na niewłaściwe wyniki, możliwości obróbki wyłącznie na sucho są ograniczone lub niemożliwe, w praktyce często stosuje się minimalne smarowanie połączone z chłodzeniem (obróbka quasi na sucho). Niewielkie ilości cieczy chłodząco-smarującej poprawiają wynik obróbki i zapewniają możliwość zmniejszenia zużycia cieczy chłodząco-smarującej.
Przy omawianiu doprowadzania szczególnie niewielkich ilości cieczy chłodząco-smarującej przyjęły się dzisiaj następujące pojęcia:

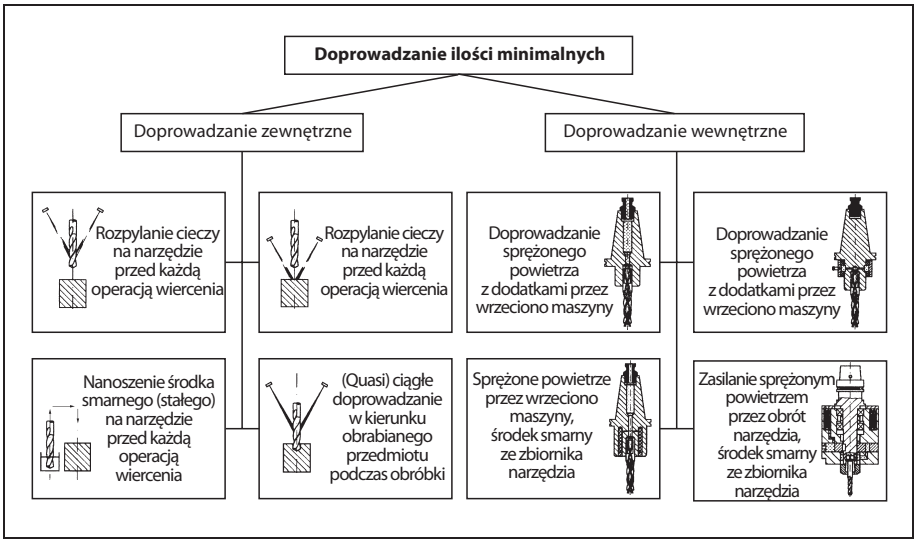
- minimalne smarowanie (chłodzenie) MMKS (ilość środka smarnego na ogół **mniejsza niż 50 ml/h**),
- smarowanie / chłodzenie zmniejszone MKS (ilość cieczy chłodząco-smarującej na ogół mniejsza niż 120 l/h).

Działanie chłodzące w systemach cieczy chłodząco-smarujących jest jednak sprawą sporną, więc wielu autorów faworyzuje termin **smarowanie minimalne MMS**.



Rys. 2.36 Zastosowanie zewnętrznego smarowania minimalnego

Przy omawianiu smarowania minimalnego należy zasadniczo rozróżnić sposób doprowadzania od sposobu przygotowania mieszanki, ponieważ ma to znaczenie dla końcowego rezultatu. Istnieje wiele możliwości doprowadzania środka smarnego, co przedstawiono na *Rys. 2.37* dla przypadku wiercenia.

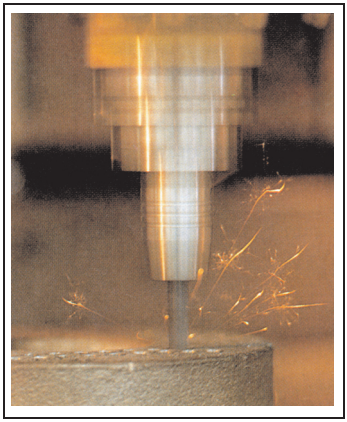


Rys. 2.37 Doprowadzanie minimalnych ilości podczas wiercenia



2.5 Skrawanie materiałów twardych

2.5.1 Cechy szczególne, wymagania i możliwości



Rys. 2.38 Frezowanie stali hartowanej

Obróbka materiałów twardych charakteryzuje się szczególnym mechanizmem tworzenia wióra.

Materiały twarde nie ulegają odkształceniom plastycznym przy normalnych temperaturach i ciśnieniach. Podczas tworzenia wióra nie tworzy się więc powierzchnia albo strefa ścinania (por. podrozdział 1.1).
Na początku odspajania materiału powstaje przed powierzchnią natarcia przesuwające się pęknięcie na powierzchni obrabianego przedmiotu. Tworzą się wióry segmentowe, które przeważnie "spiekają się" w kształcie zębów piły. Przy skrawaniu materiałów twardych powstają mechanizmy tworzenia wióra, które w porównaniu z obróbką materiałów miękkich powodują powstanie wysokich sił i temperatur skrawania.

Obciążenia występujące przy skrawaniu materiałów twardych wyznaczają wymagania dla stosowanych do tego celu materiałów narzędzi skrawających:

Obciążenia wywołane skrawaniem materiałów twardych	Wymagania w stosunku do materiału narzędzia
Wysokie temperatury eksploatacyjne	Odporność na dyfuzję i utrzymywanie twardości w podwyższonych temperaturach
Wysoki nacisk w pobliżu krawędzi skrawającej	Wytrzymałość na zginanie i ściskanie
Duże obciążenia dynamiczne przy skrawaniu przekrojów nieciągłych	Odporność na obciążenia dynamiczne, wytrzymałość krawędzi

Rys. 2.17 Wymagania w stosunku do materiału narzędzi przy skrawaniu materiałów twardych

Podczas gdy w przeszłości przy obróbce materiałów o twardościach powyżej 60 HRC trzeba było z reguły stosować obróbkę elektroiskrową albo szlifowanie, jako metodę obróbki wykańczającej, dzisiaj, dzięki konsekwentnemu wykorzystaniu materiałów na narzędzia o wysokiej odporności na zużycie i dokładnemu poznaniu procesów, stosuje się technologię z użyciem ostrzy o określonej geometrii. Zaletą jest wysoka elastyczność, kompleksowa obróbka w jednym zamocowaniu i możliwość optymalizacji produkcji, przy oszczędności energii i krótszym czasie produkcji. Do obróbki materiałów twardych (toczenie, frezowanie frezami trzpieniowymi i z użyciem płytek skrawających, wiercenie, gwintowanie, pogłębianie i rozwiercanie) GARANT oferuje szeroki asortyment odpowiednich narzędzi.

W celu pełnego i skutecznego wykorzystania możliwości obróbki skrawaniem materiałów twardych z zastosowaniem ostrzy o określonej geometrii (np. toczenie materiałów twardych), w przeciwieństwie do szlifowania, konieczny jest dalszy rozwój materiałów na narzędzia, jak również dostępność odpowiednich środków mocujących i obrabiarek.

2.5.2 Skrawanie twardych materiałów na przykładzie frezowania

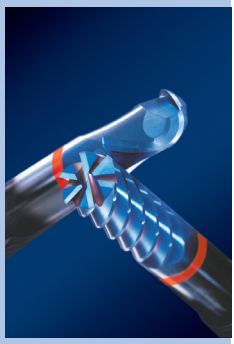
Obróbka frezarska i tokarska jest już stosowana na skalę przemysłową, przy czym mogą być stosowane bardzo odporne na zużycie materiały narzędzi skrawających, takie jak polikrystaliczny azotek boru (PKB lub CBN) albo cermetale Al_2O_3 (por. podrozdział 3. Materiały narzędzi skrawających). Poniżej zostanie przedstawionych kilka przykładów frezowania twardych materiałów.

Frezowanie Toolox 44



Materiał obrabianego przedmiotu:

Toolox 44 jest całkowicie nowym rodzajem hartowanej na wskroś stali narzędziowej o twardości 45 HRC. Zawartości węgla i siarki są znacznie zmniejszone, natomiast wysoka jest zawartość krzemu. Ta opracowana przez szwedzkiego producenta SSAB Öxelsund stal jest poddana końcowej obróbce cieplnej. Wyeliminowane jest końcowe hartowanie po obróbce, w związku z czym nie występuje ryzyko deformacji albo pęknięć.



Zalety dla producentów narzędzi i form:

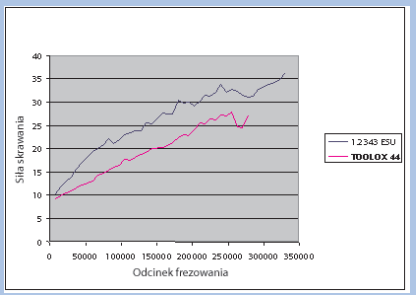
- szczególnie duża stabilność kształtu i odporność na zużycie,
- bardzo dobra skrawalność, pomimo twarda. 45 HRC,
- idealna do produkcji form, wyginaków oraz elementów konstr. i narażonych na szybkie zużycie,
- zmniejszony nakład czasu, niższe koszty.

Narzędzie: Ważna jest przede wszystkim ostrość narzędzia, poza tym wyeliminowanie drgań przy obróbce.

Parametry skrawania:

Frez kulisty	D = 6 mm
v_c = 150 m/min	n = 22.208 min^{-1}
f_z = 0,08 mm/ząb	v_f = 3.553 mm/min
a_p = 0,2 mm	a_e = 0,3 mm

Wynik: Zużycie: **VB = 0,1 mm po odcinku frezow. 277 m**



Frezowanie twardej stali narzędziowej



Narzędzie: Frez trzpieniowy drobnoziarnisty VHM GARANT, średnica 10 mm, 6 ostrzy, powłoka TiAlN Monolayer, tolerancja dokładności ruchu obrotowego < 10 µm

Materiał obrabianego przedmiotu: X155CrMoV12 1 (1.2379, narzędziowa hartowana do twardości f 62 HRC)

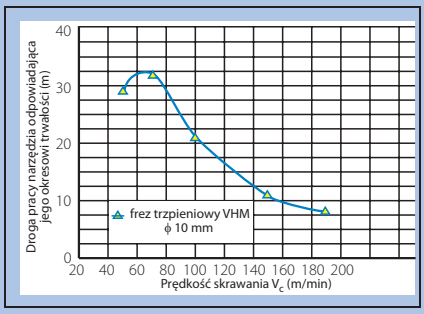
Parametry skrawania: f_z = 0,07 mm/ząb v_c zmienna

a_p = 10 mm a_e = 0,2 mm

1. Określanie optymalnej prędkości skrawania na sucho

Wynik:

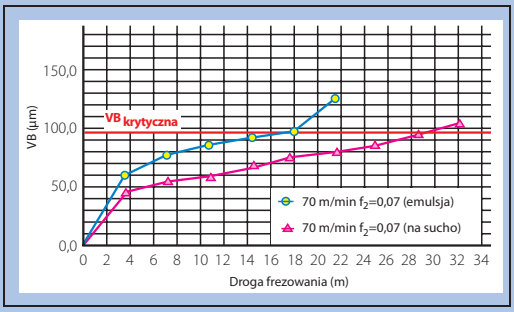
v_c optymalna przy 70 m/min (patrz wykres z prawej)



2. Porównanie skrawania na sucho i na mokro

Wynik:

obróbka na sucho optymalna (por. wykres z prawej)



Przy założeniu zastosowania obrabiarek o odpowiedniej stabilności i wystarczającej mocy napędu można osiągnąć wysoką jakość powierzchni.

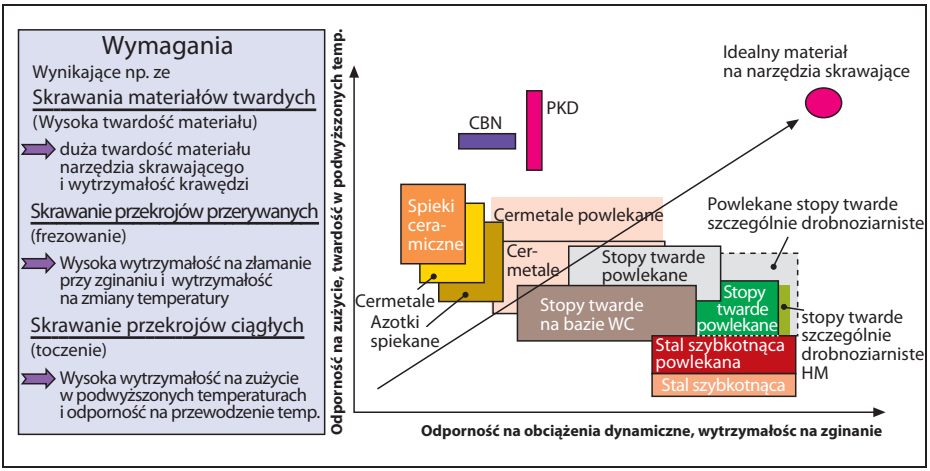
3 Materiały na narzędzia skrawające i powłoki

3.1 Podział materiałów na narzędzia skrawające

Zazwyczaj materiałom na narzędzia skrawające (część czynna narzędzia) stawia się poniższe wymagania:

- duża twardość i wytrzymałość na ściskanie,
- wysoka wytrzymałość na zginanie i odporność na obciążenia dynamiczne,
- duża odporność na zużycie,
- duża odporność na temperaturę.

Hierarchia wyżej wymienionych wymagań zależy od konkretnego zadania obróbkowego. Materiały na narzędzia skrawające można podzielić w następujący sposób:



Rys. 2.39 Właściwości stosowanych materiałów na narzędzia skrawające

W *Tabeli 2.18* przedstawiono niektóre istotne właściwości materiałów na narzędzia skrawające. Z porównania wynika np., że stale szybkotnące i stopy twarde mają istotnie wyższą wytrzymałość na złamanie przy zginaniu, przy mniejszej twardości i wytrzymałości na ściskanie, w porównaniu ze spiekami ceramicznymi i materiałami supertwardymi (CBN, PKD).

Właściwości	Materiały na narzędzia skrawające					
	Stal szybkotnąca	Stopy twarde			Spieki ceramiczne	Supertwarde materiały na narzędzia skrawające (CBN, PKD)
		P02–P40	M10–M40	K03–K40		
Gęstość [g/cm^3]	8,0 do 9,0	6,0 do 15,0			3,2 do 4,5	3,12 do 3,5
Twardość Vickersa HV30	700 do 900	1.350 do 1.650	1.350 do 1.700	1.300 do 1.800	1.350 do 2.100	3.500 2)
Wytrzymałość na złamanie przy zginaniu [MPa]	2.500 do 4.000	800 do 1.900	1.350 do 2.100	1.200 do 2.200	400 do 950	500 do 1.100
Wytrzymałość na ściskanie [Mpa]	2.800 do 3.800	4.600 do 5.100	4.400 do 6.000	4.500 do 6.200	3.500 do 5.500 1)	7.600 3)
Moduł E [GPa]	260 do 300	440 do 560	540 do 580	580 do 630	300 do 450	680 do 840
Rozszerzalność cieplna [$10^{-6}K^{-1}$]	9 do 12	5,5 do 7,5	5,5	5,0 do 5,5	3,0 do 8,0	–

1) dotyczy spieków ceramicznych
2) dotyczy CBN
3) dotyczy PKD

Tabela 2.18 Właściwości różnych materiałów na narzędzia skrawające w temperaturze pokojowej

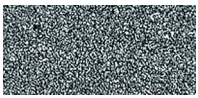
Poniżej opisano istotne materiały na narzędzia skrawające i ich powłoki. Bliższe dane na temat wskaźników i zastosowania są podane w rozdziałach Wiercenie i Toczenie, przy omawianiu metod obróbki. Teoretyczne zależności odnoszące się do sił skrawania, zużycia, okresów trwałości i tak dalej są podane w podrozdziale 1.

3.1.1 Wysokowydajne stale szybkotnące (HSS), stale proszkowe (PM)

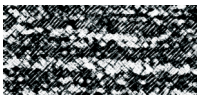
Wysokowydajne stale szybkotnące stosuje się w szerokim zakresie na wiertła kręte, pogłębiacze i narzędzia do rozwiercania, frezy i brzeszczoty pił. Stale te stosuje się również często na noże tokarskie kształtowe i przecinaki tokarskie. Charakterystyka eksploatacyjna:

- małe prędkości skrawania,
- chłodzenie ostrza (najczęściej nieodzowne),
- mniejsza wytrzymałość na zużycie w porównaniu ze stopami twardymi,
- wysoka wytrzymałość na podwyższone temperatury i wytrzymałość na złamanie przy zginaniu,
- niskie koszty.

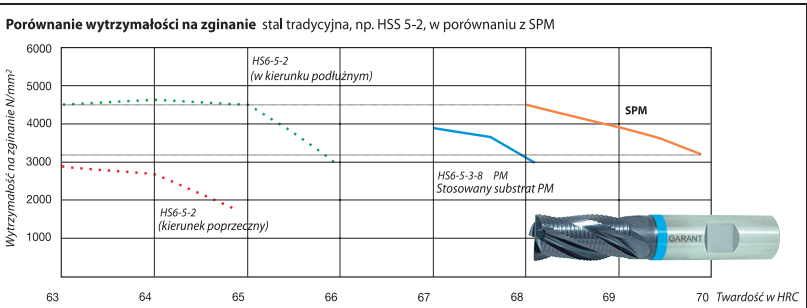
Szereg uprzywilejowanych gatunków przedstawiono w *Tabeli 2.19*. Najczęściej stalą **HSS** określa się stal szybkotnącą HS 6-5-2 (1.3343). Oznaczenie **HSCO** lub **HSS/Co** oznacza materiał HS 6-5-2-5 (1.3243). Stale szybkotnące o większej zawartości składników stopowych są zwykle oznaczane jako **HSS-E**. Poprawę jakości można osiągnąć przez technologię metalurgii proszkowej **(stale PM)**. Metoda ta polega na rozpylaniu przez dysze ciekłej stali, która następnie szybko krzepnie w postaci drobnych kropli (postać proszkowa). Nie tworzą się przy tym duże węgliki pierwotne (por. *Rys. 2.40*, z lewej strony). Przy wytwarzaniu półfabrykatów następuje prasowanie proszku, nie zawierającego porów pod wysokim ciśnieniem i przy wysokiej temperaturze (metoda izostatyczna w zakresie wysokich temperatur). Powstaje bardzo drobnoziarnista struktura o bardzo dobrych właściwościach mechanicznych, która wyraźnie poprawia charakterystykę zużycia. Nowy substrat **SPM** zawiera poza tym istotnie więcej składników stopowych. SPM posiada dzięki temu doskonałą **twardość i odporność na obciążenia dynamiczne** (por. *Rys. 2.40*).



Struktura stali wykonanej w technologii proszkowej:
drobne i równomiernie rozmieszczone węgliki



Struktura konwencjonalna:
duże, rozmieszczone rzędowo węgliki



Porównanie wytrzymałości na zginanie różnych stali wysokowydajnych

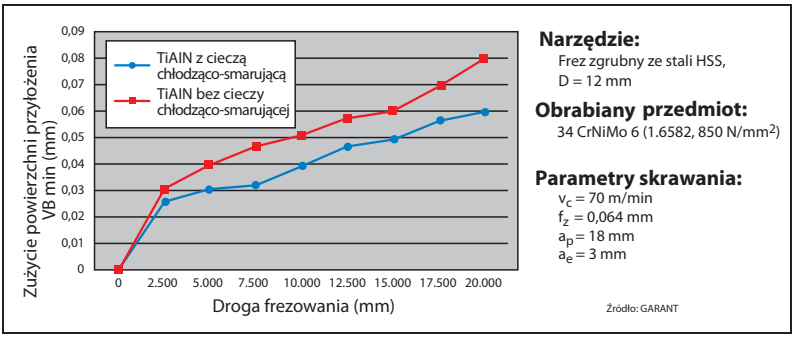
Rys. 2.40 Struktura i wytrzymałość na złamanie przy zginaniu różnych, wysokowydajnych stali szybkotnących

W poniższej tabeli przedstawiono zbiorczo pierwiastki stopowe i cechy eksploatacyjne wysokowydajnych stali szybkotnących.

Materiał narzędzia skrawającego	Zastosowanie	Zawartość składników stopowych [%]					
		C	W	Mo	V	Co	Cr
HSS	Zastosowanie ogólne	0,9	6,5	5,0	2,0	–	4,2
HSS z ca. 5% Co (HSS/Co5)	Wysoka wytrzymałość cieplna, do dużych prędkości skrawania, wiercenie: obróbka materiałów o wysokiej wytrzymałości	0,9	6,5	5,0	2,0	4,8	4,2
HSS z Co albo V (HSS/E)	Oznaczenie HSS/Co5 i HSS/V3, szczególnie przy gwintowaniu	0,9 1,2	6,5 6,5	5,0 5,0	2,0 3,0	4,8 –	4,2 4,2
HSS z 8% Co (HSS/Co8)	Zwłaszcza do skrawania przekrojów nieciągłych, jak np. przy frezowaniu	0,9	6,5	5,0	2,0	8,0	4,2
HSS z 10% Co lub 12,5% Co (HSS/Co10) (HSS/Co12,5)	Szczególnie wysoka wytrzymałość cieplna, do frezowania stali nierdzewnych i kwasoodpornych	1,2	9,3	3,6	3,2	10,0 12,5	4,2
Stal szybkotnąca wykonana technologią metalurgii proszkowej	Zwłaszcza do obróbki na sucho i przy wysokich obciążeniach podczas frezowania i gwintowania	1,3	6,5	5,0	3,1	8,5	4,2

Tabela 2.19 Składniki stopowe i przeznaczenie wysokowydajnych stali szybkotnących GARANT

Powłoka narzędzi wykonanych z wysokowydajnych stali szybkotnących, dobrana odpowiednio do zadania obróbkowego, powoduje zwiększenie ilości pracy wykonywanej między kolejnymi ostrzeniami. Na *Rys. 2.41* przedstawiono związany z tym przykład:



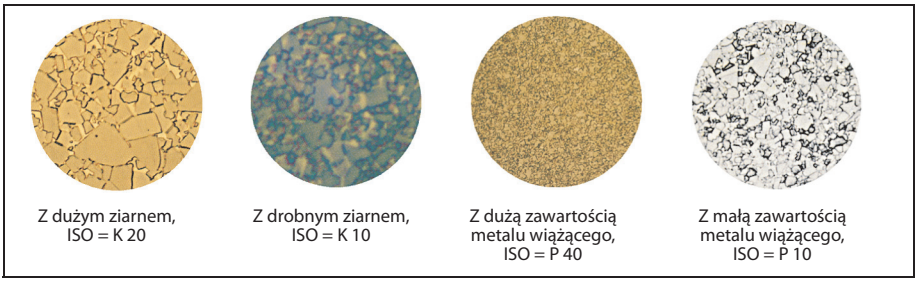
Rys. 2.41 Zastosowanie różnych powłok przy frezowaniu zgrubnym narzędziami z wysokowydajnej stali szybkotnącej

3.1.2 Stopy twarde (HM albo VHM)

W obróbce skrawaniem istotną rolę odgrywają zwłaszcza spiekane stopy twarde, wykonywane z szeregu różnych węglików oraz metalu wiążącego. Stopy twarde (w skrócie oznaczane HM) dzieli się zwykle według ISO na trzy grupy skrawania:

- P do obróbki materiałów dających długi wiór, jak stal, staliwo, stal nierdzewna i żeliwo ciągliwe,
- M do obróbki materiałów dających długi i krótki wiór, jak austenityczna stal nierdzewna, materiały żaroodporne, stale manganowe, żeliwa stopowe itd.,
- K do obróbki materiałów dających krótki wiór, jak żeliwo szare, stal hartowana oraz materiały nieżelazne, jak aluminium, brąz, tworzywa sztuczne itd.

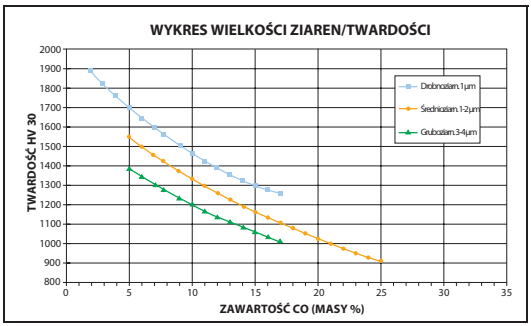
Charakterystyka eksploatacyjna:



Rys. 2.42 Struktura różnych gatunków stopów twardych

- istotnie dłuższe okresy trwałości w porównaniu z wysokowydajną stalą szybkotnącą,
- większa wytrzymałość na zużycie,
- możliwość zastosowania wyższych prędkości skrawania i posuwów (zwiększone objętości materiału usuniętego w jednostce czasu).

Twarde cząstki, zawarte w konwencjonalnych stopach twardych, mają wielkość, w zależności od producenta w zakresie od 1 do 5 µm. Jeżeli do obróbki potrzebne są ostre krawędzie skrawające, o najwyższych wymaganiach w stosunku do odporności na obciążenia dynamiczne, wytrzymałości krawędzi i odporności na zużycie materiału narzędzia skrawającego, wówczas stosuje się stopy twarde bardzo drobnoziarniste, które zostały w szerokim zakresie opracowane w ostatnim czasie.



Rys. 2.43 Właściwości różnych stopów twardych

Drobnoziarnisty stop twardy GARANT (Universal-VHM) składa się z drobnoziarnistych węglików o wielkości 0,3 µm. Takie drobnoziarniste stopy twarde pokrywają obszar gatunków od P do K (por. również Rys. 2.42). Tego rodzaju materiały narzędzi skrawających stosuje się do skrawania stali ulepszonych cieplnie i hartowanych, żeliwa, kompozytów wzmocnionych włóknami i metali nieżelaznych.

3.1.3 Cermetale

Cermetale są to stopy twarde zawierające węgliki tytanu (TiC, TiCN). Stanowią one połączenie cząstek ceramicznych z metalicznym środkiem wiążącym (**CER**amic-**MET**al).

Godnymi podkreślenia właściwościami cermetali są:

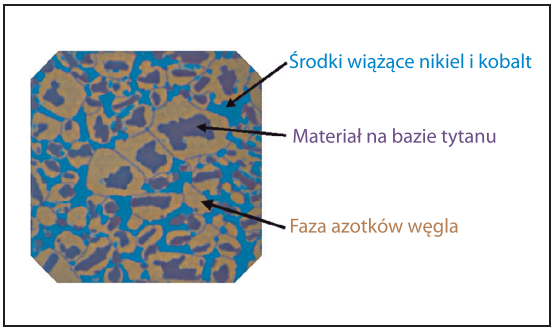
- duża odporność powierzchni przyłożenia i odporność na zużycie rowkowe,
- wysoka stabilność chemiczna i twardość w podwyższonych temperaturach,
- niewielka skłonność do tworzenia narostów,
- niewielka skłonność do zużycia na skutek utleniania.

Ich powolny przebieg zużycia i związane z tym długie okresy trwałości pozwalają na uzyskanie znakomitych dokładności i jakości powierzchni. Stosuje się je przy wysokich prędkościach skrawania, małych posuwach i równomiernej głębokości skrawania. W idealnym przypadku warunki obróbki, umożliwiające optymalne wykorzystanie cermetali, powinny być względnie stabilne, co oznacza, że ich główną dziedziną zastosowania jest obróbka wykańczająca.

Wysoka odporność cermetali na obciążenia dynamiczne przy frezowaniu pozwala więc na obróbkę stali nierdzewnych i austenitycznych. W porównaniu z spektrum powlekanych, wykonanych na bazie wolframu stopów twardych, cermetale pokrywają stosunkowo niewielki obszar. Stanowią one jednak dobrą alternatywę dla niektórych operacji wykańczających, zwłaszcza w przypadku materiałów "mażących się".

Zastosowanie powłoki pozwala na zwiększenie twardości powierzchni i tym samym na zwiększenie odporności na ścieranie oraz na zmniejszenie narostów. Cermetale mogą być powlekane tylko przez PVD (porównaj informacje na temat powłok).

Cermetal GARANT składa się z drobnoziarnistych węglików o wielkości około 0,2 do 0,4 µm. Zawartość niklu, będącego środkiem wiążącym, dobiera się dokładnie procentowo, odpowiednio do zastosowania, na frezy wykonane całkowicie z cermetali albo na płytki skrawające. Nadają się one zwłaszcza do wykonywania operacji na sucho w obróbce wykańczającej.

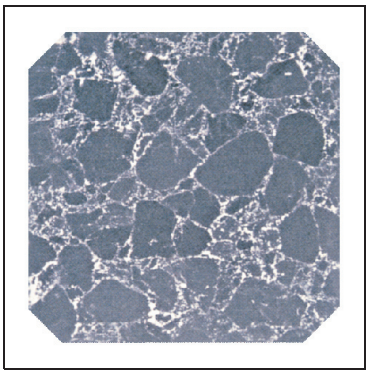


Rys. 2.44 Struktura jednego z gatunków cermetali

3.1.4 Polikrystaliczne, regularne azotki boru (PKB albo CBN)

Regularny azotek boru (CBN) jest stosowany jako polikrystaliczny materiał na narzędzia skrawające w trzech różnych rodzajach wykonania:

- pełne płytki skrawające,
- powłoka nakładana przez spiekanie na podłożu ze stopów twardych,
- materiał skrawający, lutowany na podłożu stopu twardego.



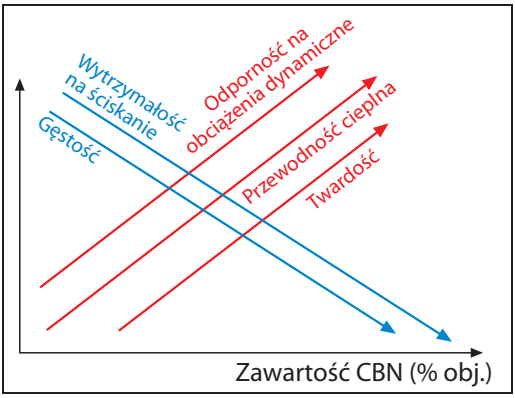
Rys. 2.45 Mikrostruktura regularnego azotku boru (CBN)

Właściwości:

- szczególna twardość,
- wysoka twardość w temperaturach do 2000°C,
- wysoka odporność na zużycie abrazyjne,
- względnie kruchy, jednak bardziej ciągliwy i twardszy niż spieki ceramiczne,
- dobra stabilność chemiczna podczas skrawania.

Właściwości CBN można kształtować przez zmianę wielkości kryształów, oraz zawartości i typu środka wiążącego. Mniejsza zawartość CBN, w połączeniu z ceramicznym środkiem wiążącym, pozwala na uzyskanie lepszej wytrzymałości na zużycie i chemicznej stabilności. Tego rodzaju materiał narzędzia skrawającego nadaje się zwłaszcza do wykańczającej obróbki twardych stali i żeliw.

Większa zawartość CBN powoduje większą odporność na obciążenia dynamiczne. Materiały te stosuje się przede wszystkim tam, gdzie przy skrawaniu zgrubnym należy liczyć się z dużymi obciążeniami mechanicznymi i z wysokimi obciążeniami termicznymi. Nadają się one w pierwszym rzędzie do obróbki twardych żeliw i żaroodpornych stopów *(Rys. 2.46* i *Tabela 2.20)*.



Rys. 2.46
Właściwości CBN

	Mała zawartość CBN	Duża zawartość CBN
Cechy Właściwości	Zawartość CBN < 60%, mała wytrzymałość na ściskanie, mała przewodność cieplna	Zawartość CBN 80 do 95%, wysoka odporność na wykruszenia, duża przewodność cieplna
Zalecane zastosowanie	Obróbka wykańczająca: ● stali hartowanej, ● żeliwa, ● powłok twardych (na bazie Co, Ni i Fe)	Obróbka zgrubna: ● stali hartowanych, ● żeliw utwardzanych, ● powłok twardych (na bazie Co, Ni i Fe) Obróbka wykańczająca: ● żeliwa utwardzanego, ● perlitycznego żeliwa szarego

Tabela 2.20 Zastosowanie materiałów na narzędzia skrawające zawierających CBN

CBN stosuje się również do obróbki stali kutych, stali hartowanych i żeliw, stopów żaroodpornych oraz metali na bazie kobaltu i żelaza, wykonanych technologią metalurgii proszkowej. CBN poleca się do obróbki twardych materiałów, o twardości powyżej 45 do 65 HRC. Jeżeli materiały są zbyt miękkie, wówczas należy liczyć się z nienormalnie wysokim zużyciem. Ostrza z CBN umożliwiają poza tym uzyskanie powierzchni znakomitej jakości.

GARANT oferuje niżej wymienione gatunki materiałów na narzędzia skrawające, wykonanych na bazie CBN:

- **CBN 710** Gatunek szczególnie odporny na zużycie i najwyższej odporności na obciążenia dynamiczne, przeznaczony do skrawania przekrojów ciągłych.
- **CBN 720** Gatunek odporny na zużycie, o wysokiej odporności na obciążenia dynamiczne.
- **CBN 725** Zastosowanie uniwersalne. Gatunek odporny na zużycie i o najwyższej odporności na obciążenia dynamiczne, również do obróbki przekrojów przerywanych.

3.1.5 Diament polikrystaliczny (PKD)

Diament polikrystaliczny (PKD), stosowany do wyrobu narzędzi skrawających, jest materiałem najtwardszym. Niezwykła twardość zapewnia odporność na zużycie abrazyjne. Okresy trwałości przy obróbce za pomocą PKD są w porównaniu ze stopem twardym nawet 100-krotnie większe . Pomimo tych pozytywnych cech, zastosowanie PKD napotyka również na następujące ograniczenia:

- temperatura strefy skrawania nie wyższa niż 600°C,
- ze względu na powinowactwo nie nadają się do obróbki materiałów żelaznych,
- nie nadają się do obróbki materiałów ciągliwych, o wysokiej wytrzymałości.

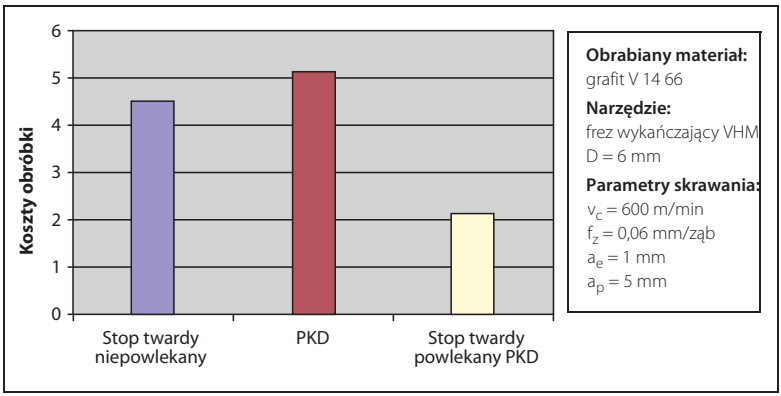
Materiał ten jest przeznaczony do:

- materiałów nieżelaznych i niemetalicznych,
- obróbki wymagającej wysokiej dokładności i jakości powierzchni.

Ze względu na kruchość PKD wymaga stabilnych warunków obróbki, narzędzi i obrabiarek o wysokiej sztywności oraz wysokiej prędkości skrawania. Użycie cieczy chłodząco-smarujących nie stanowi przy stosowaniu tego materiału żadnego problemu. PKD stosuje się zwykle do operacji wykańczających.

Na *Rys 2.47* przedstawiono porównanie kosztów skrawania grafitu z zastosowaniem narzędzi z różnych materiałów. Użycie narzędzi z PKD umożliwia osiągnięcie 10-krotnie większego okresu trwałości w porównaniu z narzędziami wykonanymi ze stopów twardych. Poza tym narzędzia posiadające powłokę diamentową nie wykazują niewyważenia, spowodowanego wlutowanymi ostrzami i gwarantują dzięki temu większą dokładność ruchu obrotowego frezów trzpieniowych.

Optymalny pod względem kosztów materiał narzędzia skrawającego można wybrać tylko przy starannym rozważeniu konkretnych warunków eksploatacyjnych i warunków skrajnych.



Rys 2.47 Skrawanie grafitu

3.2 Powlekanie

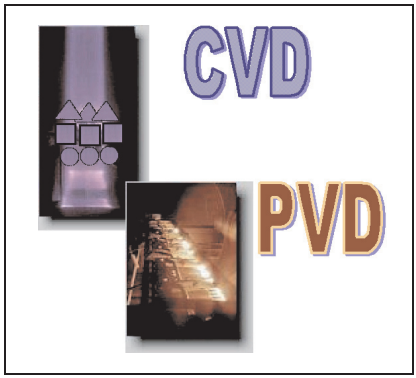
Powłoki mają duży wpływ na proces skrawania. Starannie dobrana do zadania obróbkowego, powłoka ostrza narzędzia pozwala na osiągnięcie niżej wymienionych korzyści:

- wydłużenie okresu trwałości,
- mniejsze siły skrawania,
- wyższe prędkości skrawania i posuwu,
- lepsza jakość powierzchni,
- lepsze warunki obróbki na sucho,
- lepsze warunki obróbki materiałów twardych, o twardości do 68 HRC.

3.2.1 Metody powlekania

Warstwy materiałów twardych mogą być nakładane zarówno metodami chemicznymi, jak i fizycznymi. Stosowane są metody

- CVD (**C**hemical **V**apor **D**eposition) oraz
- PVD (**P**hysical **V**apor **D**eposition).



Rys. 2.48 Metody powlekania

Metoda CVD (chemiczne wydzielanie z fazy gazowej) jest stosowana w dużym zakresie np. do powlekania stopów twardych.
Nadaje się ona szczególnie do wykonywania powłok wielowarstwowych, ponieważ poprzez zmianę składu fazy gazowej można nakładać powłokę o różnym składzie.
Na powierzchni mogą być nakładane warstwy o różnej grubości, w różnej kombinacji i kolejności.

Zaletą metody PVD (chemiczne osadzanie w próżni) w porównaniu z metodą CVD jest osadzanie materiałów wysokotopliwych w niskich temperaturach, co związane jest z ochroną podłoża. Inna zaleta polega na mniejszej grubości warstwy. Związane jest z tym zachowanie względnie ostrej krawędzi ostrza (mniejszy promień krawędzi ostrza), co jest wymagane zwłaszcza przy precyzyjnej obróbce.

3.2.2 Powłoki

Oprócz różnych, konwencjonalnych powłok z materiałów bardzo twardych jak np. TiN albo TiAlN, coraz większe znaczenie uzyskują supertwarde warstwy węglowe, zmniejszające zużycie, tarcie i korozję. Dzięki jedynym w swoim rodzaju i wyróżniającym się właściwościom **powłoki DLC** (Diamond Like Carbon) wykazują, w porównaniu z konwencjonalnymi powłokami TiN, dobre działanie antyadhezyjne w kontakcie z różnymi materiałami. Chociaż pod względem struktury są spokrewnione raczej z grafitem, ich właściwości mają charakter podobny do diamentu. Pomimo bardzo wysokiej mikrotwardości, wynoszącej od 1500 do 3000 N/mm^2, powłoki DLC są dość elastyczne (granica sprężystości około 1,5%). Powłoki DLC mogą być nanoszone metodą CVD, z dużą przyczepnością i za pomocą plazmy zawierającej węgiel, na prawie wszystkich metalach i stopach metali, na metalach lekkich, stopach twardych, jak również na niemetalach (krzem, szkło, ceramika, tworzywa sztuczne itp.)

W następstwie tego powłoki stwarzają możliwość osiągnięcia o wiele dłuższych okresów trwałości i dodatkowo umożliwiają zastąpienie materiałów poddanych specjalistycznej obróbce cieplnej przez mniej twarde materiały wyposażone w powłokę (np. powłoki DLC na ciągliwych stalach narzędziowych zastępują kruche stopy twarde). W *Tabeli 2.21* porównano różne właściwości powłok z materiałów bardzo twardych. Dobór odpowiedniej powłoki należy zawsze dopasować do zadania obróbkowego.

	Twardość [HV]	**Współczynnik przewodności cieplnej** [kW/mK]	**Maksymalna temperatura użytkowa** [°C]
TiN	2.200	0,07	600
TiCN	3.000	0,1	450
TiAlN	3.300	0,05	800
Diament	10.000	2,0	600

Tabela 2.21 Właściwości powlekanych narzędzi specjalnych

Ważne właściwości różnych powłok są podane w poniższej tabeli. Wskaźniki technologiczne są podane w rozdziałach Wiercenie i Toczenie.

Typ powłoki	**Właściwości**
TiN	Odporność na zużycie rowkowe i dyfuzyjne
TiCN	Twarda, odporna na obciążenia dynamiczne
TiAlN	Twarda w podwyższonych temperaturach, odporna na utlenianie
DLC	Twarda, dobre właściwości poślizgowe, odporność na zużycie i korozję
Diament	Twarda, odporna na zużycie

Tabela 2.22 Szczególne właściwości różnego rodzaju powłok

W jeszcze większym stopniu można spełnić wymagania różnych zadań obróbkowych przez zastosowanie powłok wielowarstwowych.

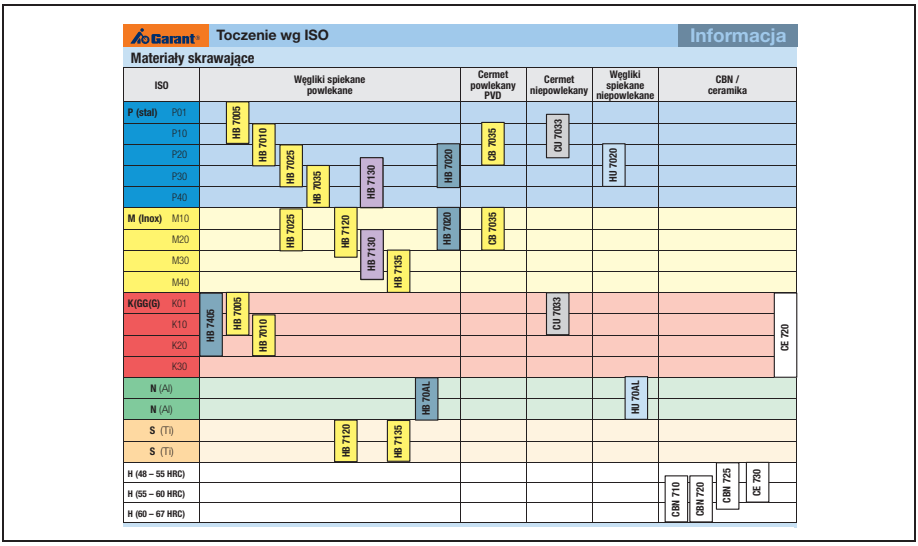
3.3 Przegląd materiałów na narzędzia skrawające

Na narzędzia skrawające stosuje się, spośród materiałów GARANT do toczenia i frezowania, zarówno wysokowydajne stale szybkotnące (HSS i PM), jak i różne stopy twarde lub cermetale (powlekane i niepowlekane) oraz CBN.

3.3.1 Materiały GARANT do toczenia ISO

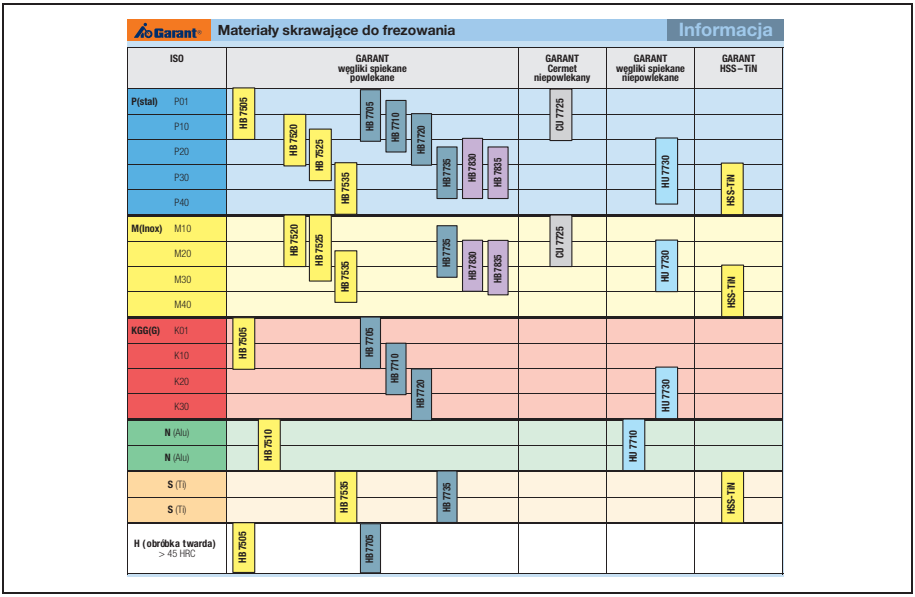
Węgliki spiekane powlekane		P	M	K	N	S	H
HB 7405 (K05/K20))	**1. wybór do żeliwa.** Do skrawania ciągłego i przerywanego. (TiCN, Al_2O_3) powłoka CVD. Specjalna obróbka powierzchni w celu zmniejszenia oporu tarcia.			●			
HB 7005 (P05/10) (K05/10)	**Gatunek niezwykle odporny na ścieranie, do skrawania ciągłego.** Do stali i żeliwa szarego przy najwyższych prędkościach skrawania. (TiN / Al_2O_3 / TiCN, powłoka wielowarstwowa)	●		○			
HB 7010 (P10/20) (K10/20)	**Zastosowanie głównie do skrawania ciągłego lub z niewielkimi przerwami** (Otwór poprzeczny) do stali przy większych prędkościach skrawania. Jako gatunek uniwersalny również do żeliwa. (TiN / Al_2O_3 / TiCN, powłoka wielowarstwowa)	●	○	○			
HB 7025 (P10/25) (K20)	Zastosowanie zasadniczo do dużych mocy skrawania. (TiCN, Al_2O_3/ Ti, powłoka wielowarstwowa).	●	○				
HB 7035 (P30/40)	**Zastosowanie do skrawania od średnio dokładnego do zgrubnego** stali przy średnich prędkościach skrawania. Bardzo dobry do skrawania przerywanego dzięki najwyższej odporności na obciążenia dynamiczne. (TiN / Al_2O_3 / TiCN, powłoka wielowarstwowa)	●					
HB 7120 (P10/20) (M10/M20)	**Specjalny gatunek do stali nierdzewnych (VA). Najwyższa odporność na ścieranie przy skrawaniu ciągłym.** (TiN/Al_2O_3/TiCN, powłoka wielowarstwowa z małym zaokrągleniem krawędzi tnącej)	○	●			○	
HB 7130 (P20/P35) (M20/M35)	**Bardzo odporny na udarność gatunek uniwersalny,** specjalnie do Garant'a "5 w 1". 1. wybór dla wszystkich rodzajów stali i stali nierdzewnej. Opatentowana powłoka wielowarstwowa.	●	●			○	
HB 7135 (P30/40) (M30/40)	**Specjalny gatunek do stali nierdzewnych (VA) i do toczenia gwintów** dzięki niewielkiemu zaokrągleniu krawędzi tnącej oraz dużej odporności na obciążenia dynamiczne (wielowarstwowa powłoka PVD-TiN).	○	●			●	
HB 7020 (P20/30) (M20/30)	**Specjalny gatunek do toczenia gwintów.** (wielowarstwowa powłoka PVD-TiAlN). Najwyższa jakość, uniwersalne zastosowanie.	●	●	●		●	
HB 70AL (K10)	**Powlekany TiAlN w celu uzyskania najwyższej odporności na ścieranie. Idealny do materiałów o dużej zawartości krzemu.**	○	○		●	○	
Cermet							
CB 7035 (P10/20)	**Cermet powlekany. Do gładzenie i toczenia wykańczającego** stali przy średnich prędkościach skrawania. **Również do skrawania z niewielkimi przerwami (otwór poprzeczny)**	●	○				
CU 7033 (P15 M)	**Cermet, niepowlekany. Bardzo dokładna obróbka i wykańczanie** stali i żeliwa przy najwyższych prędkościach skrawania.	●		●			
Węgliki spiekane niepowlekane							
HU 70AL (K10)	**Specjalnie do obróbki aluminium** dzięki niezwykłej odporności na ścieranie i najwyższej stabilności krawędzi tnących.				●		
HU 7020 (P25/35)	**Uniwersalne do skrawania średnio dokładnej stali. Ekonomiczny wybór dzięki bardzo dobremu stosunkowi ceny do wydajności.**				●	○	
CBN i skrawające materiały ceramiczne							
CBN 710:	**Niezwykle odporny na ścieranie gatunek CBN, do skrawania ciągłego.**						●
CBN 720:	**Gatunek CBN odporny na ścieranie i o dużej odporności na obciążenia dynamiczne.**						●
CBN 725:	**Uniwersalny gat. CBN odporny na ścieranie i najwyższe obciążenia dyn., nadaje się również do obróbki przerywanej.**						●
CE 720:	**Metaloceramika Al_2O_3/TiCN do obrabiania żeliwa.**			●			
CE 730:	**Metaloceramika Al_2O_3 do obróbki twardych materiałów (> 45 HRC) przy skrawaniu ciągłym.**						●

Tabela 2.23 Możliwości zastosowania materiałów na narzędzia skrawające GARANT do toczenia



Rys. 2.49 Przegląd materiałów na narzędzia tokarskie GARANT według ISO

3.3.2 Materiały GARANT na narzędzia do frezowania



Rys. 2.50 Przegląd materiałów na narzędzia do frezowania GARANT

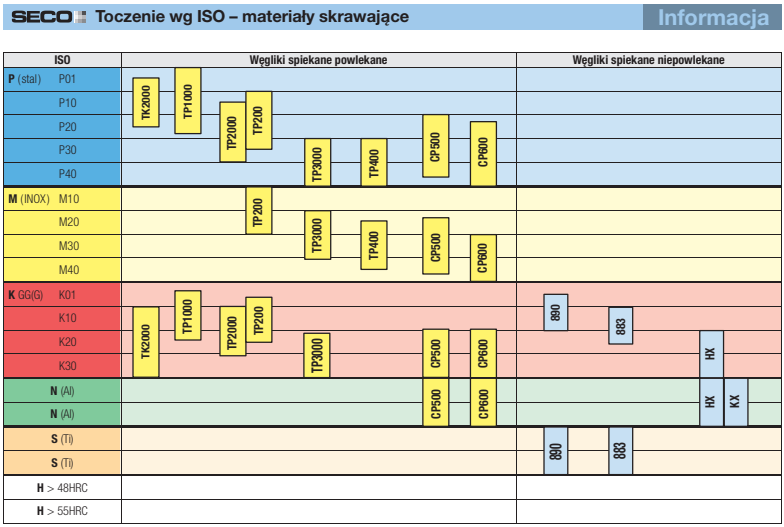
GARANT Gatunki węglików spiekanych		P	M	K	N	S	H
HB 7505 (P05) (K05)	Gatunek bardzo odporny na ścieranie, do obróbki twardych materiałów do 60 HRC (obróbka na sucho lub z min. ilością chłodziwa). Gatunek drobnoziarnisty (K05) z grubą, wielowarstwową powłoką TiC/TiN-CVD.	●		●			●
HB 7510 (K10/20)	Gatunek specjalny do aluminium, metali nieżelaznych i tworzyw sztucznych; bardzo drobne ziarno, TiAlN/TiN-PVD.				●		
HB 7520 (P15/25) (M10/20)	Gatunek odporny na ścieranie. Najwyższa wydajność przy obróbce na sucho i najwyższe prędkości skrawania. Gatunek drobnoziarnisty (P20/30) (M10/20) z wielowarstwową powłoką TiC/TiN-CVD o wysokiej odporności na ścieranie.	●	○	○			
HB 7525 (P25) (M10/20)	Gatunek do obróbki na mokro i na sucho oraz do dużych prędkości skrawania. (K05) Gatunek drobnoziarnisty z grubą, wielowarstwową powłoką TiC/TiN-CVD.	●	○				
HB 7535 (P30/40) (M20/M35)	Gatunek odporny na obciąż. dynam., również do obróbki na mokro i do zmiennych prędk. skrawania; idealny w ciężkich, zmiennych warunkach i do stali nierdzewnych. Gatunek drobnoziarnisty (P30/40) (M20/35) z wielowarstwową powłoką TiAlN/TiN-PVD.	●	●			●	
HB 7705 (P05) (K05)	Gatunek bardzo odporny na ścieranie, do obróbki twardych materiałów do 60 HRC (obróbka na sucho lub z min. ilością chłodziwa). Gatunek drobnoziarnisty (K.05) z grubą, wielowarstwową powłoką TiC/TiN-CVD.	●		●			●
HB 7710 (P10) (K10/20)	Gatunek odporny na ścieranie do obróbki żeliwa. Węgliki spiekane (P10) (K10/20) z powłoką TiAlN-CVD.			●			
HB 7720 (P20) (K20/30)	Gatunek odporny na ścieranie, do narzędziowych stali wysokostopowych i stopów niklu; do obróbki na mokro i na sucho (również do obróbki żeliwa).	●		●			○
HB 7735 (P30/40) (M20)	Gatunek bardzo odporny na udarność, do obróbki na mokro i spec. obróbki na sucho materiałów o niskiej wytrzymałosci. Węgliki spiekane (P30/40) (M20) z powłoką TiAlN-CVD.	●	○			○	
HB 7830 (P20/40) (M20)	Gatunek uniwersalny z powłoką Multilayer, najnowsze rozwiązania w zakresie nanotechnologii. Powłoka wielowarstwowa TiN i AlN, bardzo gładka i o dużej odporności na ścieranie.	●	●		○	○	
HB 7835 (P30/40) (M20)	Gatunek uniwersalny, odporny na udarność, do obróbki na mokro i na sucho. Węgliki spiekane (P30/40) (M20) z wielowarstwową powłoką TiCN.	●					
CU 7725 (P15) (M10)	Bardzo wytrzymały i o bardzo wysokiej odporności na ścieranie Cermet, do obróbki na sucho przy małych głębokościach skrawania.	●	●	○		○	
HU 7710 (K10/20)	Gatunek (K10/20) często w wersji polerowanej na wysoki połysk. Przeznaczony szczególnie do aluminium, metali nieżelaznych i tworzyw sztucznych.				●		
HU 7730 (P20/35) (M20/30)	Gatunek odporny na udarność (P20/35), do małych prędkości skrawania.	●					
HSS-TiN	Stal szybkotnąca (HSS) z powłoką TiN, bardzo twarda i wysoko odporna na udarność.	○	●			●	

Tabela 2.24 Możliwości zastosowania materiałów GARANT na narzędzia do frezowania

3.3.3 Materiały SECO na narzędzia do toczenia - ISO

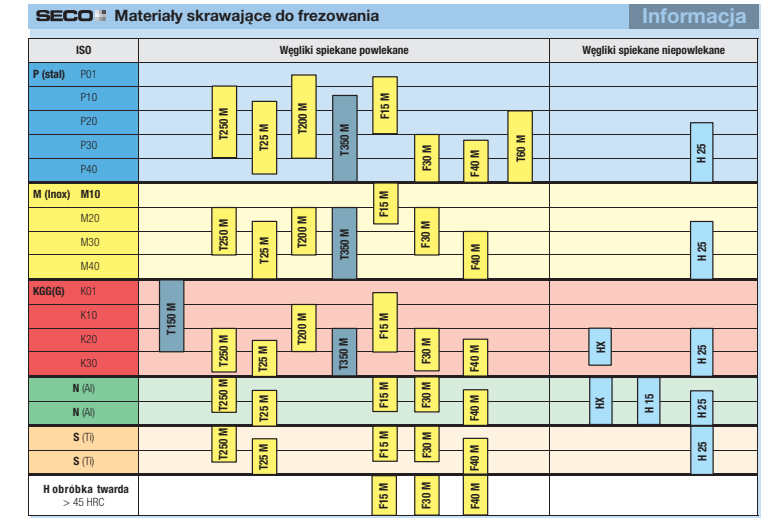
Węgliki spiekane HM, powlekane			P	M	K	N	S	H
	**TP1000**	Wydajny, o najwyższej odporności na ścieranie. Do obróbki dokładnej i średnio dokładnej żeliwa, stali i stali stopowych przy dużych prędkościach skrawania. Ti (C, N) + Al_2O_3 + TiN **(CVD)**	●		●			○
	**TP2000**	Najlepszy wybór do produkcji jednostkowej. TP2000 doskonale łączy odporność na ścieranie z dobrą wytrzymałością na obciążenia dynamiczne oraz stabilnością krawędzi tnących. Niezawodny przy dużych prędkościach skrawania, również przy obróbce na sucho. Do ogólnej obróbki stali i stali stopowych. Ti (C, N) + Al_2O_3 + Ti(C,N) + TiN **(CVD)**	●		○			○
	(TP200)	TP200 jest niezawodnym gatunkiem o szerokim zakresie zastosowań, do średnio dokładnej obróbki stali, łatwo skrawalnych stali nierdzewnych i żeliwa. Ti (C, N) + Al_2O_3 + TiN **(CVD)**	●	○	○			
	**TP3000**	Niezawodny gatunek odporny na udarność, o szerokim zakresie zastosowań, szczególnie, jeśli wymagana jest wysoka trwałość i odporność na obciążenia dynamiczne krawędzi tnących. Do obróbki stali nierdzewnych oraz materiałów i przedmiotów trudnych do obróbki, również przy skrawaniu przekrojów przerywanych. TP3000 jest najlepszym wyborem, gdy wymagana jest niezawodność. Ti (C, N) + Al_2O_3 + TiN **(CVD)**	○	●	○		○	
	**TP400**	TP400 jest najlepszym wyborem do obróbki nierdzewnych stali austenitycznych i ferrytyczno-austenitycznych (Duplex). Gatunek jest w najwyższym stopniu odporny na ścieranie, odkształcenia plastyczne i wykruszenia. Ti (C, N) + Al_2O_3 + TiN **(CVD)**		●				○
	**TK2000**	Uzupełniający gatunek specjalny do obróbki żeliwa sferoidalnego. Bardziej odporny na udarność niż TP1000. Nadaje się również do obrabiania stali hartowanych oraz stopowych o najwyższej wytrzymałości. Ti (C, N) + Al_2O_3 + TiN **(CVD)**	○		●			○
	**CP500**	Bardzo odporny na udarność, drobnoziarnisty gatunek do dokładnej i średnio dokładnej obróbki stali nierdzewnych, dobrze nadaje się do skrawania przerywanego. CP500 jest również alternatywnym materiałem do obrabiania stopów aluminium. Ti (C, N) + Al_2O_3 + TiN **(PVD)**		●		●	○	
	**CP600**	Bardzo odporny na udarność drobnoziarnisty gatunek do dokładnej i średnio dokładnej obróbki stali nierdzewnych, dobrze nadaje się do skrawania przerywanego. CP600 jest również alternatywnym materiałem do obrabiania stopów aluminium. Specjalnie do płytek skrawających 150.10–.. Ti (C, N) + (Ti, Al)N + TiN **(PVD)**		●		●	○	
Gatunki niepowlekane			**P**	**M**	**K**	**N**	**S**	**H**
	**890**	Gatunek bardzo twardy i odporny na udarność, podobny do CP200. 890 jest podstawowym materiałem skrawającym do nadstopów Ni, Co i Fe. Również do hartowanych stali, żeliwa oraz stopów metali nieżelaznych, takich jak Al i Cu.				●	●	●
	**883**	Gatunek o wyższej odporności na udarność niż 890, głównie do zgrubnej obróbki żaroodpornych nadstopów.					●	
	**HX**	Uniwersalne zastosowanie do żeliwa i metali nieżelaznych.			●	●		
	KX	Uniwersalne zastosowanie do metali nieżelaznych.				●		

Tabela 2.25 Możliwości zastosowania materiałów SECO na narzędzia do toczenia - ISO



Rys. 2.51 Przegląd materiałów SECO na narzędzia do toczenia według ISO

3.3.4 Materiały SECO na narzędzia do frezowania

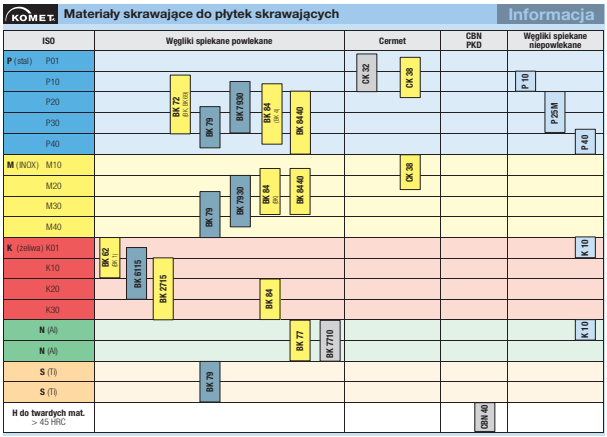


Rys. 2.52 Przegląd materiałów SECO na narzędzia do frezowania

Węgliki spiekane powlekane			P	M	K	N	S	H
	**T150 M**	Podstawowy gatunek do frezowania żeliwa szarego, żeliwa sferoidalnego i żeliwa GGG40, z chłodzeniem lub bez. Ti (C, N) + Al_2O_3 **(CVD)**			●			
	**T250 M**	Do obróbki średnio dokładnej i zgrubnej stali i stali nierdzewnych przy prędkościach skrawania od średnich do wysokich, z chłodzeniem lub bez. Ti (C, N) – TiN/Al_2O_3 **(CVD)**	●	●				
	**T25 M**	Odporny na udarność gatunek powlekany CVD, do obróbki zgrubnej stali i stali nierdzewnych, z chłodzeniem lub bez. Ti (C, N) – TiC/Ti (C, N) – TiN **(CVD)**	●	●				
	**T200 M**	Do prac łatwych i średnio trudnych, do stali i stali hartowanych oraz nierdzewnych przy dużych prędkościach skrawania. Doskonałe do zgrubnej obróbki żeliwa szarego i sferoidalnego. Ti (C, N) + Al_2O_3 + TiN **(CVD)**	●	●	●			○
	**T350 M**	**Zalecane** do uniwersalnego zastosowania przy obróbce stali, stali nierdzewnej oraz łatwo i średnio skrawalnych stopach specjalnych. Bardzo wytrzymałe podłoże z powłoką MT-CVD i warstwą nawierzchniową Al_2O_3 minimalizującą powstawanie narostów. Ti (C, N) + Al_2O_3 **(CVD)**	●	●	○		●	
	**F15 M**	Do łatwej i średnio trudnej obróbki aluminium i jego stopów oraz materiałów o skłonności do tworzenia narostów. Niezwykle odporny na zużycie. Ostre krawędzie skrawające. (Ti, Al) N + TiN **(PVD)**		○		●	○	●
	**F30 M** **F25 M**	Podstawowy gatunek do frezów Minimaster. Odporny na udarność gatunek do obróbki wykańczającej wszystkich materiałów. Do zgrubnej obróbki twardego żeliwa, trudno skrawalnych stali nierdzewnych i stopów specjalnych przy małych posuwach. Ostre krawędzie skrawające. (Ti, Al) N + TiN **(PVD)**	●	●	●		●	●
	**F40 M**	**Gatunek uniwersalny**. Zalecany do obróbki wykańczającej i wstępnej obróbki wykańczającej stali, stali nierdzewnej, żeliwa szarego, metali nieżelaznych i stopów specjalnych z zastosowaniem małych posuwów. Ostre krawędzie skrawające. (Ti, Al) N + TiN **(PVD)**	●	●	●	●	●	●
	**T60 M**	Gatunek uniwersalny do głowic skrawających Minimaster. Dobra kombinacja odporności na obciążenia dynamiczne i na ścieranie. Ti (C, N) – (Ti, Al)N – TiN **(PVD)**	●	●	●	●	●	
Węgliki spiekane niepowlekane			**P**	**M**	**K**	**N**	**S**	**H**
	**HX**	Do średnio trudnej obróbki żeliwa szarego i metali nieżelaznych. Gatunek drobnoziarnisty, twardy i odporny na obciążenia dynamiczne.			●	●	○	
	**H15**	Gatunek odporny na zużycie, do frezowania metali nieżelaznych. Powierzchnia polerowana na wysoki połysk.				●		
	**H25**	Odporny na udarność, drobnoziarnisty gatunek do frezowania stopów specjalnych i metali nieżelaznych.				●	●	

Tabela 2.26 Możliwości zastosowania materiałów SECO na narzędzia do frezowania

3.3.5 Materiały KOMET na płytki skrawające



Rys. 2.53 Przegląd materiałów KOMET na płytki skrawające

Węgliki spiekane, powlekane		P	M	K	N	S	H
BK	Powłoka wielowarstwowa TiC/TiN na podłożu z węglika spiekanego P 25M. Duża trwałość również w górnym zakresie prędkości skrawania. Pod względem wytrzymałości na obciążenia dynamiczne obejmuje zakres między P 10 a P 20.	●	○	○			
BK 4	Powłoka wielowarstwowa TiC/TiN na podłożu z węglika spiekanego P 40. Nadaje się do skrawania przerywanego oraz na płytkę centrującą do pełnych wierceń, co zapobiega powstawaniu narostów.		●				
BK 6115	Węgliki spiekane z powłoką CVD-Al_2O_3, przeznaczone specjalnie do obróbki żeliwa w warunkach normalnych i stabilnych.			●			
BK 62	Naparowywana powłoka z CVD-TiCN/Al O , do wyższych prędkosci skrawania do żeliwa szarego **(zastępuje BK 1).**			●			
BK 72	Powłoka wielowarstwowa TiCN/Al O -TiN na podłożu z węglika spiekanego P 25 **(zastępuje BK).** Gatunek bardzo odporny na ścieranie, do dużych prędkości skrawania.	●		○			
BK 7930	Powłoka TiAlN-PVD o wysokiej zawart. aluminium na odpornych na ścieranie drobnoziarnistych węglikach spiekanych zapewnia dużą wydajność wiercenia, zwłaszcza w stali nierdzewnej.	●	●			○	
BK 79	Powłoka TiAlN na węgliku spiekanym P 40, do obróbki przerywanej przy średnich prędkościach skrawania.	○	●			○	
BK 8440	Powłoka TiCN/TiN-PVD na wytrzymałym podłozu. Wysoka stabilność kraw. skrawającej, dzięki czemu nadają się zwłaszcza do średnich prędkości, także podczas obróbki przerywanej.	●	●	○		○	
BK 84	Gatunek powlekany TiCN/TiN-PVD o zrównoważonym stosunku odporności na obciążenia do odporności na ścieranie; również do obróbki przerywanej oraz jako płytka centralna do wiercenia.	●	●	○		○	
BK 77	Powłoka TiN-PVD na węgliku spiekanym K 10, do stopów aluminium i tworzyw sztucznych przy średnich prędkościach skrawania.				●		
BK 7710	Powłoka TiB2-PVD z odpornych na ścieranie węglików spiekanych K10 o wysokiej twardości. Do stopów aluminium o zaw. do 10% Si.				●		
BK 2715	Specjalnie do obróbki żeliwa.			●			
BK 2730	Powlekany TiAlN gatunek drobnoziarnisty z ekstremalnie stabilnymi krawędziami i najwyższą odpornością na ścieranie w środkowym i górnym zakresie prędkości.		●			●	
CERMET							
CX 32	CERMET – materiał skrawający do toczenia dokładnego i wykańczającego. Niższa ścieralność i wyższe prędkosci skrawania zapewniają większą trwałość i wyższą jakość obrabianych powierzchni.	●					
CX 38	CERMET powlekany TiCN/TiN – materiał skrawający o dużej wytrzymałości na obciążenia dynamiczne i wysokiej odporności na ścieranie. Uniwersalne zastosowanie do stali, stali nierdzewnych (VA) i żeliwa.	●	●	●			
Węgliki spiekane, niepowlekane							
P 25M	Do toczenia i wiercenia w pełnym materiale. Główne przeznaczenie jako płytka centrująca do narzędzi KOMET-KUB do pełnych wierceń.	○					
P 40	Nadaje się do skrawania silnie przerywanego w dolnym i średnim zakresie prędkości skrawania.	○	○			○	
K 10	Ostrze sfazowane i geometria neutralna do wszystkich gatunków żeliwa szarego. Ostre krawędzie skrawające ostrza i geometria dodatnia do metali nieżelaznych (Al).			○	○		
CBN – sześcienny azotek boru							
CBN 40	Przestrzenny, regularny azotek boru do obróbki twardych materiałów (powyżej 45 HRC).						●

Tabela 2.27 Możliwości zastosowania materiałów KOMET na narzędzia skrawające

Spis treści



Wykaz tabel - parametry wiercenia **162**

System kodowania barwami GARANT - wzór dla całej branży **164**

Przegląd narzędzi **166**

Wiertła kręte HSS 166
Wiertła kręte VHM 168

Przegląd narzędzi do wiercenia z rozłącznym ostrzem **170**

1 Podział metod wiercenia **172**

2 Parametry skrawania przy wierceniu **172**

2.1 Wiercenie w pełnym materiale 173
2.2 Rozwiercanie 173

3 Siły, moment obrotowy i zapotrzebowanie mocy przy wierceniu **174**

3.1 Siła skrawania 174
3.2 Moment obrotowy i moc 175
3.3 Inne składowe siły skrawania występujące przy wierceniu 177

4 Obliczanie czasu głównego przy wierceniu **178**

5 Głębokość wiercenia i średnica otworu wstępnego **179**

5.1 Głębokość wiercenia 179
5.2 Średnica otworu wstępnego przy rozwiercaniu 180
5.3 Wiercenie głębokie 180

6 Wiertła kręte HSS **181**

6.1 Typy wierteł krętych 181
6.2 Rodzaje oszlifowania ostrzy i występujące przy tym błędy 183

7 Wiertła wykonane całkowicie ze stopów twardych (VHM) **185**

8 Wiertła z rozłącznym ostrzem **186**

8.1 Wiertła z głowicą wymienną (wiertła z koronkami) 186
8.2 Wiertła z płytkami skrawającymi 187
8.2.1 Wiertła z płytkami skrawającymi do wiercenia w pełnym materiale 187
8.2.2 Rozwiercanie przy zastosowaniu dwuostrzowych wierteł z płytkami skrawającymi 188
8.3 Wytaczanie za pomocą wytaczadeł 189
8.4 Wytaczanie przy użyciu precyzyjnych głowic przestawnych 190
8.5 „5 w 1“: narzędzie do toczenia i wiercenia 191

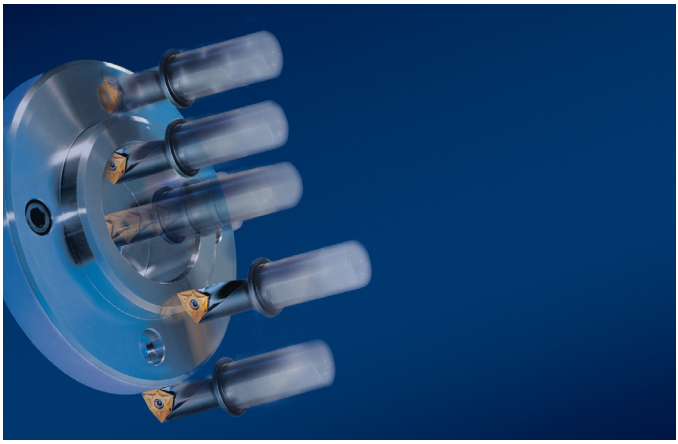
9 Przykłady zastosowania wierteł GARANT 191

9.1 Zastosowanie profili FS GARANT w wiertłach HSS 191
9.2 Zastosowanie wysokowydajnych wierteł GARANT VHM 193
9.3 Zastosowanie wierteł z płytkami skrawającymi do wiercenia w pełnym materiale 194
9.3.1 Wiercenie za pomocą KUB Quatron 194
9.3.2 Wiercenie przy użyciu KUB Duon 195
9.3.3 Wiercenie przy użyciu KUB Centron 196

10 Czynniki wpływające na wynik wiercenia i usuwanie usterek 197

10.1 Czynniki wpływające na wynik wiercenia 197
10.2 Wskazówki do usuwania usterek przy wierceniu 198

11 Wskaźniki technologiczne dla wiercenia 199



Wykaz tabel - parametry wiercenia

Rodzaj wiertła		Materiał narzędzia skrawającego / powłoka	Nr tabeli	Strona
Nawiertaki do nakiełków		HSS i HSS/E	3.9	200
Nawiertaki do obrabiarek NC		HSS/E	3.10	202
		HSS/E (powlekana TiAlN)	3.11	204
Wiertła kręte		HSS i HSS/E	3.12	206
		Stal proszkowa PM (powlekana TiAlN)	3.13	208
		HSS i HSS/E (powlekane TiAlN albo TiN)	3.14	210
Nawiertaki do nakiełków		Całe ze stopów twardych	3.15	212
Nawiertaki do obrabiarek NC		Całe ze stopów twardych	3.16	214
		Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.17	216
Wiertła miniaturowe / wiertła kręte	krótkie	Całe ze stopów twardych	3.18	218
		Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.19	220
		Z płytkami ze stopów twardych	3.20	222
	długie	Wykonane całkowicie ze stopów twardych	3.21	224
		Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.22	226
Wiertła wysokowydajne	3xD HPC 122305 do stali hartowanych	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.23	228
	3/4/6xD HPC	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.24	230
	3/5/6xD z chłodzeniem wewn.	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.25	232
	3/7/12xD HPC Wiertła z 4 łysinkami i chłodzeniem wewn., do obróbki Al	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.26	234
	6xD 122540 do obróbki na sucho	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.27	236
	6xD HPC 122670	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.28	238
	6xD HPC 122775	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.29	240
	6xD 122790 do otworów H7	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.30	242
	6xD 122800 Wiertła 3-ostrzowe z chłodzeniem wewn.	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.31	244
	8xD HPC 122970 z chłodzeniem wewn.	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.32	246
	8xD HPC z chłodzeniem wewn., 123100	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.33	248
	12xD HPC 123210 z chłodzeniem wewn.	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.34	250
	12xD HPC z chłodzeniem wewn., 123300	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.35	252
	20/30xD HPC do głębokich otworów z chłodzeniem wewn.	Całe ze stopów twardych (powlekane TiAlN)	3.36	254
W załączniku dodatkowe tabele dla:				
122431	3xD HPC 1224.31 Wiertła wysokowydajne do obróbki VA, z powłoką TiCN	Całe ze stopów twardych (TiCN)		748

Ciąg dalszy wykazu tabel – **Parametry wiercenia**

Rodzaj wiertła		Materiał narzędzia skrawającego / powłoka	Nr tabeli	Strona
Wiertła z koronkami	3/5/7xD SECO CL	Całe ze stopów twardych (gatunki P, M, K) 2 ostrza efektywne	3.37	256
Nawiertaki do obrabiarek NC		Płytki skrawające	3.38	258
Wiertła z płytkami skrawającymi do wiercenia w pełnym materiale	2/3/4xD KOMET Quatron	Płytki skrawające (stop twardy), 2 ostrza efektywne	3.39	260
	5xD KOMET Duon	Płytki skrawające (stop twardy), 2 ostrza efektywne	3.40	262
	6/8xD KOMET Centron	Koronka z kłem centrującym. Płytki skrawające (stop twardy), 1 ostrze efektywne	3.41	264
	2/3/4xD KOMET Trigon	Płytki skrawające (stop twardy), 1 ostrze efektywne	3.42	266
Rozwiertaki z płytkami skrawającymi, dwuostrzowe	GARANT rozwiertaki na stały wymiar		3.43	268
	KOMET G01	Z przesuwem osiowym. Płytki skrawające (stop twardy), geometria WOEX, CCMT	3.44	270
		Bez przesunięcia osiowego. Płytki skrawające (stop twardy), geometria WOEX, SOEX	3.45	278
Wytaczanie / wytaczanie dokładne	KOMET B301/M302	Głowica przestawna precyzyjna z wkładkami do toczenia dokładnego. Płytki skrawające	3.46	282
	KOMET M03 Speed	Głowica przestawna precyzyjna, mechaniczna. Płytki skrawające	3.47	284
	KOMET M040/M020	Głowica przestawna precyzyjna, elektroniczna. Płytki skrawające	3.48	286
	GARANT „5 w 1“	Narzędzie do toczenia i wiercenia. Płytki skrawające	3.49	288



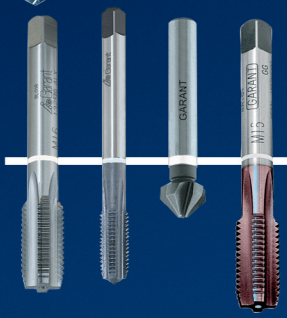
System kodowania barwami GARANT - wzór dla

Dzięki innowacyjnym rozwiązaniom firmy GARANT wciąż wprowadzamy w baranży nowe rowych pierścieni pozwalający na łatwe i szybkie rozróżnianie narzędzi skrawających. narzędzi skrawających GARANT.



Pierścień zielony =
do zastosowań uniwersalnych

- stale łatwo skrąwalne do 750 N/mm^2
- stale do ulepszania cieplnego, do 1100 N/mm^2
- stale nierdzewne do 750 N/mm^2
- miedź i twarde stopy miedzi
- mosiądz dający długi wiór
- stopy Al dające krótki i długi wiór
- żeliwo szare i ciągliwe
- stopy cynku i magnezu
- stale konstrukcyjne miękkie, dające długi wiór



Pierścień biały =
do żeliwa szarego, mosiądzu i brązu

- brąz dający krótki wiór
- magnez i stopy magnezu
- tworzywa sztuczne twarde
- mosiądz dający krótki wiór

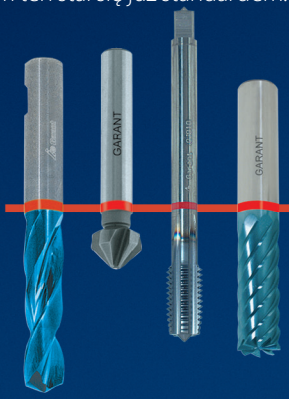


Pierścień niebieski =
do stali nierdzewnych

- stale kwasoodporne (V4A), trudnoskrawalne
- miedź i stopy miedzi miękkie
- brąz dający długi wiór
- stopy odlewnicze (np. AlSi9Mg)
- stale automatowe i narzędziowe do 750 N/mm^2
- stale konstrukcyjne

całej branży

akcenty. Tak więc między innymi opracowaliśmy dla naszej marki Premium specjalny system kolo-
System ten stał się już standardem. Świadczy to o naszej wysokiej kompetencji i szczególnej jakości



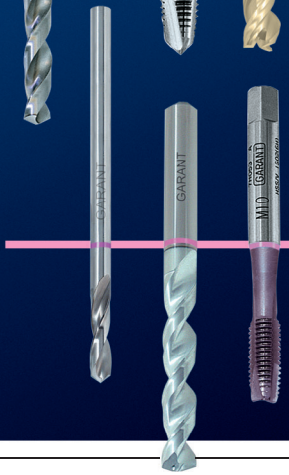
Pierścień czerwony =
do stali o wytrzymałości do 1100 N/mm^2 lub 1400 N/mm^2

- stale o wysokiej wytrzymałości i ulepszone cieplnie
- drobnoziarnista stal konstrukcyjna
- stale narzędziowe dające krótki wiór
- miedź i stopy miedzi twarde
- brąz dający krótki wiór



Pierścień żółty =
do stali o wytrzymałości do 500 N/mm^2, Al i magnezu

- miękkie stale dające długi wiór
- miedź i stopy miedzi
- mosiądz dający długi wiór
- stopy aluminium dające długi wiór
- termoplasty



Pierścień różowy =
do tytanu i rzadkich stopów

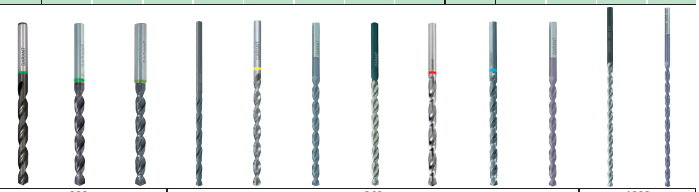
- termoplasty
- stale o wysokiej wytrzymałości, powyżej 1100 N/mm^2
- twarde stale manganowe
- stale trudnoskrawalne (hastelloy, inconell)
- duroplasty

Przegląd narzędzi

Wiertła kręte HSS

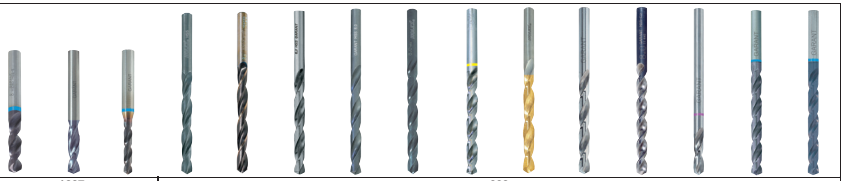


DIN ▶	333	Nawiertaki NC								1899	1897			
pierścień barwny ▶														
numer katalogowy	11 1000 – 11 1540	11 2000	11 2020	11 2100	11 2110	11 2120	11 2140	11 2160	11 2170	11 2300	11 3020	11 3140	11 3150	11 3230
typ wiertła	A/R/B	N	N	N	N	N	N	N	N	N	FS	FS	N	N
materiał skrawający	HSS/ HSSE	HSS/E	HSS/E	HSS/E długie	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E długie	HSS/E długie	HSS/E	HSS/E	HSS/Co8	HSS/E	HSS/E
powłoka	TiAlN		TiAlN	TiAlN	TiAlN		TiAlN	TiAlN	TiAlN			TiAlN		TiN
kąt wierzchołkowy	60°/120°	90°	90°	90°	120°	142°	142°	120°	142°	118°	135°	130°	130°	130°
zaostrzenie (korekcja)											specjalne	specjalne	C	C
zakres wielkości (Ø mm)	0,5 – 10	3 – 20	3 – 20	6 – 12	3 – 20	3 – 20	3 – 20	6 – 12	6 – 12	0,15 –1,45	1 – 20	1 – 12	1 – 13	1 – 20
▼ przeznaczenie														
Al dające długi wiór	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○		
Al dające krótki wiór	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	
odlew Al > 10% Si			○	○	○		○	○	○	○		○		
stal < 500 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal < 750 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal < 900 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●
stal < 1100 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	○	●
stal < 1400 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			○	
stal > 45 HRC														
INOX < 900 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		○	●	●
INOX > 900 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		○	○	○
stopy Ti > 850 N/mm²			●	●	●		●	●	●	●		○	○	○
żeliwo szare (G)			●	●	●		●	●	●	○	●		●	●
mosiądze		●	●	●	●	●	●	●	●	●			○	○
grafit i G(C)FK, duroplasty	○		○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
uniwersalne	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	●	



DIN ▶	338			340								1869	
pierścień barwny ▶													
numer katalogowy	11 4556	11 4600	11 4620	11 6000	11 6040	11 6060	11 6061	11 6065	11 6070	11 6080	11 6240	11 6280
typ wiertła		FS	FS	N	W	FS	FS	N	VA	FS	FS	FS
materiał skrawający	HSS/e	HSS/E	HSS-PM	HSS	HSS	HSS	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS	HSS/E
powłoka	TiAlN	TiAlN	TiAlN			TiAlN				TiAlN		TiAlN
kąt wierzchołkowy	135°	130°	130°	118°	130°	130°	130°	118°	130°	130°	130°	130°
zaostrzenie (korekcja)	specjalne	specjalne	specjalne	A	A	C	C	A/C	C	C	C	C
zakres wielkości (Ø mm)	3 – 13	1 – 13	2 – 13	1 – 16	2,5 – 10	1 – 13	1 – 14	2 – 12	1 – 12	1 – 12	3 – 10,2	3 – 10,2
▼ przeznaczenie												
Al dające długi wiór		○	○		●	○	○			○	○	○
Al dające krótki wiór	○	○	○		●		○				○	
odlew Al > 10% Si	○	○	○			○				○		○
stal < 500 N/mm²	●	●		●		○	●	○	○	●	●	●
stal < 750 N/mm²	●	●	●	●		●	●	●		●	●	●
stal < 900 N/mm²	●	●	●	●		●		●		●		●
stal < 1100 N/mm²	●	●	●					●				
stal < 1400 N/mm²	●							●				
stal > 45 HRC												
INOX < 900 N/mm²	○		●					○	●			
INOX > 900 N/mm²	○		○					○	●			
stopy Ti > 850 N/mm²	○	○	○									
żeliwo szare (G)	●	●	○	○		●	●				●	
mosiądze	●							○				
grafit i G(C)FK, duroplasty		○	○									
uniwersalne	●	○	●					○				

● = bardzo dobre; ○ = po spełnieniu określonych warunków



	1897								338						
11 3260	11 3280	11 3310	11 4000	11 4020	11 4050	11 4150	11 4160	11 4200	11 4360	11 4400	11 4450	11 4470	11 4500	11 4550
VA	HVA	VA	N	N	N	N	N	W	N	N	FS	H	TiVA	HVA
HSS/E	HSS/PM	HSS/E	walc. HSS	precyzyjnie walc.	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-Co8
TiAlN	TiAlN	TiAlN							TiN				TiAlN	TiAlN
130°	130°	120°/130°	118°	118°	118°	118°	118°	130°	118°	130°	130°	135°	135°	135°
C	A/C					C	A	A	C	C	specjalne	C	C	C
1 – 13	2 – 12	3 – 13	1 – 13	1 – 20	0,2 – 20	0,2 – 20	1 – 16	0,9 – 13	1 – 16	1 – 13	1 – 13	2 – 12	1 – 13	1 – 13
								●			●			
●	○		○	○	○	○	○	●	○	○	●			
	○	○						○	○	○				
●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●			
●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●		○	
○	●	●	●	○	●	●	●		●	●	○		○	●
○	●	●				○	○		○	○		○		●
	●					○	○		○	○		●		●
●	●	●								●		●	●	○
●	●	●								○		●	●	●
●	●	●							○	○		●	●	○
		●	○	○	○	●	○		●	●	●			
○		●			●	○	○			○				
○	○	○				○	○	○	○	○		○		
	○	○		○						○	○			



1898	345								343	341	1870	
11 6310	11 6320	11 6340	11 6350	11 6360	11 6380	11 6420	11 6540		11 6620	11 6700	11 6720	11 6760
	N	N	NW	VA	H	FS	VA		N	N	FS	N
HSS	HSS	HSS	HSS	HSS/E	HSS/Co8	HSS/E	HSS/E		HSS	HSS	HSS	HSS
							TiAlN					
118°	118°	118°	118°	130°	130°	130°	130°		120°	118°	130°	118°
		A	A	C	C	C	C			A	A	A
2,5 – 12	13 – 40	5 – 75	12 – 32	10 – 35	7,5 – 30	10 – 22	10 – 30		7,8 – 40	10 – 50	10 – 30	8 – 30
						●						
		○	○			●			○			
●	●	●	●	●		●			●	●	●	●
●	●	●	●	●		●			●	●	●	●
	○	●		●					●	●	●	●
				●	●				○			
					●				○			
			○	●			●		○			
							●					
				●	●		●					
	○	●		●		●			○	●		●
				●								
○				○		○			○			

● = bardzo dobre; ○ = po spełnieniu określonych warunków

Przegląd narzędzi

Wiertła kręte VHM



DIN ▶	333	norma zakładowa				1899	WN	6539	6539	8037	338
pierścień barwny ▶											
numer katalogowy	121000	121020	121040	121070	121110	121200	121220	122100	122150	122200	122250
typ wiertła	A	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
długość											
wykonanie chwytu											
wewn. kanały chłodzące (IK)											
materiał skrawający	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	HM	VHM
powłoka			TiAlN		TiAlN				TiAlN		
kąt wierzchołkowy	60°	90°	90°	142°	142°	130°	130°	118°	118°	118°	118°
zaostrzenie (korekcja)									C		C
zakres wielkości (Ø mm)	0,5 – 6,3	2 – 20	2 – 20	2 – 20	2 – 20	0,2 – 1,4	0,1 – 1,8	0,5 – 13	0,5 – 13	3 – 16	1 – 13
▼ przeznaczenie											
aluminium dające długi wiór	●	●	●	●	●	○	○	○	○		○
aluminium dające krótki wiór	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●
odlew aluminiowy > 10 % Si	○		●		●	●	○	○	●	●	○
stal < 500 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal < 750 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal < 900 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal < 1100 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal < 1400 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal > 45 HRC							○				
INOX < 900 N/mm²	●	●	●	●	●	●		○	●		○
INOX > 900 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	○	●		○
Ti > 850 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●
żeliwo szare (G)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
mosiądze	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
grafit i G(C)FK, duroplasty	●		●		●			○	○		○
uniwersalne	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●

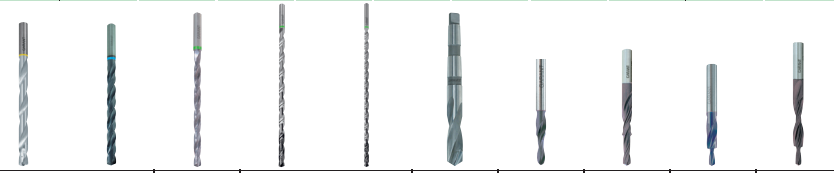


DIN ▶	6537 długie						= 338	norma zakładowa	
pierścień barwny ▶									
numer katalogowy	122650	122670	122760	122775	122790	122800	122875	122910	123100
typ wiertła	VA	FS	NH	N	N	GG/W	AL	VA	N
długość	6×D	5×D	5×D	6×D	6×D	6×D	7×D	8×D	8×D
wykonanie chwytu	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA
wewn. kanały chłodzące (IK)	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK
materiał skrawający	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
powłoka	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
kąt wierzchołkowy	140°	140°	140°	140°	140°	130°	120°	140°	140°
zaostrzenie (korekcja)	specjalne	specjalne	specjalne	specjalne	specjalne	specjalne		specjalne	specjalne
zakres wielkości (Ø mm)	1 – 20	2 – 20	1 – 20	3 – 20	3,98 – 12 H7	3 – 16	4 – 20	3 – 20	3 – 20
▼ przeznaczenie									
aluminium dające długi wiór		●				●	●	○	
aluminium dające krótki wiór		●				●	●	●	○
odlew aluminiowy > 10 % Si		●				●	●	●	○
stal < 500 N/mm²	●	●	○	●	●			●	○
stal < 750 N/mm²	●	●	●	●	●			●	●
stal < 900 N/mm²	●	●	●	●	●			●	●
stal < 1100 N/mm²	○	●	●	●	○				●
stal < 1400 N/mm²	○	●	●	●					●
stal > 45 HRC			●						
INOX < 900 N/mm²	●	●	○		○			●	●
INOX > 900 N/mm²	●	●	○		○			●	○
Ti > 850 N/mm²	●	●	○					●	
żeliwo szare (G)	○	○	●	●		●			●
mosiądze		○				●			
grafit i G(C)FK, duroplasty		○				●		○	○
uniwersalne		○	○		●				○

● = bardzo dobre; ○ = po spełnieniu określonych warunków



338	6537 krótkie								6537 długie	
122300	122305	122308	122310	122340	122380	122431	122440	122500	122540	122630
N	H	AL	N	N	VA	VA	NH	NH	FS	N
	3×D	3×D	3×D	3×D	4×D	3×D	4×D	4×D	6×D	5×D
	HB	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA
		IK		IK	IK	IK		IK		IK
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiN	TiN	TiAlN	TiCN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiN
118°	140°	120°	140°	140°	140°	130°	140°	140°	140°	140°
C	specjalne	specjalne	specjalne	specjalne	specjalne	specjalne	specjalne	specjalne	specjalne	specjalne
1 – 13	2,6 – 16	4 – 20	1 – 20	1 – 20	1 – 20	3 – 14	1 – 20	1 – 20	2 – 20	1 – 20
○		●							●	
●		●	○	○					●	○
●		●	○	○					●	○
●			●	●	●		○	○	●	●
●			●	●	●		●	●	●	●
●			●	●	●		●	●	●	●
●			○	○	○		●	●	●	○
●	●		○	○	○		●	●	●	○
	●						●	●		
●			○	●	●	●	○	○	●	●
●			○	●	●	●	○	○	●	●
●			●	●	●		○	○	●	●
●	●		○	○	○		●	●	○	○
●									○	
○			●	○			○	○		○
●				●			○	○	●	●



norma zakł.		6537 długie	norma zakł.		8041	8378	norma zakł.	8376	norma zakł.
123180	123210	123300	123690	123695	124500	125050	125100	125120	125200
AL	VA	N	N	N	N	N	N	N	N
12×D	12×D	12×D	20×D	30×D		otwór pod gwint	otwór pod gwint	otwór przelotowy	otwór przelotowy
HA	HA	HA	HA	HA	MK	HA	HA	HA	HA
IK	IK	IK	IK	IK					
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	HM	VHM	VHM	VHM	VHM
TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN		TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
120°	140°	140°	135°	135°	118°	140°	140°	140°	140°
specjalne	specjalne	specjalne	specjalne	specjalne					
4 – 20	4 – 20	4 – 20	3 – 12	4 – 12	10 – 20	M2 – M16	M3 – M12	M3 – M12	M3 – M12
●	○					○	○	○	○
●	●	○				○	●	●	●
●	●	○			○	●	●	○	●
	●	○	●	●		●	●	●	●
	●	●	●	●		●	●	●	●
	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		●	●	●	●	●	●	●	●
		●	●	●		●	●	●	●
			○	○					
	●	●	●	●		●	●	●	●
	●	○	○	○		●	●	●	●
	●					●	●	●	●
		●	●	●	●	○	●	○	●
					●	●	●	●	●
	○	○						○	○
		○	●	●		●	●	●	●

● = bardzo dobre; ○ = po spełnieniu określonych warunków

Przegląd narzędzi do wiercenia z rozłącznym ostrzem



SECO CrownLoc
Wiertło z głowicą wymienną
∅ od 12 mm do 25 mm

P	M	K	N	S	H

KOMET Materiały
na narzędzia skrawające:
stopy twarde, cermetale,
PKD i CBN



KOMET KUB Quatron
∅ od 14 mm do 65 mm



KOMET KUB DUON
∅ od 17,5 mm do 44 mm



KOMET KUB Trigon
∅ od 14 mm do 44 mm

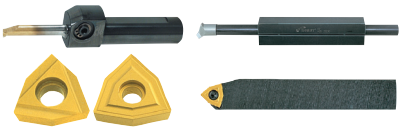


KOMET KUB CENTRON
∅ od 20 mm do 54 mm

Przegląd narzędzi do wiercenia z rozłącznym ostrzem



KOMET Głowica dwuostrzowa G01/G03
∅ od 24 mm do 91 mm



KOMET Toczenie (program HSS, UniTurn, płytki skrawające)



KOMET Głowica przestawna precyzyjna B301 z wkładką do wytaczania precyzyjnego M302
∅ od 29,5 mm do 199 mm



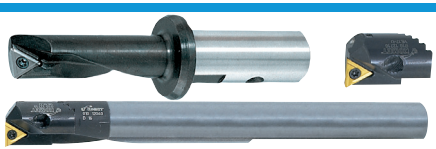
KOMET Głowica przestawna precyzyjna M03 Speed
∅ od 24,8 mm do 166 mm



KOMET Mechaniczny zestaw dla głowicy do wiercenia precyzyjnego „KFK“
∅ od 8 mm do 32 mm



KOMET Głowica przestawna precyzyjna M040 elektroniczna



KOMET Wytaczadła i płytki skrawające do wytaczania

1 Podział metod wiercenia

Według DIN 8589, część 2., metody wiercenia dzielą się na przykład na:

- wiercenie w pełnym materiale,
- rozwiercanie,
- gwintowanie,
- pogłębianie,
- rozwiercanie dokładne,
- i inne.

2 Parametry skrawania przy wierceniu

Przekrój warstwy skrawanej A wpływa w istotny sposób na całkowitą siłę skrawania (por. również podrozdział 3). *Rys. 3.1* przedstawia zależność pomiędzy wielkością posuwu w przeliczeniu na ostrze f_z a głębokością skrawania a_p lub możliwy do zastosowania sposób obliczenia z grubości warstwy skrawanej h i szerokości warstwy skrawanej b. Obowiązują następujące zależności:

$$f_z = \frac{f}{Z}$$

f posuw [mm/obr.]
Z liczba ostrzy
(równ. 3.1)

$$\kappa_r = \frac{\sigma}{2}$$

κ_r kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej [°]
σ kąt wierzchołkowy wiertła [°]
(równ. 3.2)

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa_r}$$

b szerokość warstwy skrawanej [mm]
a_p głębokość skrawania [mm]
(równ. 3.3)

$$h = f_z \cdot \sin \kappa_r$$

h grubość warstwy skrawanej [mm]
f_z posuw na ząb [mm]
(równ. 3.4)

$$A = f_z \cdot a_p = b \cdot h$$

A przekrój warstwy skrawanej [mm^2]
(równ. 3.5)

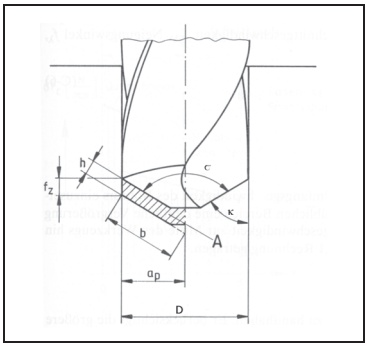
2.1 Wiercenie w pełnym materiale

Dla wiertła krętego z dwoma ostrzami ($z = 2$) obowiązuje zależność:

$$a_p = \frac{d}{2} \qquad f_z = \frac{f}{2}$$

W związku z tym przekrój warstwy skrawanej A przy **wierceniu w pełnym materiale** oblicza się przy zastosowaniu wyżej podanych zależności oraz *równania 3.5*:

$$A = \frac{d \cdot f}{4} \qquad \text{(wzór 3.6)}$$



Rys. 3.1
Przekrój warstwy skrawanej przy wierceniu wiertłem krętym w pełnym materiale

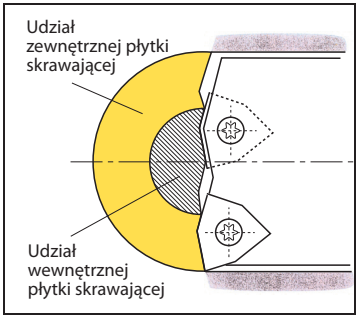
W przypadku wiertła z płytkami skrawającymi należy przyjąć do obliczeń $z = 1$, ponieważ większa liczba płytek skrawających dzieli pomiędzy siebie jedynie szerokość warstwy skrawanej b, ale realizuje pełny posuw.

Obowiązuje zależność:

$$b = b_i + b_a$$

b_i szerokość warstwy skrawanej przez wewnętrzną płytkę skrawającą
b_a szerokość warstwy skrawanej przez zewnętrzną płytkę skrawającą

Główny kąt przystawienia krawędzi skrawającej κ może być w przypadku wierteł z płytkami skrawającymi inny dla każdej płytki, co ma wpływ na grubość warstwy skrawanej h.



Rys. 3.2
Podział warstwy skrawanej wiertłem z płytkami skrawającymi

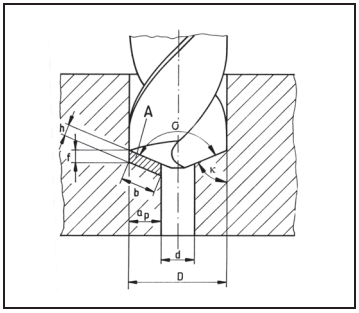
2.2 Rozwiercanie

Na *Rys 3.3* przedstawiono przekrój warstwy skrawanej A przy rozwiercaniu. Obowiązują przy tym następujące zależności:

z głębokości skrawania $a_p = \frac{(D-d)}{2}$

wynika następująca zależność na określanie przekroju warstwy skrawanej A przy **rozwiercaniu:**

$$A = \frac{(D-d) \cdot f_z}{2} \qquad \text{(równ. 3.7)}$$

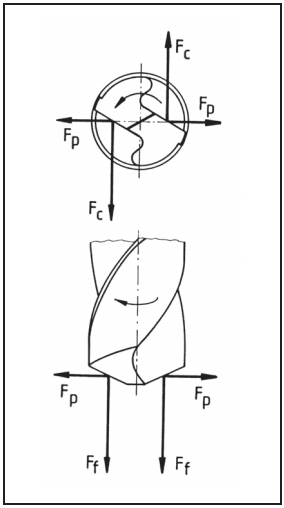


Rys. 3.3.
Przekrój warstwy skrawanej przy rozwiercaniu wiertłem krętym

3 Siły, moment obrotowy i zapotrzebowanie mocy przy wierceniu

3.1 Siła skrawania

Do obliczenia całkowitej siły skrawania przy wierceniu można z dużym przybliżeniem zastosować równanie opracowane przez Kienzlego dla toczenia (por. *równanie 2.5*, rozdział „Podstawy", podrozdział 1.4). W przypadku wiercenia korzystne jest wprowadzenie współczynnika technologicznego f_B, uwzględniającego inne niż przy toczeniu czynniki wpływające przy wierceniu na siłę skrawającą (np. kształt ostrza, prędkość skrawania itp.). W związku z tym obowiązują poniższe zależności (*Tabela 3.1*):



Rys. 3.4
Składowe siły skrawania na wiertle krętym

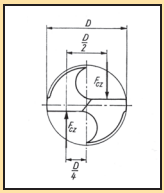
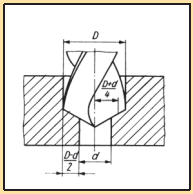
	Wiercenie w pełnym materiale	Rozwiercanie
Współczynnik technologiczny f_B	$f_B = 1$	$f_B = 0,95$
Siła skrawania przypadająca na jedno ostrze F_{cz}	(równ. 3.8) $F_{cz} = \frac{D}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_B$	(równ. 3.9) $F_{cz} = \frac{(D-d)}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_B$

F_{cz} siła skrawania przypadająca na jedno ostrze [N]
D zewnętrzna średnica otworu [mm]
d wewnętrzna średnica otworu [mm]
f_z posuw na ząb [mm/ząb]
k_c właściwy opór skrawania [N/mm^2] (zależna od materiału, por. rozdział 1)
f_B współczynnik technologiczny dla wiercenia

Tabela 3.1 Obliczanie siły skrawania przy wierceniu

3.2 Moment obrotowy i moc

Na ogół przy wierceniu oblicza się moc na podstawie momentu obrotowego (*Tabela 3.2*).

	Wiercenie w pełnym materiale	Rozwiercanie
Punkt przyłożenia siły	$H = D / 4$	$H = (D + d) / 4$
		
Moment obrotowy	$M_d = \frac{F_{cz} \cdot Z \cdot \frac{D}{4}}{1000}$ (równ. 3.10)	$M_d = \frac{F_{cz} \cdot Z \cdot (D+d)}{4000}$ (równ. 3.12)
	Dla $Z = 2$:	Dla $Z = 2$:
	$M_d = \frac{F_{cz} \cdot D}{2000}$ (równ. 3.11)	$M_d = \frac{F_{cz} \cdot (D+d)}{2000}$ (równ. 3.13)
	$M_d = \frac{9554 \cdot P_c}{n}$ (równ. 3.14)	
Moc skrawania	$P_a = \frac{P_c}{\eta}$ (równ. 2.15)	$P_c = \frac{M_d \cdot n}{9554}$ (równ. 3.15)
	$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c}{60000}$ (równ. 3.16)	$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c \cdot \left(1 + \frac{d}{D}\right)}{60000}$ (równ. 3.17)

F_c	całkowita siła skrawania [N] ($F_c = F_{cz} \cdot Z$)	M_d	moment obrotowy [Nm]
F_{cz}	siła skrawania na jedno ostrze [N]	P_c	moc skrawania [kW]
H	ramię siły [mm]	P_a	moc napędu [kW]
Z	liczba ostrzy	n	prędkość obrotowa [min^{-1}]
D	zewnętrzna średnica otworu [mm]	v_c	prędkość skrawania [m/min]
d	wewnętrzna średnica otworu [mm]	η	współczynnik sprawności

Tabela 3.2 Obliczanie momentu obrotowego i mocy przy wierceniu

Przykład z praktyki:



GARANT - wysokowydajne wiertło VHM

Zadanie:

W materiale St 37 mają być wykonane otwory w pełnym materiale, o średnicy 20 mm, przy użyciu wiertła wykonanego całkowicie ze stopów twardych. Należy określić wymaganą moc skrawania i potrzebny moment obrotowy.

Sposób obliczeń:

1. Dobór parametrów zależnych od narzędzia i materiału:

Narzędzie	Katalog główny	Kąt wierzchołkowy	$\sigma = 140°$
		Liczba ostrzy	$Z = 2$
Materiał St 37	Rozdział „Materiały", podrozdział 1.	Grupa materiałowa 1.0	$k_{c1.1} = 1780$ N/mm^2 $m = 0{,}17$

2. Dobór parametrów technologicznych:

Tabela 3.26	Grupa materiałowa 1.0	D = 19...20 mm v_c = 80 m/min n = 1306 obr./min f = 0,45 mm/obr.

3. Obliczenie siły skrawania, momentu i mocy

$$F_{CZ} = \frac{D}{2} \cdot f_z \cdot \left[\frac{k_{c1.1}}{h^m}\right] \cdot f_B$$ (równ. 3.8) gdzie $f_B = 1$ i $h = f_z \cdot \sin(\sigma/2)$ (podrozdział 3.1)

$$F_{CZ} = 10 \cdot 0{,}225 \cdot \left[\frac{1780}{(0{,}225 \cdot \sin 70°)^{0{,}17}}\right] \cdot 1 = \mathbf{5123{,}24\ N}$$

$$M_d = \frac{F_{cz} \cdot D}{2000}$$ (równ. 3.11) $$M_d = \frac{5123{,}2 \cdot 20}{2000} = \mathbf{51{,}23\ Nm}$$

$$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c}{60000}$$ (równ. 3.16) $$P_C = \frac{5123{,}2 \cdot 80}{60000} = \mathbf{6{,}83\ kW}$$ albo

$$P_c = \frac{M_d \cdot n}{9554}$$ (równ. 3.15) $$P_C = \frac{51{,}2 \cdot 1306}{9554} = \mathbf{7{,}0\ kW}^{1)}$$

1) Niewielkie odchylenia wynikają z zakresu średnic, podawanego dla prędkości obrotowej w tabeli 3.26.

3.3 Inne składowe siły skrawania występujące przy wierceniu

Siła odporowa F_p jest skierowana promieniowo na zewnątrz (por. *Rys 3.4*). Zależy ona od ścinu, głównej krawędzi skrawającej, naroża ostrza i łysinki prowadzącej. W normalnym przypadku wiertła skrawającego symetrycznie, z kilkoma ostrzami, wszystkie siły odporowe znoszą się i nie działają ani na narzędzie, ani na obrabiany przedmiot.

Wyjątek od tej zasady występuje w przypadku wierteł z płytkami skrawającymi. Ich ostrze jest podzielone na kilka symetrycznie rozmieszczonych płytek skrawających, które często posiadają również zróżnicowane kąty przystawienia głównej krawędzi skrawającej. Teoretyczne metody obliczeniowe są jeszcze bardzo niepewne. Siłę odporową należy w tym przypadku określić na podstawie pomiarów.

Inne wyjątki występują w przypadku asymetrycznie zaszlifowanych wierteł krętych i przy nawiercaniu nierównych powierzchni. Występujące przy tym błędy są opisane w dalszej części tego rozdziału.

Siły posuwowe F_f w kierunku osi wiertła (por. *Rys 3.4*) powstają na głównej i pomocniczej krawędzi skrawającej i są uzależnione zwłaszcza od właściwości materiału, przekroju warstwy skrawanej, kąta natarcia i ostrości krawędzi skrawających. Teoretyczne obliczenia siły posuwowej są względnie niedokładne. Pomiary wykazały poniższe zależności:

Wiertła z płytkami skrawającymi:	$F_f \approx 0,6 \cdot F_C$	(obróbka stali),
	$F_f \approx 0,8 \cdot F_C$	(obróbka żeliwa) oraz
Wiertła kręte:	$F_f \approx F_C$	

Duży udział ma w nich siła występująca na ścinie (do 60%). Wpływ ścina można znacznie zmniejszyć przez specjalne oszlifowanie. Przy wierceniu wstępnym na średnicę rdzenia istnieje możliwość całkowitego wyeliminowania niekorzystnego wpływu ścina i tym samym obniżenia siły posuwowej F_f o około 50%.

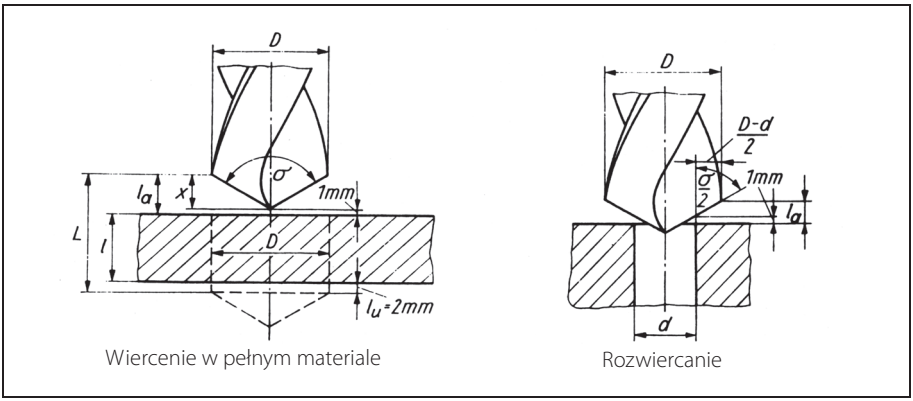
4 Obliczanie czasu głównego przy wierceniu

Na *Rys. 3.5* przedstawiono ogólne zależności obowiązujące przy określaniu czasu głównego t_h dla wiercenia w pełnym materiale i rozwiercania. Ogólnie dla określania czasu głównego obowiązuje przy tym zależność:

$$t_h = \frac{L}{f \cdot n}$$

t_h czas główny [min]
L całkowita droga wiercenia [mm]
f posuw [mm/obr.]
n prędkość obrotowa [min^{-1}]

(równ. 3.18)



Rys. 3.5 Dobieg i wybieg wiertła przy wierceniu

Dla całkowitej drogi wiercenia L obowiązuje wówczas zależność:

$$L = l + l_a + l_u$$

l grubość materiału [mm]
l_a dobieg [mm]
l_u wybieg [mm]

(równ. 3.19)

Dla wybiegu l_u przyjmuje się na ogół przy wierceniu:

otworów przelotowych: $l_u = 2$ mm
otworów nieprzelotowych: $l_u = 0$ mm

Dobieg l_a określa się przy wierceniu z zależności:

$$l_a = 1 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)}$$

(równ. 3.20)

Przy uwzględnieniu podanych zależności można obliczyć całkowitą drogę wiercenia L w sposób następujący:

Otwór przelotowy:

$$L = l + 3 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)} \qquad \text{(równ. 3.21)}$$

Otwór nieprzelotowy:

$$L = l + 1 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)} \qquad \text{(równ. 3.22)}$$

5 Głębokość wiercenia i średnica otworu wstępnego

5.1 Głębokość wiercenia

Przy wierceniu decydujące znaczenie ma rodzaj powstających wiórów i ich odprowadzenie z otworu. Kształt powstających wiórów zależy głównie od skrawanego materiału. Przy wierceniu w żeliwie powstają np. śrubowe wióry elementowe albo wióry wstęgowe (por. rozdział „Podstawy" podrozdział 1.1.3). Ze względu na trudności w odprowadzaniu wiórów z otworu, możliwa do osiągnięcia głębokość wiercenia jest ograniczona. W przypadku materiałów łatwo skrawalnych, z niewielkim spiętrzeniem wiórów, można powiększyć głębokość wiercenia w porównaniu z materiałami trudno skrawalnymi o około 40%. Maksymalne głębokości wiercenia można orientacyjnie określić na podstawie poniższego wzoru:

$$BT_{max} = l_3 - [D_{wz} \cdot (1{,}0 \ldots 1{,}4)] \qquad \text{(równ. 3.23)}$$

BT_{max} maksymalna głębokość wiercenia [mm]
l_3 długość rowka łamacza wiórów na wiertle
D_{WZ} średnica wiertła [mm]

Obowiązuje przy tym:

Specyfika obrabianego materiału	Grupy materiałowe (wg rozdziału „Materiały", podrozdział 1).	Maksymalna głębokość wiercenia BT_{max}
Łatwo skrawalne	1.0/ 1.1/ 2.0/ 3.0/ 13.0/ 13.1/ 15.1/ 15.2/15.9/ 17.0/ 20.0/20.1	$l_3 - 1{,}0 \cdot D_{wz}$
Normalnie skrawalne	2.1/ 3.1/ 3.2/ 4.0/ 4.1/ 5.0/ 6.0/ 6.1/ 8.0/ 8.1/ 8.2/ 9.0/ 13.0/ 15.3/ 17.1/ 17.2/ 18.0/ 18.1/ 18.2/ 18.3/ 18.4/ 18.5/ 18.6/ 19.0	$l_3 - 1{,}2 \cdot D_{wz}$
Trudno skrawalne	7.0/ 7.1/ 10.0/ 10.1/ 10.2/ 11.0/ 11.1/ 12.0/ 13.1/ 13.2/ 13.3/ 14.0/ 16.0/ 16.1/20.2	$l_3 - 1{,}4 \cdot D_{wz}$

Tabela 3.3 Maksymalne głębokości wiercenia

5.2 Średnica otworu wstępnego przy rozwiercaniu

Przy rozwiercaniu za pomocą wierteł krętych albo przy pogłębianiu można w następujący sposób orientacyjnie określić średnicę otworu wstępnego:

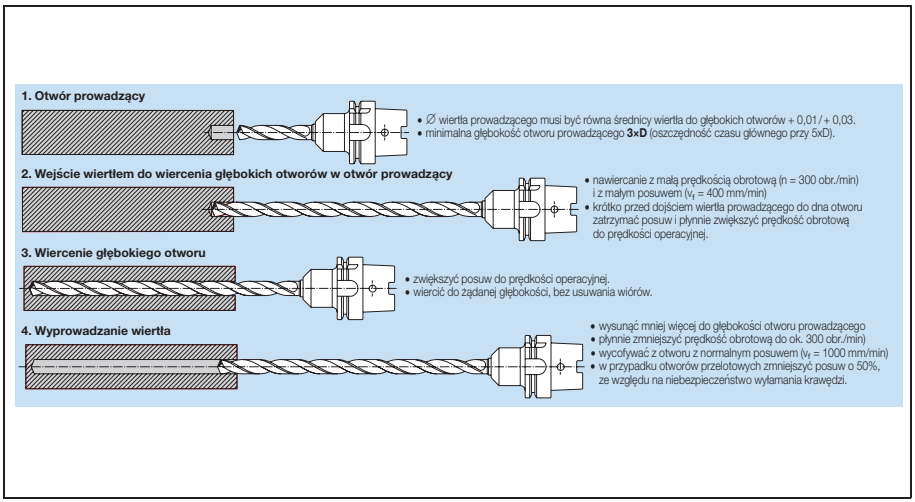
Rozwiercanie przy użyciu	Najmniejsza średnica otworu prowadzącego
wiertła krętego	$0,3 \cdot D$
rozwiertaka	$0,7 \cdot D$
rozwiertaka z ostrzami ze stopów twardych	$0,8 \cdot D$

Tabela 3.4 Minimalna średnica otworu wstępnego

5.3 Wiercenie głębokie

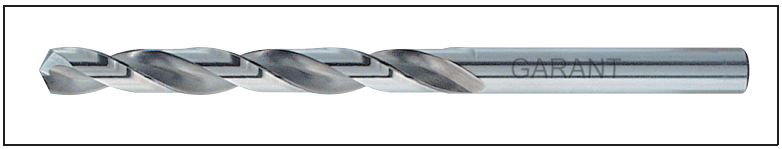
Do wykonywania otworów o stosunku długości do średnicy wynoszącym od 20xD do 30xD nadają się wysokowydajne wiertła nowej generacji do głębokiego wiercenia. Posiadają one spiralne rowki i 4 łysinki prowadzące oraz wewnętrzne kanały chłodzenia. Stożkowy szlif wierteł umożliwia z jednej strony dobre prowadzenie narzędzia przez łysinki prowadzące, a z drugiej strony - korzystne odprowadzanie wiórów (bez kontaktu z powierzchnią obwodową), także przy dużych głębokościach otworów. Wiertła te pozwalają, w porównaniu z wiertłami lufowymi, na stosowanie nawet 10-krotnie większych posuwów przy obróbce i tym samym powodują znaczną oszczędność czasu. Dzięki spiralom i związanym z nimi odprowadzaniem wiórów, narzędzia te mogą być używane **również pionowo**.

Na *Rys 3.6* przedstawiono cykl wiercenia przy użyciu wierteł HPC do głębokich otworów, wykonanych całkowicie ze stopów twardych.



Rys. 3.6 Operacja wiercenia przy użyciu wiertła VHM - HPC do głębokiego wiercenia

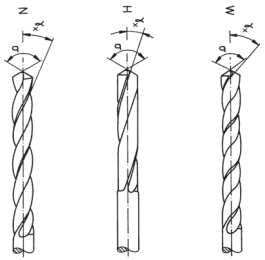
6 Wiertła kręte HSS



Rys. 3.7 GARANT - Wiertło kręte

6.1 Typy wierteł krętych

Cechą charakterystyczną wierteł krętych jest stosowany boczny kąt natarcia γ_f, który z dostateczną dokładnością jest równy kątowi wzniosu linii śrubowej δ. Kąt ten zmienia się zależnie od sposobu łamania wióra i przyporządkowany jest głównym grupom wierteł N (normalne materiały obrabiane), H (twarde materiały obrabiane) i W (miękkie materiały obrabiane) (*Tabela 3.5*). Oprócz tego, można jeszcze zdefiniować różne podgrupy, jak opisano bliżej w podrozdziale 9. niniejszego rozdziału. Np. typ FS (rowki spiralne z płaskim rowkiem), typ UNI (stosowany uniwersalnie), typ FW (rowki płaskie do miękkich materiałów obrabianych) i typ VA (stosowany do stali VA).

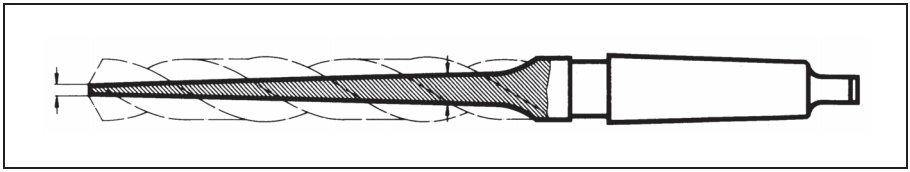


Typ N Typ H Typ W

Typ	Boczny kąt natarcia (kąt wzniosu linii śrubowej) γ_x	Kąt wierzchołkowy σ	Rowki	Zastosowanie
N	19° do 40°	118°	obszerne	Stale konstr. i do ulepszania cieplnego, do N/mm^2, żeliwa, mosiądz
N	18° do 30°	130° do 140°	obszerne	Stal stopowa do 1400 N/mm^2, stale wysokostopowe, aluminium
H	10° do 19°	118°	bardzo szerokie	Mosiądz, stopy magnezu, masy prasownicze
W	27° do 45°	130°	szerokie	Aluminium i stopy aluminium, miedź, mosiądz czerwony, brąz, głębokie otwory w masach prasowniczych

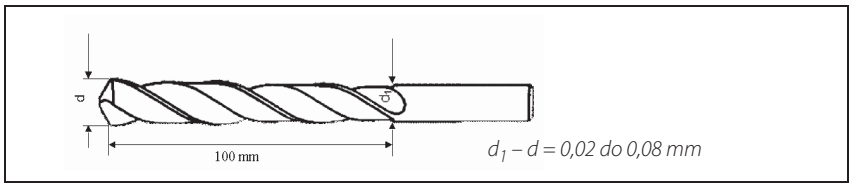
Tabela 3.5 Główne typy wierteł krętych do różnych materiałów

W celu zwiększenia stabilności bez nadmiernego powiększania ścina na wierzchołku, wiertła typu N wykonuje się z reguły ze zwiększającą się średnicą rdzenia, to znaczy że rdzeń ma wymagany wymiar na wierzchołku wiertła i wymiar ten zwiększa się w kierunku chwytu (*Rys 3.8*).



Rys. 3.8 Zwiększanie średnicy rdzenia w wiertłach krętych

Wiertła kręte są szlifowane w taki sposób, aby średnica malała w kierunku od wierzchołka do chwytu, w celu zminimalizowania tarcia łysinek o ścianę otworu. Wartość tego zmniejszenia średnicy według DIN 1414 wynosi od 0,02 do 0,08 mm na 100 mm długości rowka wiórowego.



Rys. 3.9 Zwężenie wierteł krętych w kierunku chwytu

6.2 Rodzaje oszlifowania ostrzy i występujące przy tym błędy

Rodzaj oszlifowania ma duże znaczenie dla zachowania wymiarów otworu, przede wszystkim wpływa jednak na trwałość albo na drogę pracy przebywaną przez wiertło w okresie trwałości.

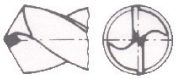
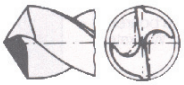
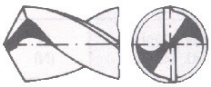
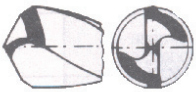
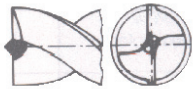
Kształt oszlifowania	Zastosowanie	Szkic ideowy
Kształt A Zaostrzony ścin	Zastosowanie: ● wiertła z grubym rdzeniem oraz o dużych średnicach, przeznaczone do wiercenia w pełnym materiale ● żeliwa i stale o wytrzymałości do 1000 N/mm^2 zalety: ● dobre centrowanie przy nawiercaniu ● zmniejszenie siły posuwowej	
Kształt B Zaostrzony ścin ze skorygowaną główną krawędzią skrawającą	Zastosowanie: ● do wiercenia w stalach o wysokiej wytrzymałości, twardych stalach sprężynowych i manganowych (powyżej 10% Mn) ● z kątem wierzchołkowym 118° dla materiałów ciągliwych (łamanie wióra) ● z kątem wierzchołkowym 130° dla materiałów o wysokiej wytrzymałości, powyżej 1000N/mm^2 zalety: ● niewrażliwe na uderzenia ● nie zadzierają przy wierceniu w cienkich przedmiotach	
Kształt C Ostrzenie krzyżowe	Zastosowanie: ● wiertła o bardzo grubym rdzeniu oraz wiertła do głębokiego wiercenia ● do wiercenia w szczególnie ciągliwych i twardych materiałach oraz w odkuwkach zalety: ● dobre centrowanie ● mała siła posuwowa	
Kształt D Oszlifowanie dla żeliwa szarego	Zastosowanie: ● do wiercenia w żeliwie szarym, ciągliwym i w odkuwkach ● do materiałów nie posiadających prostej powierzchni rozpoczęcia wiercenia (rury, wałki) zalety: ● mniejsze obciążenie naroży ostrzy, dzięki przedłużonym głównym krawędziom skrawającym ● niewrażliwe na uderzenia ● dobre odprowadzanie ciepła	

Tabela 3.6 Rodzaje oszlifowania

Tabela 3.6 Rodzaje oszlifowania - ciąg dalszy

Kształt oszlifowania	Zastosowanie	Szkic ideowy
Kształt E Z kiełkiem czoła centrującym w osi	Zastosowanie: ● wiercenie w materiałach miękkich, takich jak miedź oraz do cienkich blach ● otwory nieprzelotowe z płaskim dnem zalety: ● dobre centrowanie, bez zadzierania ● niewielkie zadziory przy przewiercaniu cienkich blach i rur	

Symetryczne oszlifowanie jest bardzo ważne dla równomiernego obciążenia poszczególnych ostrzy, oprócz konieczności zachowania odpowiednich kątów narzędzia i niewielkich chropowatości krawędzi skrawających. W *tabeli 3.7* przedstawiono przegląd możliwych błędów symetrii i ich skutków.

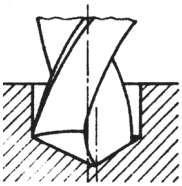
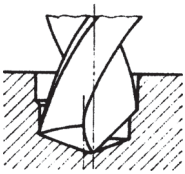
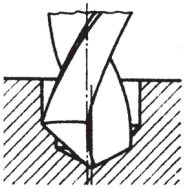
Błąd symetrii	Charakterystyka	Skutki
	Asymetryczny kąt wierzchołkowy Ostrza główne o nierównej długości, Wierzchołek w osi	Otwór wykonany na większy wymiar Dno stopniowane Ostrza główne nierównomiernie obciążone (zużycie)
	Symetryczny kąt wierzchołkowy Ostrza główne o nierównej długości Wierzchołek przesunięty	Otwór wykonany na większy wymiar Ostrza główne nierównomiernie obciążone (zużycie)
	Kąt wierzchołkowy asymetryczny Ostrza główne o nierównej długości Wierzchołek przesunięty	Otwór wykonany na większy wymiar Dno stopniowane Ostrza główne nierównomiernie obciążone (zużycie)

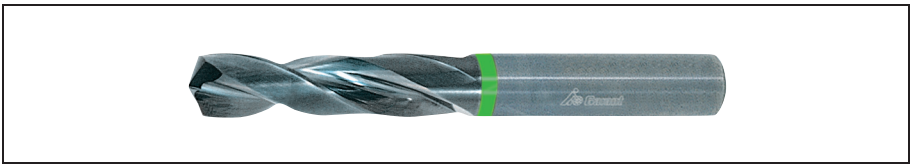
Tabela 3.7 Błędy oszlifowania i ich następstwa

7 Wiertła wykonane całkowicie ze stopów twardych (VHM)

Wiertła kręte wykonane całkowicie ze stopów twardych (VHM) są logiczną konsekwencją stawianych przemysłowi wymagań, z których wynika konieczność stosowania narzędzi o większej wydajności lub lepszej odporności na zużycie. Z tego powodu zastosowanie tych narzędzi w centrach obróbkowych sterowanych numerycznie nabiera coraz większego znaczenia.

Zalety wierteł VHM w porównaniu z wiertłami krętymi HSS polegają na krótszym czasie obróbki i dłuższej drodze pracy narzędzia w okresie trwałości. Jest to szczególnie wyraźne przy obróbce materiałów silnie ściernych, takich jak żeliwo, stopy aluminium z dużą zawartością krzemu, tworzywa sztuczne z wypełniaczem, grafit i materiały wzmocnione włóknem szklanym. To samo dotyczy wszystkich mniej lub bardziej trudnoskrawalnych gatunków stali.

Wymiary konstrukcyjne zostały w znacznym stopniu przejęte z wierteł krętych HSS. W wyniku tego możliwe są warianty podobne pod względem kształtu i geometrii ostrzy. Ograniczenia wynikają z odporności materiału narzędzia skrawającego na obciążenia dynamiczne, zwłaszcza w odniesieniu do stosunku średnicy do długości.



Rys. 3.10 GARANT - Wiertła HPC wykonane całkowicie ze stopów twardych

Wiertła wysokowydajne GARANT to całkowicie nowe rozwiazanie w dziedzinie narzędzi wykonanych całkowicie ze stopów twardych. Są one przeznaczone do wiercenia w pełnym materiale. Standardowo są oferowane o średnicach otworów od 4 do 20 mm i nadają się w takim samym stopniu do wiercenia stopów żelaza dających długi i krótki wiór. Ich zalety stają się szczególnie wyraźne przy obróbce stwarzających problemy miękkich i ciągliwych gatunków stali.

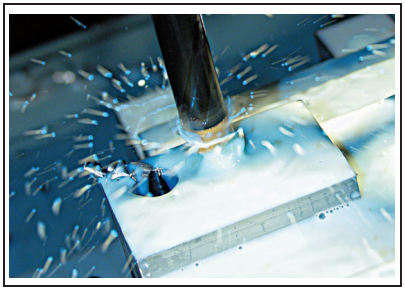
Zalety:

- duża sztywność,
- duża dokładność pozycjonowania,
- dobre właściwości centrowania i prowadzenia,
- prędkości posuwu nawet 10-krotnie większe w porównaniu z zaleceniami dla wierteł krętych HSS (por. tabele wskaźników w podrozdziale 11. niniejszego rozdziału),
- krótkie wióry i dobre odprowadzanie wiórów nawet przy obróbce miękkich i ciągliwych gatunków stali,
- niewielkie koszty regeneracji przez ostrzenie i ponowne powlekanie.

8 Wiertła z rozłącznym ostrzem

8.1 Wiertła z głowicą wymienną (wiertła z koronkami)

Wiertło z głowicą wymienną (Seco CrownLoc) składa się z korpusu i wymiennych koronek ze stopów twardych, do otworów o średnicy do 25 mm i głębokości wiercenia do 7xD.



Rys. 3.11 Wiertło z koronką podczas pracy

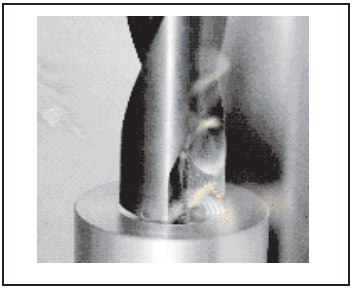
Wiertło to, stanowiące alternatywę dla wierteł wykonanych całkowicie ze stopów twardych oraz wierteł lutowanych, posiada następujące zalety:

- duża oszczędność kosztów i czasu, dzięki stałej dokładności, dużej trwałości, krótkim czasom wymiany (zredukowane koszty uzbrajania), wyeliminowaniu kosztów ostrzenia,
- samoczynnie centrujące się oszlifowanie,
- duże kanały chłodzenia wewnętrznego, zapewniające właściwe odprowadzenie wiórów,
- dokładne pozycjonowanie i stabilne zamocowanie koronki dzięki opatentowanemu uzębieniu. Dla dobrego pozycjonowania zaleca się kąt wejściowy wynoszący maks. 8°. Jeżeli wiertło wchodzi w materiał pod kątem, wówczas posuw należy zawsze obniżyć o 30 do 50%. To samo dotyczy kąta wyjścia wiertła większego niż 8°. Nie należy przy tym przekraczać maksymalnego kąta wyjścia, wynoszącego 30°.

Przy użyciu tego rodzaju wiertła możliwe jest również wykonywanie wiercenia płyt w pakietach. Warunkiem jest jednak to, że zamocowanie jest bardziej stabilne i że nie istnieją puste przestrzenie pomiędzy płytami, ponieważ utrudniają one odprowadzanie wiórów i tym samym mogą doprowadzić do pęknięcia wiertła.

8.2 Wiertła z płytkami skrawającymi

8.2.1 Wiertła z płytkami skrawającymi do wiercenia w pełnym materiale



Rys. 3.12 Wiertło z płytkami skrawającymi podczas pracy

Dla uzyskania możliwie jak najlepszych wyników pracy wierteł wyposażonych w płytki skrawające (wiertła z płytkami skrawającymi) istotna jest znajomość stosowanych geometrii i związanej z tym charakterystyki ich wydajności.

Obróbka zgrubna wymaga większych płytek skrawających (kształt podstawowy ISO S), niż wykonywanie otworów wyższej jakości (kształt podstawowy ISO W). Przez odpowiednie ustawienie płytek skrawających osiąga się dokładne centrowanie, jak np. w przypadku wierteł KUB z płytkami skrawającymi, przeznaczonymi do wiercenia w pełnym materiale (patrz katalog główny), i unika się rowków powstających przy wycofywaniu. Z reguły przy zastosowaniu KUB TRIGON można wykonać otwór o tolerancji ± 0,1 mm, a przy użyciu KUB Quatron ± 0,2 mm.

W wiertle KUB Duon zastosowano zasadę wymiennych płytek skrawających na dwuostrzowym narzędziu (2 ostrza efektywne). Można wykonywać otwory o głębokości do 5xD a także przy zastosowaniu jednego korpusu i odpowiednich płytek skrawających wiercić otwory o różnych średnicach.

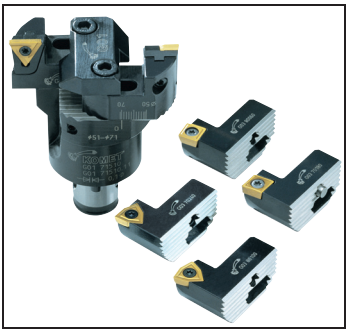
Istotna zaleta wierteł z płytkami skrawającymi polega na stałej geometrii ostrza wiertła, stałej długości narzędzia oraz na łatwym i ekonomicznym dopasowaniu materiału narzędzia skrawającego do obrabianego materiału. Poza tym można wyeliminować procesy ostrzenia i ponownego powlekania ostrzy.

Podstawowa różnica, dotycząca większości wierteł z płytkami skrawającymi do skrawania w pełnym materiale (np. jak KUB Quatron) w stosunku do wierteł krętych, polega na analizie przekroju warstwy skrawanej, ponieważ wiertła z płytkami skrawającymi należy po części traktować jak wiertła jednoostrzowe (z = 1, patrz także podrozdział 2.1). Dlatego możliwe posuwy f są nieco mniejsze, niż w przypadku porównywalnych wierteł krętych dwuostrzowych. Jednak brak ścina umożliwia wyraźnie większe prędkości skrawania, dzięki czemu możliwe do osiągnięcia prędkości posuwu wierteł z płytkami skrawającymi są podobne do prędkości osiąganych przy zastosowaniu wierteł krętych.

Ze względu na asymetryczne rozmieszczenie ostrzy w wiertłach z płytkami skrawającymi powstają bardzo różne warunki skrawania na ostrzu wewnętrznym i zewnętrznym. Ostrze zewnętrzne skrawa istotnie większą objętość, przy również większej prędkości średniej. Różne obciążenie poszczególnych ostrzy musi więc zostać uwzględnione przy doborze płytek skrawających.

8.2.2 *Rozwiercanie przy zastosowaniu dwuostrzowych wierteł z płytkami skrawającymi*

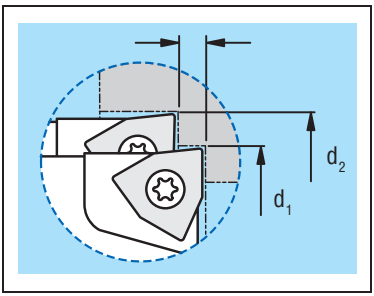
Oprócz zastosowania jednoostrzowych wytaczadeł (patrz również rozdział „Toczenie"), do rozwiercania można używać narzędzi dwuostrzowych *(Rys. 3.13)*.



Rys. 3.13 Narzędzia dwuostrzowe G01

W przypadku narzędzi dwuostrzowych G01 korpus, posiadający dwa równej wielkości zaciski, zapewnia zwartą konstrukcję narzędzia. Przy rozwiercaniu na dużej głębokości rowki spiralne ułatwiają odprowadzanie wiórów.

Przesuwne promieniowo zaciski (całkowita dwuostrzowość) umożliwiają zmianę funkcji narzędzia do wytaczania na narzędzie do obróbki stopniowej, przeznaczone do większej głębokości skrawania. Wkładki przesuwne osiowo są dostosowane do tego samego korpusu i służą do równomiernego podziału skrawanej warstwy na oba ostrza. Przy zastosowaniu kombinacji przesunięcia promieniowego i osiowego (obróbka zgrubna Kombi / obróbka wykańczająca Kombi) osiąga się podział całkowitej szerokości skrawania przez promieniowe i osiowe przesunięcie ostrza. Pozwala to na lepsze rozłożenie występujących sił skrawania i tym samym na zrównoważoną charakterystykę skrawania (por. *rys. 3.14*).



Rys. 3.14
Podział warstwy skrawanej przez osiowe i promieniowe przesuwanie ostrza

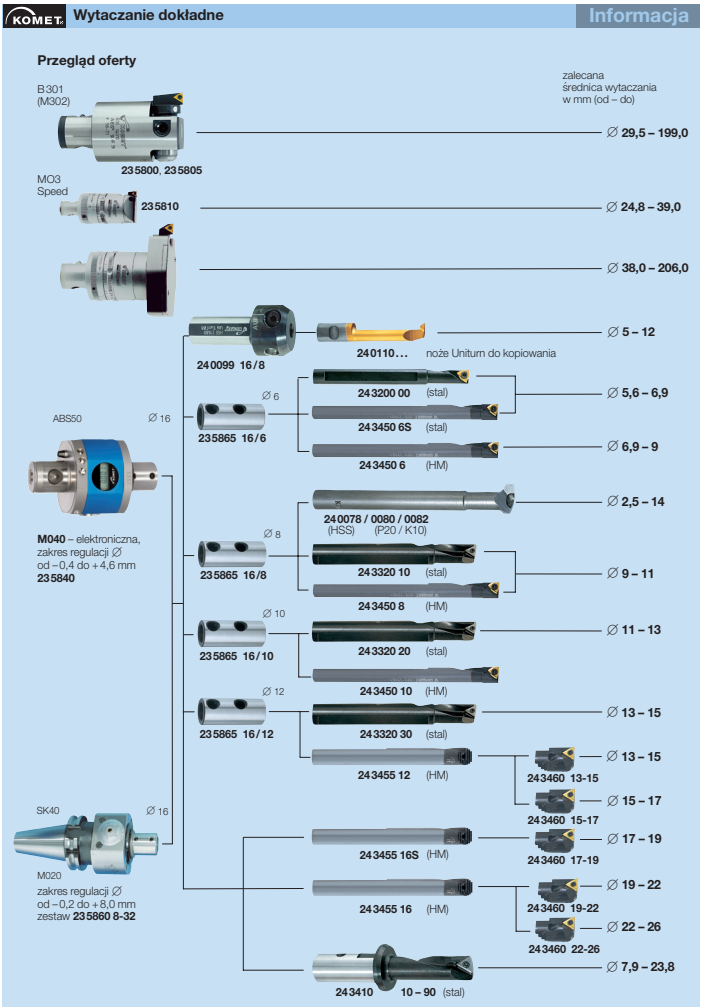
Przy obróbce zgrubnej osiąga się podwojenie szerokości skrawania (stosować tylko posuw pojedynczy $f = f_z$). Przy obróbce wykańczającej następuje podział szerokości skrawania, dzięki czemu można częściowo zrezygnować z obróbki pośredniej.

Precyzyjną regulację z dokładnością ± 0,02 mm na średnicy można uzyskać za pomocą mimośrodowego mechanizmu regulacyjnego ABS. W przypadku większych średnic korektę wymiarów przeprowadza się za pomocą wrzeciona dokładnej regulacji, zamontowanego w korpusie nośnika narzędzia.

8.3 Wytaczanie za pomocą wytaczadeł

Precyzyjne otwory wykonuje się przeważnie metodami rozwiercania dokładnego i wytaczania. Zakresy zastosowania tych metod uzupełniają się i pokrywają. **Wytaczanie** stanowi produkcyjną alternatywę rozwiercania dokładnego przy wykonywaniu pojedynczych otworów, natomiast za pomocą rozwiercania dokładnego można obrobić większą liczbę otworów o wąskich tolerancjach w obszarze będącego do dyspozycji pola tolerancji otworów.

Na poniższym rysunku przedstawiono program produkcji narzędzi do wytaczania bardzo dokładnego.



Rys. 3.15 Program narzędzi do wytaczania dokładnego KOMET

8.4 Wytaczanie przy użyciu precyzyjnych głowic przestawnych

W obróbce wiórowej obserwuje się ciągły wzrost wymagań, w odniesieniu do jakości powierzchni, i coraz mniejszych tolerancji, przy jednoczesnym żądaniu krótszych czasów obróbki i tym samym większych prędkości skrawania.

W uzupełnieniu do podrozdziału 8.2.2 „Rozwiercanie dwuostrzowe", w poniższej tabeli, porównano różne precyzyjne głowice przestawne do wykonywania precyzyjnych otworów.

Precyzyjna głowica przestawna	Zakres średnic [mm]	Jakość pasowania	Dokładność dosuwu [µm na ∅]	Komfort dosuwu	Wysoka prędkość
KFK 	5,6 - 32	do IT 7	20 za pomocą noniusza 2	+	–
M 040 	5,6 - 32	powyżej IT 7	1 cyfrowo	+++	–
B 301 	29,5 - 200	do IT 7	20 za pomocą noniusza 2	+	–
M 03 Speed 	24,5 - 103	powyżej IT 7	2	++	✓
Objaśnienia	+ mały ++ średni +++ wysoki – nie nadaje się ✓ odpowiednia				

Tabela 3.8 Precyzyjne głowice przestawne KOMET

Krótsze czasy obróbki powodują najczęściej zastosowanie większych prędkości skrawania, co jest normalne w przypadku obróbki z wysokimi prędkościami (HSC), por. również rozdział „Podstawy").

Ze względu na większe prędkości obrotowe i siły odśrodkowe, stawia się w tym przypadku wyższe wymagania w odniesieniu do jakości wyważenia narzędzi obrotowych. W przypadku elastycznych narzędzi skrawających, w których wskutek zmiany położenia ostrzy następuje przesunięcie masy, występuje wymagające skompensowania niewyważenie, zwłaszcza przy większych prędkościach obrotowych (por. również rozdział „Mocowanie").

W przypadku precyzyjnej głowicy przestawnej M03 Speed, wyważenie to następuje automatycznie, za pomocą obciążników wyważających, rozmieszczonych w sposób przesuwny na długości średnicy. Szczególną zaletą takiego rozwiązania jest kompensacja niewyważenia w obszarze jednej płaszczyzny i tym samym uzyskanie nie tylko wyważenia statycznego, ale również dynamicznego. Tego rodzaju precyzyjna głowica przestawna nadaje się więc zwłaszcza do pracy przy parametrach skrawania HSC.

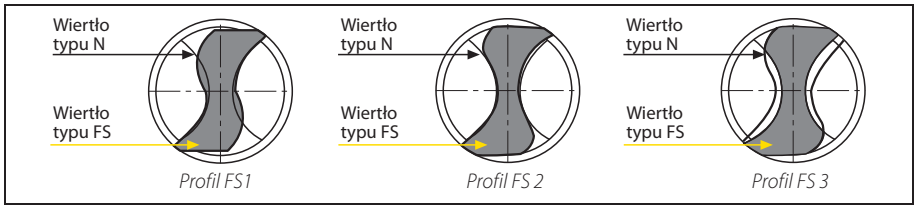
8.5 „5 w 1“: narzędzie do toczenia i wiercenia

Narzędzie do toczenia i wiercenia GARANT zastępuje 5 narzędzi ISO. Jest ono szerzej opisane w rozdziale „Toczenie“.

9 Przykłady zastosowania wierteł GARANT

9.1 Zastosowanie profili FS GARANT w wiertłach HSS

Wiertła HSS mają specjalny profil przekroju, duże przestrzenie na wióry (oczyszczanie z wiórów jest konieczne dopiero po wywierceniu otworu o głębokości około 15xD) i duży rdzeń (por. *Rys. 3.16)*.



Rys. 3.16 Profile FS wierteł GARANT

Przykład zastosowania:

Profil FS 1 Spibo:

Stosuje się go do obróbki miękkich materiałów dających długi wiór, o wytrzymałości do 500 N/mm^2, przy wykonywaniu otworów o głębokościach większych niż przeciętne.

Stosowane parametry:

Materiał:	aluminium dające długi wiór (grupa materiałowa 17.0, rozdział „Materiały“, podrozdział 1.)	
	Średnica otworu:	5,0 mm
	Głębokość wiercenia	130 mm (26 x D)
Narzędzie:	Wiertło FS	
Parametry skrawania:	prędkość skrawania:	v_c = 80 m/min
	prędkość obrotowa:	n = 5.000 min^{-1}
	posuw:	f = 0,1 mm/obr.

Oczyszczanie z wiórów: po 60 / 100 / 130 mm

Przykład zastosowania:

Profil FS 2 Spibo:

Stosowany do wiercenia w stalach automatowych i metalach kolorowych.

Stosowane parametry:

Materiał:	9SMnPb28K (grupa materiałowa 2.0, rozdział „Materiały“ podrozdział 1.)		
	Średnica otworu:	6,2 mm	
	Głębokość otworu:	13 mm	
Narzędzie:	Wiertło FS		
Parametry skrawania:	prędkość skrawania:	v_c	= 47 m/min
	prędkość obrotowa:	n	= 2.400 min^{-1}
	posuw:	f	= 0,2 mm/obr.

Oczyszczanie z wiórów: po 13 mm

Przykład zastosowania:

Profil FS 3 Spibo:

Do wiercenia żeliwa szarego i stali o wytrzymałości do 1000 N/mm^2.

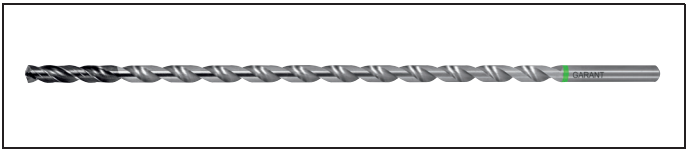
Stosowane parametry

Materiał:	C45 (grupa materiałowa 3.1, rozdział „Materiały“, podrozdział 1.)		
	Średnica otworu:	12,5 mm	
	Głębokość otworu:	210 mm	
Narzędzie:	Wiertło FS		
Parametry skrawania:	prędkość skrawania:	v_c	= 20 m/min
	prędkość obrotowa:	n	= 500 min^{-1}
	posuw:	f	= 0,1 mm/obr.

Oczyszczanie z wiórów: do 100/170/210 mm

9.2 Zastosowanie wysokowydajnych wierteł GARANT VHM

Zastosowanie wysokowydajnych wierteł VHM (por. *Rys 3.17*) wymaga zarówno dużej dokładności ruchu obrotowego obrabiarki i uchwytu, jak również obrabiarek umożliwiających osiągnięcie wysokich prędkości posuwu.



Rys. 3.17
Wysokowydajne wiertło GARANT VHM

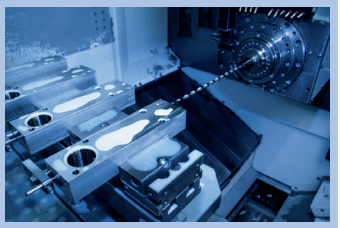
Przykład zastosowania: wiercenie głębokich otworów 30xD

Materiał: X6CrNiMoTi 17 122 (1.457 1)
(grupa materiałowa 13.2, rozdział „Materiały", podrozdział 1.)

Średnica otworu: 8,0 mm

Głębokość otworu: 240 mm (30 x D)

Stosowane parametry:



Narzędzie: Wiertło do wiercenia głębokiego VHM - HPC
(nr artykułu 123695)
do wiercenia do głębokości 30xD

Parametry skrawania:

prędkość skrawania	v_c	= 60 m/min
prędkość obrotowa	n	= 2.400 min^{-1}
posuw	f	= 0,18 mm/obr.
prędkość posuwu	v_f	= 440 mm/min

Wynik:

10-krotnie większy posuw w porównaniu z wiertłami lufowymi (ELB)
Istotne skrócenie czasu głównego
Podwojenie trwałości w porównaniu z ELB - do 240 min.

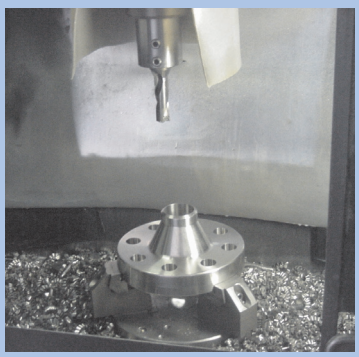
9.3 Zastosowanie wierteł z płytkami skrawającymi do wiercenia w pełnym materiale

9.3.1 Wiercenie za pomocą KUB Quatron

Przykład zastosowania:

Wiercenie otworów w kołnierzu za pomocą wiertła z płytkami skrawającymi do wiercenia w pełnym materiale KUB Quatron:

Stabilne wiertło krótkie, do trudnych warunków eksploatacyjnych, takich jak nawiercanie ukośne, naskórek walcowniczy, pochylenia odlewnicze, wiercenie w przekrojach nieciągłych, pakiety oraz wiercenie z tolerancjami ± 0,2 mm, przy głębokości wiercenia do 2xD (3xD).



Stosowane parametry:

Obrabiany przedmiot:	Kołnierz	
	Średnica otworów:	18,0 mm
	Głębokość otworów:	2 x D
Materiał:	X6CrNiMoTi 17 12 2 (1.4571)	
	(grupa materiałowa 13.2, rozdział „Materiały“ podrozdział 1.)	
Narzędzie:	KUB Quatron	
Parametry skrawania:		
	prędkość skrawania	v_c = 170 m/min
	prędkość obrotowa	n = 3.000 min^{-1}
	posuw	f = 0,8 mm/obr.
	prędkość posuwu	v_f = 240 mm/min
Wynik:	**zwiększenie okresu trwałości z 80 do 180 min.**	

9.3.2 *Wiercenie przy użyciu KUB Duon*

Przykład zastosowania

Otwór wykonywany w pakiecie za pomocą wiertła z płytkami skrawającymi do wiercenia w pełnym materiale KUB Duon:

Stabilne, wysokowydajne wiertło do zastosowania w zakresie do 5xD, do płynnego wcinania bez wstępnego centrowania, zwłaszcza do wiercenia otworów w pakietach stalowych i żeliwnych.



Stosowane parametry:

Obrabiany przedmiot:	Pakiety zębatek (2 sztuki)	
	Średnica otworów:	24,8 mm
	Głębokość otworów:	5 x D
Materiał:	C45 (1.0503) (grupa materiałowa 3.1, rozdział „Materiały“, podrozdział 1.)	
Narzędzie:	KUB Duon	

Parametry skrawania:

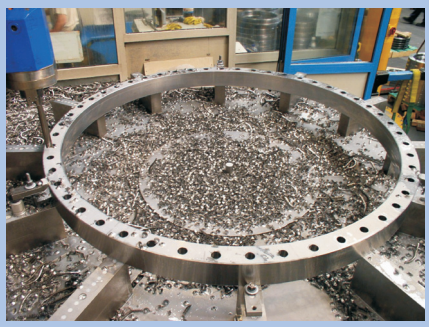
	prędkość skrawania	v_c = 136 m/min
	prędkość obrotowa	n = 1.746 min^{-1}
	posuw	f = 0,14 mm/obr.
	prędkość posuwu	v_f = 244 mm/min
Wynik:	**droga pracy narzędzia odpowiadająca jego okresowi trwałości wynosi 24 m, przy szerokości śladów zużycia VB < 0,2 mm**	

9.3.3 *Wiercenie przy użyciu KUB Centron*

Przykład zastosowania:

Wiercenie za pomocą wiertła z płytkami skrawającymi do wiercenia w pełnym materiale KUB Centron, z kiełkiem centrującym





Stosowane parametry:

Obrabiany przedmiot:	Pierścień łożyska	
	Średnica otworów:	33 mm
	Głębokość otworów:	5 x D
Materiał:	42CrMo4 (1.7225) (grupa materiałowa 4.1, rozdział „Materiały“ podrozdział 1.)	
Narzędzie:	KUB Centron	

Parametry skrawania:

	prędkość skrawania	v_c = 130 m/min
	prędkość obrotowa	n = 1.250 min^{-1}
	posuw	f = 0,1 mm/obr.
	prędkość posuwu	v_f = 125 mm/min
Wynik:	**stały proces wiercenia, z zachowaniem wymaganych wymiarów, duża niezawodność eksploatacyjna w pracy 3-zmianowej, solidny korpus**	

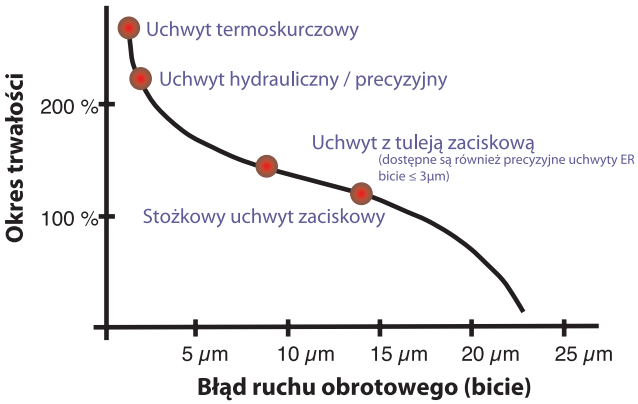
10 Czynniki wpływające na wynik wiercenia i usuwanie usterek

10.1 Czynniki wpływające na wynik wiercenia

Rzeczywista jakość wykonanego otworu jest zależna od różnych czynników.

Duży wpływ na tolerancję otworu ma **błąd ruchu obrotowego** wiertła we wrzecionie. Na *Rys. 3.18* przedstawiono zależność pomiędzy tolerancją ruchu obrotowego uchwytu a okresem trwałości wiertła.

Średni wpływ na wynik wiercenia wywiera ogólny stan obrabiarki oraz zużycie ostrza wiertła. Natomiast prędkość posuwu i materiał mają tylko nieznaczny wpływ na tolerancję wykonywanego otworu.



Rys. 3.18 Wpływ błędu ruchu obrotowego na okres trwałości wiertła

Szersze informacje na temat różnych uchwytów zaciskowych są podane w rozdziale „Mocowanie", podrozdział 2.6.

10.2 Wskazówki do usuwania usterek przy wierceniu

Oznaczenie	Usterka
1	Zużycie ścinu
2	Zużycie głównej krawędzi skrawającej
3	Zużycie sfazowania powierzchni natarcia
4	Zużycie łysinek prowadzących
5	Wykruszenie krawędzi skrawającej
6	Wykruszenie ostrza
7	Zator wiórów na powierzchni bocznej wiertła
8	Wykruszenie krawędzi skrawającej
9	Karbowanie albo podobne odgłosy
10	Zator wiórów
11	Utwardzenie obrabianego przedmiotu
12	Zmienna dokładność
13	Tworzenie zadziorów na wyjściu z otworu

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	**Sposób usunięcia**
■													Kąt przyłożenia w środku wiertła powinien być większy niż tylny kąt przyłożenia
■			■	■			■	■			■		Stosować możliwie jak najkrótszą długość niepodpartą
	■												Powiększenie kąta przyłożenia na zewnętrznych krawędziach skrawających
	■	■	■		■								Skrócenie odstępów czasów pomiędzy ostrzeniami
						■							Zwiększenie kąta wierzchołkowego
			■	■		■	■					■	Różnica pomiędzy krawędziami skrawającymi powinna wynosić maks. 0,02 mm
				■							■		Większe zaokrąglenie krawędzi
				■									Mniejszy kąt przyłożenia
						■	■		■				Rozszerzenie rowków
						■							Mniejsza średnica powierzchni bocznej
						■							Mniejszy kąt linii śrubowej
			■	■	■		■	■	■	■			Większa zbieżność odcinka roboczego i mniejsza szerokość łysinek prowadzących
												■	Mniejsze zaokrąglenie krawędzi
■	■	■		■	■	■	■	■			■	■	Mniejszy posuw
	■				■	■		■	■		■		Mniejsza prędkość skrawania
									■				Większy posuw

Tabela 3.8 Usuwanie usterek przy wierceniu

11 Wskaźniki technologiczne do wiercenia

Sposób korzystania z tabel wskaźników - przykład:

Zadanie obróbkowe:

Wykonanie otworów o średnicy D = 6 mm w materiale 100Cr6, na centrum obróbkowym o dużej wydajności.

Przygotowanie:

1. Dobór wiertła z katalogu głównego — 12 2630 (Holex)
2. Dobór grupy materiałowej (rozdział „Materiały", podrozdział 1.) — grupa mat. 8.0
3. Dobór parametrów skrawania:
   - 3.1 Dobór tabeli wskaźników technologicznych — Tabela 3.25

     Narzędzie 12 2630 → 3/5xD VHM, powlekane TiN
   - 3.2 Dobór parametrów skrawania:

***Tabela 3.25* GARANT Wiertła wysokowydajne do 3/5/6xD, z chłodzeniem wewnętrznym (w całości ze stopów twardych – TiAlN/TiN)**

Numer katalogowy 122340; 122380; **122630**; 122650
DIN 6537; 6537K
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 0,9 – 1,9			∅ 6,0 – 8,9		
						f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	100	130	150	0,06	28538	1712	0,12	5554	667
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	90	100	120	0,08	21952	1756	0,18	4273	769
2.0	Stale automatowe	< 850	100	140	180	0,08	30733	2459	0,18	5982	1077
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	90	100	110	0,08	21952	1756	0,18	4273	769
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	<700	90	95	100	0,08	20855	1668	0,18	4059	731
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	85	90	95	0,08	19757	1581	0,18	3845	692
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	80	85	90	0,06	18660	1120	0,18	3632	654
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000		–			–			–	
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200		–			–			–	
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	<750	90	95	100	0,06	20855	1251	0,16	4059	649
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000		–			–			–	
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000		–			–			–	
7.0	Stale do azotowania	< 1000		–			–			–	
7.1	Stale do azotowania	> 1000		–			–			–	
8.0	Stale narzędziowe	< 850	70	80	90	0,06	17562	1054	0,15	3418	513
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100					–			–	
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400					–			–	
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200					–			–	

Prędkość skrawania prędk. początk. v_c = **80 m/min** zakres v_c : 70 ... 90 m/min

Posuw **f = 0,15 mm/obr.**

Prędkość obrotowa w przedziale średnic **n = 3418 obr./min**

Prędkość posuwu w przedziale średnic **v_f = 513 mm/min**

Tabela 3.9 GARANT Nawiertaki do nakiełków (HSS i HSS/E)

Numery katalogowe 111000; 111005; 111050; 111100; 111200; 111250; 111300; 111350; 111450; 111500; 111520; 111540;
DIN 333; 333-A; 333-B; 333-R, norma zakładowa
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]				∅ 0,5 – 0,8			∅ 1,0 – 1,25			∅ 1,6 – 2		
							f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start		maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	30	40		50	0,02	19588	392	0,03	11368	369	0,04	7074	283
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	25	30		35	0,02	14691	294	0,03	8526	277	0,04	5305	212
2.0	Stale automatowe	< 850	25	30		35	0,02	14691	294	0,03	8526	277	0,04	5305	212
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	20	25		30	0,01	12243	147	0,02	7105	139	0,02	4421	106
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	25	30		35	0,01	14691	176	0,02	8526	166	0,02	5305	127
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	20	25		30	0,01	12243	147	0,02	7105	139	0,02	4421	106
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	20	22		25	0,01	10774	103	0,02	6253	98	0,02	3890	75
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	15	17		20	0,01	8325	67	0,01	4831	63	0,02	3006	48
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	8	10		12	0,01	4897	39	0,01	2842	37	0,02	1768	28
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	25	30		35	0,01	14691	176	0,02	8526	166	0,02	5305	127
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	15	18		20	0,01	8815	71	0,01	5116	67	0,02	3183	51
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	8	10		12	0,01	4897	39	0,01	2842	37	0,02	1768	28
7.0	Stale do azotowania	< 1000	10	13		15	0,01	6366	51	0,01	3695	48	0,02	2299	37
7.1	Stale do azotowania	> 1000	8	10		12	0,01	4897	39	0,01	2842	37	0,02	1768	28
8.0	Stale narzędziowe	< 850	10	13		15	0,01	6366	51	0,01	3695	48	0,02	2299	37
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	8	10		12	0,01	4897	39	0,01	2842	37	0,02	1768	28
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	6	8		10	0,01	3918	31	0,01	2274	30	0,02	1415	23
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	6	8		10	0,01	3918	31	0,01	2274	30	0,02	1415	23
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–				–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–				–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–				–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	8	9		10		–			–		0,02	1592	25
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	4	5		6		–			–		0,02	884	14
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	5	8		10	0,01	3918	31	0,01	2274	30	0,02	1415	23
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	10	15		20	0,01	7346	59	0,01	4263	55	0,02	2653	42
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	10	15		20	0,01	7346	59	0,01	4263	55	0,02	2653	42
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	8	12		15	0,01	5876	47	0,01	3410	44	0,02	2122	34
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	6	8		10	0,01	3918	31	0,01	2274	30	0,02	1415	23
14.0	Stopy specjalne	< 1200	3	5,5		8	0,01	2693	22	0,01	1563	20	0,02	973	16
15.0	Żeliwo (GG	< 180 HB	20	25		30	0,02	12243	245	0,03	7105	231	0,04	4421	177
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	20	25		30	0,02	12243	196	0,03	7105	185	0,03	4421	141
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	25	30		35	0,02	14691	294	0,03	8526	277	0,04	5305	212
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	18	20		22	0,02	9794	157	0,03	5684	148	0,03	3537	113
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	3	5,5		8	0,01	2693	22	0,01	1563	20	0,02	973	16
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	3	4,5		6	0,01	2204	18	0,01	1279	17	0,02	796	13
17.0	Al. dające dł. wiór; st. al. do przer. pl.; Mg	do 350	40	70		100	0,02	34280	686	0,03	19894	647	0,04	12379	495
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		30	45		60	0,02	22037	441	0,03	12789	416	0,04	7958	318
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		30	40		50	0,01	19588	235	0,02	11368	222	0,02	7074	170
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	35	50		65	0,02	24485	490	0,03	14210	462	0,04	8842	354
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	60	80		100	0,03	39177	1254	0,05	22736	1182	0,06	14147	905
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	35	45		60	0,02	22037	441	0,03	12789	416	0,04	7958	318
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	25	40		50	0,02	19588	392	0,03	11368	369	0,04	7074	283
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	25	40		50	0,02	19588	392	0,03	11368	369	0,04	7074	283
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	15	23		35	0,02	11263	225	0,03	6537	212	0,04	4067	163
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	15	23		35	**0,02**	11263	225	0,03	6537	212	0,04	4067	163
19.0	Grafit			–				–			–			–	
20.0	Termoplasty		20	30		40	**ręcznie**			**ręcznie**			ręcznie		
20.1	Duroplasty		10	15		20	**ręcznie**			**ręcznie**			ręcznie		
20.2	GFK i CFK		15	20		25	**ręcznie**			**ręcznie**			ręcznie		

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i średniej wartości początkowej prędkości skrawania.





∅ 2,5 – 3,15			∅ 4			∅ 5			∅ 6,3			∅ 8			∅ 10			Środek chłodząco--smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,05	4547	227	0,05	3183	159	0,07	2546	166	0,08	2021	158	0,10	1592	161	0,15	1273	194	emulsja
0,05	3410	171	0,05	2387	119	0,07	1910	124	0,08	1516	118	0,10	1194	121	0,15	955	145	emulsja
0,05	3410	171	0,05	2387	119	0,07	1910	124	0,08	1516	118	0,10	1194	121	0,15	955	145	emulsja
0,03	2842	85	0,03	1989	60	0,04	1592	62	0,05	1263	59	0,06	995	61	0,09	796	73	emulsja
0,03	3410	102	0,04	2387	95	0,04	1910	74	0,05	1516	71	0,06	1194	73	0,09	955	87	emulsja
0,03	2842	85	0,36	1989	716	0,04	1592	62	0,05	1263	59	0,06	995	61	0,09	796	73	emulsja
0,02	2501	60	0,02	1751	42	0,03	1401	44	0,04	1112	42	0,05	875	43	0,07	700	51	emulsja/olej
0,02	1933	39	0,02	1353	27	0,03	1082	28	0,03	859	27	0,04	676	27	0,06	541	33	emulsja/olej
0,02	1137	23	0,02	796	16	0,03	637	17	0,03	505	16	0,04	398	16	0,06	318	19	emulsja/olej
0,03	3410	102	0,03	2387	72	0,04	1910	74	0,05	1516	71	0,06	1194	73	0,09	955	87	emulsja/olej
0,02	2046	41	0,02	1432	29	0,03	1146	30	0,03	909	28	0,04	716	29	0,06	573	35	olej
0,02	1137	23	0,02	796	16	0,03	637	17	0,03	505	16	0,04	398	16	0,06	318	19	olej
0,02	1478	30	0,02	1035	21	0,03	828	22	0,03	657	20	0,04	517	21	0,06	414	25	emulsja/olej
0,02	1137	23	0,02	796	16	0,03	637	17	0,03	505	16	0,04	398	16	0,06	318	19	emulsja/olej
0,02	1478	30	0,02	1035	21	0,03	828	22	0,03	657	20	0,04	517	21	0,06	414	25	emulsja/olej
0,02	1137	23	0,02	796	16	0,03	637	17	0,03	505	16	0,04	398	16	0,06	318	19	emulsja/olej
0,02	909	18	0,02	637	13	0,03	509	13	0,03	404	13	0,04	318	13	0,06	255	15	emulsja/olej
0,02	909	18	0,02	637	13	0,03	509	13	0,03	404	13	0,04	318	13	0,06	255	15	emulsja/olej
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,02	1023	20	0,02	716	14	0,03	573	15	0,03	455	14	0,04	358	15	0,06	286	17	emulsja
0,02	568	11	0,02	398	8	0,03	318	8	0,03	253	8	0,04	199	8	0,06	159	10	emulsja
0,02	909	18	0,02	637	13	0,03	509	13	0,03	404	13	0,04	318	13	0,06	255	15	emulsja/olej
0,02	1705	34	0,03	1194	36	0,04	955	38	0,05	758	38	0,06	597	36	0,08	477	38	emulsja
0,02	1705	34	0,03	1194	36	0,04	955	38	0,05	758	38	0,06	597	36	0,08	477	38	emulsja
0,02	1364	27	0,03	955	29	0,04	764	31	0,05	606	30	0,06	477	29	0,08	382	31	emulsja
0,02	909	18	0,03	637	19	0,04	509	20	0,05	404	20	0,06	318	19	0,08	255	20	emulsja
0,02	625	13	0,02	438	9	0,03	350	9	0,03	278	9	0,04	219	9	0,06	175	11	olej
0,05	2842	142	0,05	1989	99	0,07	1592	103	0,08	1263	99	0,10	995	101	0,15	796	121	na sucho/ pow.
0,04	2842	114	0,04	1989	80	0,05	1592	83	0,06	1263	79	0,08	995	81	0,12	796	97	na sucho/ pow.
0,05	3410	171	0,05	2387	119	0,07	1910	124	0,08	1516	118	0,10	1194	121	0,15	955	145	emulsja
0,04	2274	91	0,04	1592	64	0,05	1273	66	0,06	1011	63	0,08	796	65	0,12	637	77	emulsja
0,02	625	13	0,02	438	9	0,03	350	9	0,03	278	9	0,04	219	9	0,06	175	11	olej
0,02	512	10	0,02	358	7	0,03	286	7	0,03	227	7	0,04	179	7	0,06	143	9	olej
0,05	7958	398	0,05	5570	279	0,07	4456	290	0,08	3537	276	0,10	2785	282	0,15	2228	339	emulsja
0,05	5116	256	0,05	3581	179	0,07	2865	186	0,08	2274	177	0,10	1790	182	0,15	1432	218	emulsja
0,03	4547	136	0,03	3183	95	0,04	2546	99	0,05	2021	95	0,06	1592	97	0,09	1273	116	emulsja
0,05	5684	284	0,05	3979	199	0,07	3183	207	0,08	2526	197	0,10	1989	202	0,15	1592	242	emulsja/olej
0,08	9095	728	0,08	6366	509	0,10	5093	530	0,12	4042	504	0,16	3183	516	0,24	2546	620	na sucho / emul./ol.
0,05	5116	256	0,05	3581	179	0,07	2865	186	0,08	2274	177	0,10	1790	182	0,15	1432	218	emulsja/olej
0,05	4547	227	0,05	3183	159	0,07	2546	166	0,08	2021	158	0,10	1592	161	0,15	1273	194	emulsja/olej
0,05	4547	227	0,05	3183	159	0,07	2546	166	0,08	2021	158	0,10	1592	161	0,15	1273	194	emulsja/olej
0,05	2615	131	0,05	1830	92	0,07	1464	95	0,08	1162	91	0,10	915	93	0,15	732	111	emulsja/olej
0,05	2615	131	0,05	1830	92	0,07	1464	95	0,08	1162	91	0,10	915	93	0,15	732	111	emulsja/olej
	–			–			–			–			–			–		
0,05	3410	171	0,05	2387	119	0,08	1910	153	0,10	1516	152	0,10	1194	119	0,12	955	115	woda / pow.
0,05	1705	85	0,05	1194	60	0,08	955	76	0,10	758	76	0,10	597	60	0,12	477	57	na sucho/ pow.
0,05	2274	114	0,05	1592	80	0,08	1273	102	0,10	1011	101	0,10	796	80	0,12	637	76	na sucho/ pow.

Tabela 3.10 GARANT Nawiertaki do obrabiarek NC (HSS/E)

Numery katalogowe 112000; 112120
DIN Norma zakładowa
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 3			∅ 4			∅ 5		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	30	40	50	0,05	4244	212	0,05	3183	159	0,07	2546	166
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	25	30	35	0,05	3183	159	0,05	2387	119	0,07	1910	124
2.0	Stale automatowe	< 850	25	30	35	0,05	3183	159	0,05	2387	119	0,07	1910	124
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	20	25	30	0,03	2653	80	0,03	1989	60	0,04	1592	62
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	25	30	35	0,03	3183	95	0,03	2387	72	0,04	1910	74
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	20	25	30	0,03	2653	80	0,03	1989	60	0,04	1592	62
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	20	22	25	0,02	2334	56	0,02	1751	42	0,03	1401	44
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	15	17	20	0,02	1804	36	0,02	1353	27	0,03	1082	28
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	8	10	12	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	17
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	25	30	35	0,03	3183	95	0,03	2387	72	0,04	1910	74
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	15	18	20	0,02	1910	38	0,02	1432	29	0,03	1146	30
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	8	10	12	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	17
7.0	Stale do azotowania	< 1000	10	13	15	0,02	1379	28	0,02	1035	21	0,03	828	22
7.1	Stale do azotowania	> 1000	8	10	12	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	17
8.0	Stale narzędziowe	< 850	10	13	15	0,02	1379	28	0,02	1035	21	0,03	828	22
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	8	10	12	0,02	1061	21	0,02	796	16	0,03	637	17
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	6	8	10	0,02	849	17	0,02	637	13	0,03	509	13
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	6	8	10	0,02	849	17	0,02	637	13	0,03	509	13
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	8	9	10	0,02	955	19	0,02	716	14	0,03	573	15
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	4	5	6	0,02	531	11	0,02	398	8	0,03	318	8
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	5	8	10	0,02	849	17	0,02	637	13	0,03	509	13
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	10	15	20	0,02	1592	32	0,02	1194	24	0,03	955	25
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	10	15	20	0,02	1592	32	0,02	1194	24	0,03	955	25
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	8	12	15	0,02	1273	25	0,02	955	19	0,03	764	20
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	6	8	10	0,02	849	17	0,02	637	13	0,03	509	13
14.0	Stopy specjalne	< 1200	3	5,5	8	0,02	584	12	0,02	438	9	0,03	350	9
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	20	25	30	0,05	2653	133	0,05	1989	99	0,07	1592	103
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	20	25	30	0,04	2653	106	0,04	1989	80	0,05	1592	83
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	25	30	35	0,05	3183	159	0,05	2387	119	0,07	1910	124
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	18	20	22	0,04	2122	85	0,04	1592	64	0,05	1273	66
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	3	5,5	8	0,02	584	12	0,02	438	9	0,03	350	9
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	3	4,5	6	0,02	477	10	0,02	358	7	0,03	286	7
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	40	70	100	0,05	7427	371	0,05	5570	279	0,07	4456	290
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		30	45	60	0,03	4775	143	0,03	3581	107	0,05	2865	143
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		30	40	50	0,03	4244	127	0,03	3183	95	0,05	2546	127
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	35	50	65	0,05	5305	265	0,05	3979	199	0,07	3183	207
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	60	80	100	0,05	8488	424	0,05	6366	318	0,07	5093	336
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	35	45	60	0,05	4775	239	0,05	3581	179	0,07	2865	186
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	25	40	50	0,05	4244	212	0,05	3183	159	0,07	2546	166
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	25	40	50	0,05	4244	212	0,05	3183	159	0,07	2546	166
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	15	23	35	0,03	2440	73	0,04	1830	73	0,05	1464	73
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	15	23	35	0,03	2440	73	0,04	1830	73	0,05	1464	73
19.0	Grafit			–			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą wartości początkowej prędkości skrawania.





∅ 6			∅ 8			∅ 10			∅ 12			∅ 16			∅ 20			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,08	2122	166	0,10	1592	161	0,10	1273	129	0,10	1061	108	0,10	796	81	0,10	637	65	emulsja
0,08	1592	124	0,10	1194	121	0,10	955	97	0,10	796	81	0,10	597	61	0,10	477	48	emulsja
0,08	1592	124	0,10	1194	121	0,10	955	97	0,10	796	81	0,10	597	61	0,10	477	48	emulsja
0,05	1326	62	0,06	995	61	0,06	796	48	0,06	663	40	0,06	497	30	0,06	398	24	emulsja
0,05	1592	74	0,06	1194	73	0,06	955	58	0,06	796	48	0,06	597	36	0,06	477	29	emulsja
0,05	1326	62	0,06	995	61	0,06	796	48	0,06	663	40	0,06	497	30	0,06	398	24	emulsja
0,04	1167	44	0,05	875	43	0,05	700	34	0,05	584	28	0,05	438	21	0,05	350	17	emulsja/olej
0,03	902	28	0,04	676	27	0,04	541	22	0,04	451	18	0,04	338	14	0,04	271	11	emulsja/olej
0,03	531	17	0,04	398	16	0,04	318	13	0,04	265	11	0,04	199	8	0,04	159	6	emulsja/olej
0,05	1592	74	0,06	1194	73	0,06	955	58	0,06	796	48	0,06	597	36	0,06	477	29	emulsja/olej
0,03	955	30	0,04	716	29	0,04	573	23	0,04	477	19	0,04	358	15	0,04	286	12	olej
0,03	531	17	0,04	398	16	0,04	318	13	0,04	265	11	0,04	199	8	0,04	159	6	olej
0,03	690	22	0,04	517	21	0,04	414	17	0,04	345	14	0,04	259	10	0,04	207	8	emulsja/olej
0,03	531	17	0,04	398	16	0,04	318	13	0,04	265	11	0,04	199	8	0,04	159	6	emulsja/olej
0,03	690	22	0,04	517	21	0,04	414	17	0,04	345	14	0,04	259	10	0,04	207	8	emulsja/olej
0,03	531	17	0,04	398	16	0,04	318	13	0,04	265	11	0,04	199	8	0,04	159	6	emulsja/olej
0,03	424	13	0,04	318	13	0,04	255	10	0,04	212	9	0,04	159	6	0,04	127	5	emulsja/olej
0,03	424	13	0,04	318	13	0,04	255	10	0,04	212	9	0,04	159	6	0,04	127	5	emulsja/olej
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,03	477	15	0,04	358	15	0,04	286	12	0,04	239	10	0,04	179	7	0,04	143	6	emulsja
0,03	265	8	0,04	199	8	0,04	159	6	0,04	133	5	0,04	99	4	0,04	80	3	emulsja
0,03	424	13	0,04	318	13	0,04	255	10	0,04	212	9	0,04	159	6	0,04	127	5	emulsja/olej
0,03	796	25	0,04	597	24	0,04	477	19	0,04	398	16	0,04	298	12	0,04	239	10	emulsja
0,03	796	25	0,04	597	24	0,04	477	19	0,04	398	16	0,04	298	12	0,04	239	10	emulsja
0,03	637	20	0,04	477	19	0,04	382	15	0,04	318	13	0,04	239	10	0,04	191	8	emulsja
0,03	424	13	0,04	318	13	0,04	255	10	0,04	212	9	0,04	159	6	0,04	127	5	emulsja
0,03	292	9	0,04	219	9	0,04	175	7	0,04	146	6	0,04	109	4	0,04	88	4	olej
0,08	1326	103	0,10	995	101	0,10	796	81	0,10	663	67	0,10	497	50	0,10	398	40	na sucho/pow.
0,06	1326	83	0,08	995	81	0,08	796	65	0,08	663	54	0,08	497	40	0,08	398	32	na sucho/pow.
0,08	1592	124	0,10	1194	121	0,10	955	97	0,10	796	81	0,10	597	61	0,10	477	48	emulsja
0,06	1061	66	0,08	796	65	0,08	637	52	0,08	531	43	0,08	398	32	0,08	318	26	emulsja
0,03	292	9	0,04	219	9	0,04	175	7	0,04	146	6	0,04	109	4	0,04	88	4	olej
0,03	239	7	0,04	179	7	0,04	143	6	0,04	119	5	0,04	90	4	0,04	72	3	olej
0,08	3714	290	0,10	2785	282	0,10	2228	226	0,10	1857	188	0,10	1393	141	0,10	1114	113	emulsja
0,06	2387	134	0,07	1790	125	0,07	1432	100	0,07	1194	84	0,07	895	63	0,07	716	50	emulsja
0,06	2122	119	0,07	1592	111	0,07	1273	89	0,07	1061	74	0,07	796	56	0,07	637	45	emulsja
0,08	2653	207	0,10	1989	202	0,10	1592	161	0,10	1326	134	0,10	995	101	0,10	796	81	emulsja/olej
0,08	4244	331	0,10	3183	325	0,10	2546	260	0,10	2122	216	0,10	1592	162	0,10	1273	130	na sucho/emul./olej
0,08	2387	186	0,10	1790	182	0,10	1432	145	0,10	1194	121	0,10	895	91	0,10	716	73	emulsja/olej
0,08	2122	166	0,10	1592	161	0,10	1273	129	0,10	1061	108	0,10	796	81	0,10	637	65	emulsja/olej
0,08	2122	166	0,10	1592	161	0,10	1273	129	0,10	1061	108	0,10	796	81	0,10	637	65	emulsja/olej
0,06	1220	68	0,07	915	64	0,07	732	51	0,07	610	43	0,07	458	32	0,07	366	26	emulsja/olej
0,06	1220	68	0,07	915	64	0,07	732	51	0,07	610	43	0,07	458	32	0,07	366	26	emulsja/olej
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabela 3.11 GARANT Nawiertaki do obrabiarek NC (HSS/E - TiAlN)

Numery katalogowe 112020; 112100; 112110; 112140; 112160; 112170
DIN norma zakładowa
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 3			∅ 4			∅5		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	38	50	63	0,05	5305	286	0,05	3979	215	0,07	3183	223
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	31	37	44	0,05	3926	212	0,05	2944	159	0,07	2355	165
2.0	Stale automatowe	< 850	31	37	44	0,05	3926	212	0,05	2944	159	0,07	2355	165
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	25	31	38	0,03	3289	107	0,03	2467	80	0,04	1974	83
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	31	37	44	0,03	3926	127	0,03	2944	95	0,04	2355	99
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	25	31	38	0,03	3289	107	0,03	2467	80	0,04	1974	83
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	25	27	31	0,03	2865	74	0,03	2149	56	0,03	1719	58
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	19	21	25	0,02	2228	48	0,02	1671	36	0,03	1337	38
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	10	12	15	0,02	1273	28	0,02	955	21	0,03	764	21
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	31	37	44	0,03	3926	127	0,03	2944	95	0,04	2355	99
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	19	22	25	0,02	2334	50	0,02	1751	38	0,03	1401	39
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	10	12	15	0,02	1273	28	0,02	955	21	0,03	764	21
7.0	Stale do azotowania	< 1000	13	16	19	0,02	1698	37	0,02	1273	28	0,03	1019	29
7.1	Stale do azotowania	> 1000	10	12	15	0,02	1273	28	0,02	955	21	0,03	764	21
8.0	Stale narzędziowe	< 850	13	16	19	0,02	1698	37	0,02	1273	28	0,03	1019	29
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	10	12	15	0,02	1273	28	0,02	955	21	0,03	764	21
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	7,5	10	13	0,02	1061	23	0,02	796	17	0,03	637	18
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	7,5	10	13	0,02	1061	23	0,02	796	17	0,03	637	18
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	10	11	13	0,02	1167	25	0,02	875	19	0,03	700	20
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	5	6	7,5	0,02	637	14	0,02	477	10	0,03	382	11
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	6	10	13	0,02	1061	23	0,02	796	17	0,03	637	18
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	13	19	25	0,02	2016	44	0,02	1512	33	0,03	1210	34
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	13	19	25	0,02	2016	44	0,02	1512	33	0,03	1210	34
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	10	15	19	0,02	1592	34	0,02	1194	26	0,03	955	27
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	7,5	10	13	0,02	1061	23	0,02	796	17	0,03	637	18
14.0	Stopy specjalne	< 1200	3,5	7	10	0,02	743	16	0,02	557	12	0,03	446	13
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	25	31	38	0,05	3289	178	0,05	2467	133	0,07	1974	139
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	25	31	38	0,04	3289	142	0,04	2467	107	0,06	1974	111
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	31	37	44	0,05	3926	212	0,05	2944	159	0,07	2355	165
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	23	25	28	0,04	2653	115	0,04	1989	86	0,06	1592	89
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	3,5	7	10	0,02	743	16	0,02	557	12	0,03	446	13
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	3,5	5,5	7,5	0,02	584	13	0,02	438	9	0,03	350	10
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	50	87	125	0,05	9231	498	0,05	6923	374	0,07	5539	389
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		38	56	75	0,03	5942	193	0,03	4456	144	0,05	3565	193
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		38	50	63	0,03	5305	172	0,03	3979	129	0,05	3183	172
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	44	62	81	0,05	6578	355	0,05	4934	266	0,07	3947	277
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	75	100	125	0,05	10610	573	0,05	7958	430	0,07	6366	454
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	44	56	75	0,05	5942	321	0,05	4456	241	0,07	3565	250
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	31	50	63	0,05	5305	286	0,05	3979	215	0,07	3183	223
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	31	50	63	0,05	5305	286	0,05	3979	215	0,07	3183	223
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	19	29	44	0,03	3077	100	0,04	2308	100	0,05	1846	100
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	19	29	44	0,03	3077	100	0,04	2308	100	0,05	1846	100
19.0	Grafit			–			–			–			–	
20.0	Termoplasty		20	30	40	0,05	3183	159	0,05	2387	119	0,08	1910	153
20.1	Duroplasty		10	15	20	0,05	1592	80	0,05	1194	60	0,08	955	76
20.2	GFK i CFK		15	20	25	0,05	2122	106	0,05	1592	80	0,08	1273	102

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą wartości początkowej prędkości skrawania.





∅ 6			∅ 8			∅ 10			∅ 12			∅ 16			∅ 20			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,08	2653	223	0,11	1989	218	0,11	1592	174	0,11	1326	145	0,11	995	109	0,11	796	87	emulsja
0,08	1963	165	0,11	1472	161	0,11	1178	129	0,11	981	107	0,11	736	81	0,11	589	64	emulsja
0,08	1963	165	0,11	1472	161	0,11	1178	129	0,11	981	107	0,11	736	81	0,11	589	64	emulsja
0,05	1645	83	0,07	1233	81	0,07	987	65	0,07	822	54	0,07	617	41	0,07	493	32	emulsja
0,05	1963	99	0,07	1472	97	0,07	1178	77	0,07	981	64	0,07	736	48	0,07	589	39	emulsja
0,05	1645	83	0,07	1233	81	0,07	987	65	0,07	882	54	0,07	617	41	0,07	493	32	emulsja
0,04	1432	58	0,05	1074	56	0,05	859	45	0,05	716	38	0,05	537	28	0,05	430	23	emulsja/olej
0,03	1114	38	0,04	836	37	0,04	668	29	0,04	557	24	0,04	418	18	0,04	334	15	emulsja/olej
0,03	637	21	0,04	477	21	0,04	382	17	0,04	318	14	0,04	239	10	0,04	191	8	emulsja/olej
0,05	1963	99	0,07	1472	97	0,07	1178	77	0,07	981	64	0,07	736	48	0,07	589	39	emulsja/olej
0,03	1167	39	0,04	875	38	0,04	700	31	0,04	584	26	0,04	438	19	0,04	350	15	olej
0,03	637	21	0,04	477	21	0,04	382	17	0,04	318	14	0,04	239	10	0,04	191	8	olej
0,03	849	29	0,04	637	28	0,04	509	22	0,04	424	19	0,04	318	14	0,04	255	11	emulsja/olej
0,03	637	21	0,04	477	21	0,04	382	17	0,04	318	14	0,04	239	10	0,04	191	8	emulsja/olej
0,03	849	29	0,04	637	28	0,04	509	22	0,04	424	19	0,04	318	14	0,04	255	11	emulsja/olej
0,03	637	21	0,04	477	21	0,04	382	17	0,04	318	14	0,04	239	10	0,04	191	8	emulsja/olej
0,03	531	18	0,04	398	17	0,04	318	14	0,04	265	12	0,04	199	9	0,04	159	7	emulsja/olej
0,03	531	18	0,04	398	17	0,04	318	14	0,04	265	12	0,04	199	9	0,04	159	7	emulsja/olej
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,03	584	20	0,04	438	19	0,04	350	15	0,04	292	13	0,04	219	10	0,04	175	8	emulsja
0,03	318	11	0,04	239	10	0,04	191	8	0,04	159	7	0,04	119	5	0,04	95	4	emulsja
0,03	531	18	0,04	398	17	0,04	318	14	0,04	265	12	0,04	199	9	0,04	159	7	emulsja/olej
0,03	1008	34	0,04	756	33	0,04	605	26	0,04	504	22	0,04	378	17	0,04	302	13	emulsja
0,03	1008	34	0,04	756	33	0,04	605	26	0,04	504	22	0,04	378	17	0,04	302	13	emulsja
0,03	796	27	0,04	597	26	0,04	477	21	0,04	398	17	0,04	298	13	0,04	239	10	emulsja
0,03	531	18	0,04	398	17	0,04	318	14	0,04	265	12	0,04	199	9	0,04	159	7	emulsja
0,03	371	13	0,04	279	12	0,04	223	10	0,04	146	8	0,04	139	6	0,04	111	5	olej
0,08	1645	139	0,11	1233	135	0,11	987	108	0,11	822	90	0,11	617	68	0,11	493	54	na sucho/pow.
0,07	1645	111	0,09	1233	108	0,09	987	86	0,09	822	72	0,09	617	54	0,09	493	43	na sucho/pow.
0,08	1963	165	0,11	1472	161	0,11	1178	129	0,11	981	107	0,11	736	81	0,11	589	64	emulsja
0,07	1326	89	0,09	995	87	0,09	796	70	0,09	663	58	0,09	497	44	0,09	398	35	emulsja
0,03	371	13	0,04	279	12	0,04	223	10	0,04	186	8	0,04	139	6	0,04	111	5	olej
0,03	292	10	0,04	219	10	0,04	175	8	0,04	146	6	0,04	109	5	0,04	88	4	olej
0,08	4615	389	0,11	3462	379	0,11	2769	303	0,11	2308	253	0,11	1731	190	0,11	1385	152	emulsja
0,06	2971	180	0,08	2228	168	0,04	1783	135	0,08	1485	112	0,08	1114	84	0,08	891	67	emulsja
0,06	2653	160	0,08	1989	150	0,04	1592	120	0,08	1326	100	0,08	995	75	0,08	796	60	emulsja
0,08	3289	277	0,11	2467	270	0,11	1974	216	0,11	1645	180	0,11	1233	135	0,11	987	108	emulsja/olej
0,08	5305	447	0,11	3979	438	0,11	3183	351	0,11	2653	292	0,11	1989	219	0,11	1592	175	na sucho /emul./olej
0,08	2971	250	0,11	2228	244	0,11	1783	195	0,11	1485	163	0,11	1114	122	0,11	891	98	emulsja/olej
0,08	2653	223	0,11	1989	218	0,11	1592	174	0,11	1326	145	0,11	995	109	0,11	796	87	emulsja/olej
0,08	2653	223	0,11	1989	218	0,11	1592	174	0,11	1326	145	0,11	995	109	0,11	796	87	emulsja/olej
0,06	1538	93	0,08	1154	87	0,04	923	70	0,08	769	58	0,08	577	44	0,08	462	35	emulsja/olej
0,06	1538	93	0,08	1154	87	0,04	923	70	0,08	769	58	0,08	577	44	0,08	462	35	emulsja/olej
	–			–			–			–			–			–		
0,08	1592	127	0,10	1194	115	0,12	955	115	0,14	796	115	0,16	597	95	0,20	477	95	woda/powietrze
0,08	796	64	0,10	597	57	0,12	477	57	0,14	398	57	0,16	298	48	0,20	239	48	woda/powietrze
0,08	1061	85	0,10	796	76	0,12	637	76	0,14	531	76	0,16	398	64	0,20	318	64	woda/powietrze

Tabela 3.12 GARANT Wiertła kręte (HSS i HSS/E)

Numery katalogowe 112300; 113020; 113150; 114000; 114020; 114050; 114150; 114160; 114200; 114400; 114450; 114470; 116000; 116040; 116061; 116065; 116070; 116240; 116320; 116340; 116350; 116360; 116380; 116420; 116620; 116700; 116720; 116760; 117020; 117060; 117080; 117120; 117160; 117180; 117220; 117240; 117280; 117320
DIN 1899-A; 1897; 338; 340; 1869; 345; 343; 341; 1870
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 2			∅ 5			∅ 8		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	30	40	50	0,05	6366	318	0,12	2546	306	0,20	1592	318
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	25	30	35	0,05	4775	239	0,12	1910	229	0,20	1194	239
2.0	Stale automatowe	< 850	25	30	35	0,05	4775	239	0,12	1910	229	0,20	1194	239
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	20	25	30	0,03	3979	119	0,07	1592	111	0,10	995	99
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	25	30	35	0,03	4775	143	0,07	1910	134	0,10	1194	119
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	20	25	30	0,03	3979	119	0,07	1592	111	0,10	995	99
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	20	22	25	0,02	3501	84	0,06	1401	84	0,09	875	79
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	15	17	20	0,02	2706	54	0,05	1082	54	0,08	676	54
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	8	10	12	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,08	398	32
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	25	30	35	0,03	4775	143	0,07	1910	134	0,10	1194	119
6.0	Stopowe stale do nawęglania	800 – 1000	15	18	20	0,02	2865	57	0,05	1146	57	0,08	716	57
6.1	Stopowe stale do nawęglania	1000 – 1200	8	10	12	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,08	398	32
7.0	Stale do azotowania	850 – 1000	10	13	15	0,02	2069	41	0,05	828	41	0,08	517	41
7.1	Stale do azotowania	1000 – 1200	8	10	12	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,08	398	32
8.0	Stale narzędziowe	< 850	10	13	15	0,02	2069	41	0,05	828	41	0,08	517	41
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	8	10	12	0,02	1592	32	0,05	637	32	0,08	398	32
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	6	8	10	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	318	25
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	6	8	10	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	318	25
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	8	9	10		–			–		0,08	358	29
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	4	5	6		–			–		0,06	199	12
12.0	Stale sprężynowe	<1200	5	8	10	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	318	25
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	10	15	20	0,02	2387	48	0,05	955	48	0,08	597	48
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	10	15	20	0,02	2387	48	0,05	955	48	0,08	597	48
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	8	12	15	0,02	1910	38	0,05	764	38	0,08	477	38
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	6	8	10	0,02	1273	25	0,05	509	25	0,08	318	25
14.0	Stopy specjalne	< 1200	3	5,5	8	0,02	875	18	0,05	350	18	0,08	219	18
15.0	Żeliwo (GG)	< 160 HB	20	25	30	0,05	3979	199	0,12	1592	191	0,20	995	199
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	20	25	30	0,04	3979	159	0,10	1592	159	0,16	995	159
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	25	30	35	0,05	4775	239	0,12	1910	229	0,20	1194	239
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	18	20	22	0,04	3183	127	0,10	1273	127	0,16	796	127
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	3	5,5	8	0,02	875	18	0,05	350	18	0,08	219	18
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	3	4,5	6	0,02	716	14	0,05	286	14	0,08	179	14
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	40	70	100	0,05	11141	557	0,14	4456	624	0,18	2785	501
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		30	45	60	0,05	7162	358	0,14	2865	401	0,18	1790	322
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		30	40	50	0,03	6366	191	0,08	2546	204	0,14	1592	223
18.0	Miedź niskostopowa	< 350	35	50	65	0,05	7958	398	0,14	3183	446	0,18	1989	358
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	60	80	100	0,08	12732	1019	0,18	5093	917	0,25	3183	796
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	35	45	60	0,05	7162	358	0,15	2865	430	0,40	1790	716
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	25	40	50	0,05	6366	318	0,08	2546	204	0,14	1592	223
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	25	40	50	0,05	6366	318	0,08	2546	204	0,14	1592	223
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	15	23	35	0,05	3661	183	0,08	1464	117	0,14	915	128
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	15	23	35	0,05	3661	183	0,08	1464	117	0,14	915	128
19.0	Grafit		3	5	6	ręcznie			ręcznie			ręcznie		
20.0	Termoplasty		20	30	40	0,05	4775	239	0,08	1910	153	0,14	1194	167
20.1	Duroplasty		10	15	20	0,05	2387	119	0,08	955	76	0,14	597	84
20.2	GFK i CFK		15	20	25	0,05	3183	159	0,08	1273	102	0,14	796	111

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą początkowej wartości prędkości skrawania. Wartości posuwu obowiązują jako wartości podstawowe dla wierteł według DIN 338. Dla wierteł krótkich można zwiększyć posuw o 30%. Dla wierteł długich posuw musi zostać zredukowany o 30%.





∅ 12			∅ 16			∅ 25			∅ 40			∅ 63			∅ 80			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr]	[1/min]	[mm/min]	
0,25	1061	265	0,30	796	239	0,40	509	204	0,40	318	127	0,50	202	101	0,50	159	80	emulsja
0,25	796	199	0,30	597	179	0,35	382	134	0,40	239	95	0,50	152	76	0,60	119	72	emulsja
0,25	796	199	0,30	597	179	0,35	382	134	0,40	239	95	0,50	152	76	0,60	119	72	emulsja
0,16	663	106	0,20	497	99	0,25	318	80	0,32	199	64	0,40	126	51	0,50	99	50	emulsja
0,16	796	127	0,20	597	119	0,25	382	95	0,32	239	76	0,40	152	61	0,50	119	60	emulsja
0,16	663	106	0,20	497	99	0,25	318	80	0,32	199	64	0,40	126	51	0,50	99	50	emulsja
0,14	584	82	0,18	438	79	0,22	280	62	0,30	175	53	0,36	111	40	0,44	88	39	emulsja/olej
0,12	451	54	0,14	338	47	0,18	216	39	0,23	135	31	0,27	86	23	0,32	68	22	emulsja/olej
0,12	265	32	0,14	199	28	0,18	127	23	0,23	80	18	0,27	51	14	0,32	40	13	emulsja/olej
0,16	796	127	0,20	597	119	0,25	382	95	0,32	239	76	0,40	152	61	0,50	119	60	emulsja/olej
0,12	477	57	0,14	358	50	0,18	229	41	0,23	143	33	0,27	91	25	0,32	72	23	olej
0,12	265	32	0,14	199	28	0,18	127	23	0,23	80	18	0,27	51	14	0,32	40	13	olej
0,12	345	41	0,14	259	36	0,18	166	30	0,23	103	24	0,27	66	18	0,32	52	17	emulsja/olej
0,12	265	32	0,14	199	28	0,18	127	23	0,23	80	18	0,27	51	14	0,32	40	13	emulsja/olej
0,12	345	41	0,14	259	36	0,18	166	30	0,23	103	24	0,27	66	18	0,32	52	17	emulsja/olej
0,12	265	32	0,14	199	28	0,18	127	23	0,23	80	18	0,27	51	14	0,32	40	13	emulsja/olej
0,12	212	25	0,14	159	22	0,18	102	18	0,23	64	15	0,27	40	11	0,32	32	10	emulsja/olej
0,12	212	25	0,14	159	22	0,18	102	18	0,23	64	15	0,27	40	11	0,32	32	10	emulsja/olej
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,12	239	29	0,15	179	27	0,30	115	34	0,40	72	29		–			–		emulsja
0,10	133	13	0,13	99	13	0,22	64	14	0,30	40	12		–			–		emulsja
0,12	212	25	0,14	159	22	0,18	102	18	0,23	64	15	0,27	40	11	0,32	32	10	emulsja/olej
0,12	398	48	0,14	298	42	0,18	191	34	0,24	119	29	0,27	76	20	0,32	60	19	emulsja
0,12	398	48	0,14	298	42	0,18	191	34	0,24	119	29	0,27	76	20	0,32	60	19	emulsja
0,12	318	38	0,14	239	33	0,18	153	28	0,24	95	23	0,27	61	16	0,32	48	15	emulsja
0,12	212	25	0,14	159	22	0,18	102	18	0,24	64	15	0,27	40	11	0,32	32	10	emulsja
0,12	146	18	0,14	109	15	0,18	70	13	0,24	44	11	0,27	28	8	0,32	22	7	olej
0,25	663	166	0,30	497	149	0,40	318	127	0,40	199	80	0,50	126	63	0,60	99	60	na sucho/pow.
0,20	663	133	0,25	497	124	0,32	318	102	0,32	199	64	0,40	126	51	0,50	99	50	na sucho/pow.
0,25	796	199	0,30	597	179	0,40	382	153	0,40	239	95	0,50	152	76	0,60	119	72	emulsja
0,20	531	106	0,25	398	99	0,32	255	81	0,32	159	51	0,40	101	40	0,50	80	40	emulsja
0,12	146	18	0,14	109	15	0,18	70	13	0,23	44	10	0,27	28	8	0,32	22	7	olej
0,12	119	14	0,14	90	13	0,18	57	10	0,23	36	8	0,27	23	6	0,32	18	6	olej
0,22	1857	408	0,30	1393	418	0,40	891	357	0,45	557	251	0,50	354	177	0,60	279	167	emulsja
0,22	1194	263	0,30	895	269	0,40	573	229	0,45	358	161	0,50	227	114	0,60	179	107	emulsja
0,20	1061	212	0,25	796	199	0,30	509	153	0,40	318	127	0,50	202	101	0,60	159	95	emulsja
0,22	1326	292	0,30	995	298	0,40	637	255	0,45	398	179	0,50	253	126	0,60	199	119	emulsja/olej
0,30	2122	637	0,35	1592	557	0,40	1019	407	0,50	637	318	0,60	404	243	0,70	318	223	na sucho /emul./olej
0,25	1194	298	0,35	895	313	0,40	573	229	0,50	358	179	0,60	227	136	0,70	179	125	emulsja/olej
0,20	1061	212	0,25	796	199	0,30	509	153	0,40	318	127	0,50	202	101	0,60	159	95	emulsja/olej
0,20	1061	212	0,25	796	199	0,30	509	153	0,40	318	127	0,50	202	101	0,60	159	95	emulsja/olej
0,20	610	122	0,25	458	114	0,30	293	88	0,40	183	73	0,50	116	58	0,60	92	55	emulsja/olej
0,20	610	122	0,25	458	114	0,30	293	88	0,40	183	73	0,50	116	58	0,60	92	55	emulsja/olej
ręcznie			ręcznie			ręcznie			ręcznie			ręcznie			ręcznie			na sucho/pow.
0,20	796	159	0,25	597	149	0,30	382	115	0,40	239	95	0,50	152	76	0,60	119	72	emulsja/pow.
0,20	398	80	0,25	298	75	0,30	191	57	0,40	119	48	0,50	76	38	0,60	60	36	woda/pow.
0,20	531	106	0,25	398	99	0,30	255	76	0,40	159	64	0,50	101	51	0,60	80	48	na sucho/pow.

Tabela 3.13 GARANT Wiertła kręte ze stali proszkowej (PM - TiAlN)

Numery katalogowe 113280; 114620
DIN 1897; 338
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 3			∅ 5			∅ 8		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	50	60	70	0,05	9549	516	0,13	3820	497	0,18	2387	430
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	50	60	70	0,07	9549	516	0,13	3820	497	0,18	2387	430
2.0	Stale automatowe	< 850	50	60	70	0,05	9549	516	0,13	3820	497	0,18	2387	430
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	40	50	60	0,03	7958	255	0,08	3183	242	0,11	1989	215
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	40	50	60	0,03	7958	255	0,08	3183	242	0,11	1989	215
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	40	50	60	0,03	7958	255	0,08	3183	242	0,11	1989	215
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	40	45	50	0,03	7162	186	0,06	2865	183	0,10	1790	175
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	30	35	40	0,02	5570	123	0,05	2228	120	0,09	1393	120
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	30	35	40	0,02	5570	123	0,05	2228	120	0,09	1393	120
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	50	60	70	0,03	9549	306	0,08	3820	290	0,11	2387	258
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	40	50	60	0,02	7958	175	0,05	3183	172	0,09	1989	171
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	40	45	50	0,02	7162	158	0,05	2865	155	0,09	1790	154
7.0	Stale do azotowania	< 1000	30	35	40	0,02	5570	123	0,05	2228	120	0,09	1393	120
7.1	Stale do azotowania	> 1000	30	35	40	0,02	5570	123	0,05	2228	120	0,09	1393	120
8.0	Stale narzędziowe	< 850	30	35	40	0,02	5570	123	0,05	2228	120	0,09	1393	120
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	30	35	40	0,02	5570	123	0,05	2228	120	0,09	1393	120
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	25	30	35	0,02	4775	105	0,05	1910	103	0,09	1194	103
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	25	30	35	0,02	4775	105	0,05	1910	103	0,09	1194	103
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	10	15	20	0,02	2387	53	0,05	955	52	0,09	597	51
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	10	13	15	0,02	2069	46	0,05	828	45	0,06	517	33
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	10	13	15	0,02	2069	46	0,05	828	45	0,09	517	44
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	18	23	28	0,02	3661	81	0,05	1464	79	0,09	915	79
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	15	20	25	0,02	3183	70	0,05	1273	69	0,09	796	68
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	15	20	25	0,02	3183	70	0,05	1273	69	0,09	796	68
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	12	15	20	0,02	2387	53	0,05	955	52	0,09	597	51
14.0	Stopy specjalne	< 1200	10	13	15	0,02	2069	46	0,05	828	45	0,09	517	44
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	70	80	90	0,05	12732	688	0,13	5093	662	0,22	3183	688
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	50	60	70	0,04	9549	420	0,11	3820	413	0,17	2387	411
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	70	80	90	0,05	12732	688	0,13	5093	662	0,22	3183	688
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	50	60	70	0,04	9549	420	0,11	3820	413	0,17	2387	411
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	20	25	30	0,02	3979	88	0,05	1592	86	0,09	995	86
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	9	12	15	0,02	1910	42	0,05	764	41	0,09	477	41
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	350	400	450	0,05	63662	3438	0,15	25465	3871	0,19	15915	3088
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		70	80	90	0,05	12732	688	0,15	5093	774	0,19	3183	618
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		50	60	70	0,03	9549	306	0,09	3820	328	0,15	2387	363
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	70	80	90	0,05	12732	688	0,15	5093	774	0,19	3183	618
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	75	100	125	0,09	15915	1369	0,19	6366	1235	0,27	3979	1074
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	44	56	75	0,05	8913	481	0,16	3565	578	0,22	2228	481
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	31	50	63	0,05	7958	430	0,09	3183	274	0,15	1989	302
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	31	50	63	0,05	7958	430	0,09	3183	274	0,15	1989	302
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	19	29	44	0,05	4615	249	0,09	1846	159	0,15	1154	175
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	19	29	44	0,05	4615	249	0,09	1846	159	0,15	1154	175
19.0	Grafit		3	4	6	ręcznie			ręcznie			ręcznie		
20.0	Termoplasty		20	30	40	0,05	4775	239	0,08	1910	153	0,14	1194	167
20.1	Duroplasty		10	15	20	0,05	2387	119	0,08	955	76	0,14	597	84
20.2	GFK i CFK		15	20	25	0,05	3183	159	0,08	1273	102	0,14	796	111

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.





∅ 12–13			∅ 16			∅ 25			∅ 40			∅ 63			∅ 80			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,22	1528	336	–			–			–			–			–			emulsja
0,22	1528	336	–			–			–			–			–			emulsja
0,22	1528	336	–			–			–			–			–			emulsja
0,17	1273	219	–			–			–			–			–			emulsja
0,17	1273	219	–			–			–			–			–			emulsja
0,17	1273	219	–			–			–			–			–			emulsja
0,15	1146	174	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,13	891	116	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,13	891	116	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,17	1528	263	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,13	1273	166	–			–			–			–			–			olej
0,13	1146	149	–			–			–			–			–			olej
0,13	891	116	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,13	891	116	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,13	891	116	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,13	891	116	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,13	764	99	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,13	764	99	–			–			–			–			–			emulsja/olej
	–		–			–			–			–			–			
	–		–			–			–			–			–			
	–		–			–			–			–			–			
0,13	382	50	–			–			–			–			–			emulsja
0,11	331	36	–			–			–			–			–			emulsja
0,13	331	43	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,13	586	76	–			–			–			–			–			emulsja
0,13	509	66	–			–			–			–			–			emulsja
0,13	509	66	–			–			–			–			–			emulsja
0,13	382	50	–			–			–			–			–			emulsja
0,13	331	43	–			–			–			–			–			olej
0,27	2037	550	–			–			–			–			–			na sucho/pow.
0,22	1528	330	–			–			–			–			–			na sucho/pow.
0,27	2037	550	–			–			–			–			–			emulsja
0,22	1528	330	–			–			–			–			–			emulsja
0,13	637	83	–			–			–			–			–			olej
0,13	306	40	–			–			–			–			–			olej
0,24	10186	2424	–			–			–			–			–			emulsja
0,24	2037	485	–			–			–			–			–			emulsja
0,22	1528	330	–			–			–			–			–			emulsja
0,24	2037	485	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,32	2546	825	–			–			–			–			–			na sucho /emul./olej
0,27	1426	385	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,22	1273	275	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,22	1273	275	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,22	738	160	–			–			–			–			–			emulsja/olej
0,22	738	160	–			–			–			–			–			emulsja/olej
ręcznie			–			–			–			–			–			na sucho/pow.
0,20	764	153	–			–			–			–			–			woda/pow.
0,20	382	76	–			–			–			–			–			na sucho/pow.
0,20	509	102	–			–			–			–			–			na sucho/pow.

Tabela 3.14 GARANT Wiertła kręte (HSS i HSS/E - TiAlN/TiN)

Numery katalogowe 113140; 113230; 113260; 113310; 114360; 114500; 114550; 114556; 114600; 116060; 116080; 116280; 116540; 117040; 117140; 117260
DIN 1897; 338; 340; 1869; 345; 341; 1870
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 2			∅ 5			∅ 8		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	38	50	63	0,05	7958	430	0,13	3183	414	0,22	1989	430
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	31	37	44	0,05	5889	318	0,13	2355	306	0,22	1472	318
2.0	Stale automatowe	< 850	31	37	44	0,05	5889	318	0,13	2355	306	0,22	1472	318
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	25	31	38	0,03	4934	158	0,08	1974	150	0,11	1233	133
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	31	37	44	0,03	5889	188	0,08	2355	179	0,11	1472	159
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	25	31	38	0,03	4934	158	0,08	1974	150	0,11	1233	133
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	25	27	31	0,03	4297	112	0,06	1719	110	0,10	1074	105
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	19	21	25	0,02	3342	74	0,05	1337	72	0,09	836	72
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	10	12	15	0,02	1910	42	0,05	764	41	0,09	477	41
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	31	37	44	0,03	5889	188	0,08	2355	179	0,11	1472	159
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	19	22	25	0,02	3501	77	0,05	1401	76	0,09	875	75
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	10	12	15	0,02	1910	42	0,05	764	41	0,09	477	41
7.0	Stale do azotowania	< 1000	13	16	19	0,02	2546	56	0,05	1019	55	0,09	637	55
7.1	Stale do azotowania	> 1000	10	12	15	0,02	1910	42	0,05	764	41	0,09	477	41
8.0	Stale narzędziowe	< 850	13	16	19	0,02	2546	56	0,05	1019	55	0,09	637	55
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	10	12	15	0,02	1910	42	0,05	764	41	0,09	477	41
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	7,5	10	13	0,02	1592	35	0,05	637	34	0,09	398	34
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	7,5	10	13	0,02	1592	35	0,05	637	34	0,09	398	34
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	10	11	13		–			–		0,09	438	38
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	5	6	7,5		–			–		0,06	239	15
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	6	10	13	0,02	1592	35	0,05	637	34	0,09	398	34
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	13	19	25	0,02	3024	67	0,05	1210	65	0,09	756	65
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	13	19	25	0,02	3024	67	0,05	1210	65	0,09	756	65
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	10	15	19	0,02	2387	53	0,05	955	52	0,09	597	51
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	7,5	10	13	0,02	1592	35	0,05	637	34	0,09	398	34
14.0	Stopy specjalne	< 1200	3,5	7	10	0,02	1114	25	0,05	446	24	0,09	279	24
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	25	31	38	0,05	4934	266	0,13	1974	257	0,22	1233	266
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	25	31	38	0,04	4934	217	0,11	1974	213	0,17	1233	212
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	31	37	44	0,05	5889	318	0,13	2355	306	0,22	1472	318
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	23	25	28	0,04	3979	175	0,11	1592	172	0,17	995	171
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	3,5	7	10	0,02	1114	25	0,05	446	24	0,09	279	24
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	3,5	5,5	7,5	0,02	875	19	0,05	350	19	0,09	219	19
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	50	87	125	0,05	13846	748	0,15	5539	842	0,19	3462	672
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		38	56	75	0,05	8913	481	0,15	3565	542	0,19	2228	432
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		38	50	63	0,03	7958	255	0,09	3183	274	0,15	1989	302
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	44	62	81	0,05	9868	533	0,15	3947	600	0,19	2467	479
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	75	100	125	0,09	15915	1369	0,19	6366	1235	0,27	3979	1074
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	44	56	75	0,05	8913	481	0,16	3565	578	0,22	2228	481
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	31	50	63	0,05	7958	430	0,09	3183	274	0,15	1989	302
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	31	50	63	0,05	7958	430	0,09	3183	274	0,15	1989	302
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	19	29	44	0,05	4615	249	0,09	1846	159	0,15	1154	175
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	19	29	44	0,05	4615	249	0,09	1846	159	0,15	1154	175
19.0	Grafit		3	5	6	ręcznie			ręcznie			ręcznie		
20.0	Termoplasty		20	30	40	0,05	4775	239	0,08	1910	153	0,14	1194	167
20.1	Duroplasty		10	15	20	0,05	2387	119	0,08	955	76	0,14	597	84
20.2	GFK i CFK		15	20	25	0,05	3183	159	0,08	1273	102	0,14	796	111

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą początkowej wartości prędkości skrawania.





∅ 12			∅ 16			∅ 25			∅ 40			∅ 63			∅ 80			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,27	1326	358	0,32	995	322	0,43	637	275	0,43	398	172	0,54	253	136	0,54	199	107	emulsja
0,27	981	265	0,32	736	238	0,38	471	178	0,43	294	127	0,54	187	101	0,65	147	95	emulsja
0,27	981	265	0,32	736	238	0,38	471	178	0,43	294	127	0,54	187	101	0,65	147	95	emulsja
0,17	822	141	0,22	617	133	0,27	395	107	0,35	247	85	0,43	157	68	0,54	123	67	emulsja
0,17	981	169	0,22	736	159	0,27	471	127	0,35	294	102	0,43	187	81	0,54	147	79	emulsja
0,17	822	141	0,22	617	133	0,27	395	107	0,35	247	85	0,43	157	68	0,54	123	67	emulsja
0,15	716	109	0,19	537	104	0,24	344	82	0,32	215	70	0,39	136	53	0,48	107	51	emulsja/olej
0,13	557	72	0,15	418	64	0,19	267	52	0,25	167	41	0,29	106	31	0,35	84	29	emulsja/olej
0,13	318	41	0,15	239	36	0,19	153	30	0,25	95	24	0,29	61	18	0,35	48	17	emulsja/olej
0,17	981	169	0,22	736	159	0,27	471	127	0,35	294	102	0,43	187	81	0,54	147	79	emulsja/olej
0,13	584	76	0,15	438	67	0,19	280	54	0,25	175	43	0,29	111	32	0,35	88	30	olej
0,13	318	41	0,15	239	36	0,19	153	30	0,25	95	24	0,29	61	18	0,35	48	17	olej
0,13	424	55	0,15	318	48	0,19	204	40	0,25	127	32	0,29	81	24	0,35	64	22	emulsja/olej
0,13	318	41	0,15	239	36	0,19	153	30	0,25	95	24	0,29	61	18	0,35	48	17	emulsja/olej
0,13	424	55	0,15	318	48	0,19	204	40	0,25	127	32	0,29	81	24	0,35	64	22	emulsja/olej
0,13	318	41	0,15	239	36	0,19	153	30	0,25	95	24	0,29	61	18	0,35	48	17	emulsja/olej
0,13	265	34	0,15	199	30	0,19	127	25	0,25	80	20	0,29	51	15	0,35	40	14	emulsja/olej
0,13	265	34	0,15	199	30	0,19	127	25	0,25	80	20	0,29	51	15	0,35	40	14	emulsja/olej
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,13	292	38	0,16	219	35	0,32	140	45	0,43	88	38		–			–		emulsja
0,11	159	17	0,14	119	17	0,24	76	18	0,32	48	15		–			–		emulsja
0,13	265	34	0,15	199	30	0,19	127	25	0,25	80	20	0,29	51	15	0,35	40	14	emulsja/olej
0,13	504	66	0,15	378	57	0,19	242	47	0,26	151	39	0,29	96	28	0,35	76	26	emulsja
0,13	504	66	0,15	378	57	0,19	242	47	0,26	151	39	0,29	96	28	0,35	76	26	emulsja
0,13	398	52	0,15	298	45	0,19	191	37	0,26	119	31	0,29	76	22	0,35	60	21	emulsja
0,13	265	34	0,15	199	30	0,19	127	25	0,26	80	21	0,29	51	15	0,35	40	14	emulsja
0,13	186	24	0,15	139	21	0,19	89	17	0,26	56	14	0,29	35	10	0,35	28	10	olej
0,27	822	222	0,32	617	200	0,43	395	171	0,43	247	107	0,54	157	85	0,65	123	80	na sucho/pow.
0,22	822	178	0,27	617	167	0,35	395	137	0,35	247	85	0,43	157	68	0,54	123	67	na sucho/pow.
0,27	981	265	0,32	736	238	0,43	471	204	0,43	294	127	0,54	187	101	0,65	147	95	emulsja
0,22	663	143	0,27	497	134	0,35	318	110	0,35	199	69	0,43	126	55	0,54	99	54	emulsja
0,13	186	24	0,15	139	21	0,19	89	17	0,25	56	14	0,29	35	10	0,35	28	10	olej
0,13	146	19	0,15	109	17	0,19	70	14	0,25	44	11	0,29	28	8	0,35	22	8	olej
0,24	2308	549	0,32	1731	561	0,43	1108	479	0,49	692	336	0,54	440	237	0,65	346	224	emulsja
0,24	1485	354	0,32	1114	361	0,52	713	372	0,49	446	217	0,54	283	153	0,65	223	144	emulsja
0,22	1326	286	0,27	995	269	0,32	637	206	0,43	398	172	0,54	253	136	0,65	199	129	emulsja
0,24	1645	391	0,32	1233	400	0,43	789	341	0,49	493	240	0,54	313	169	0,65	247	160	emulsja/olej
0,32	2653	859	0,38	1989	752	0,43	1273	550	0,54	796	430	0,65	505	327	0,76	398	301	na sucho /emul./olej
0,27	1485	401	0,38	1114	421	0,43	713	308	0,54	446	241	0,65	283	183	0,76	223	168	emulsja/olej
0,22	1326	286	0,27	995	269	0,32	637	206	0,43	398	172	0,54	253	136	0,65	199	129	emulsja/olej
0,22	1326	286	0,27	995	269	0,32	637	206	0,43	398	172	0,54	253	136	0,65	199	129	emulsja/olej
0,22	769	166	0,27	577	156	0,32	369	120	0,43	231	100	0,54	147	79	0,65	115	75	emulsja/olej
0,22	769	166	0,27	577	156	0,32	369	120	0,43	231	100	0,54	147	79	0,65	115	75	emulsja/olej
ręcznie			ręcznie			ręcznie			ręcznie			ręcznie			ręcznie			na sucho/pow.
0,20	796	159	0,25	597	149	0,30	382	115	0,40	239	95	0,50	152	76	0,60	119	72	woda/pow.
0,20	398	80	0,25	298	75	0,30	191	57	0,40	119	48	0,50	76	38	0,60	60	36	na sucho/pow.
0,20	531	106	0,25	398	99	0,30	255	76	0,40	159	64	0,50	101	51	0,60	80	48	na sucho/pow.

Tabela 3.15 GARANT Nawiertaki do nakiełków (w całości ze stopów twardych)

Numer katalogowy 121000
DIN 333-A
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 0,5 – 0,8			∅ 1 – 1,25			∅ 1,6 – 2		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	75	80	85	0,02	39177	784	0,03	22736	682	0,08	14147	1132
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	65	70	75	0,02	34280	686	0,03	19894	597	0,08	12379	990
2.0	Stale automatowe	< 850	75	80	85	0,02	39177	784	0,03	22736	682	0,08	14147	1132
2.1	Stale automatowe	850–1000	65	70	75	0,01	34280	343	0,02	19894	398	0,07	12379	867
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	60	65	70	0,01	31831	637	0,02	18473	554	0,08	11495	920
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	60	65	70	0,01	31831	637	0,02	18473	554	0,08	11495	920
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	60	65	70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,07	11495	805
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	60	65	70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,07	11495	805
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	60	65	70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,07	11495	805
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	70	75	80	0,02	36728	735	0,03	21315	639	0,08	13263	1061
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	65	70	75	0,01	34280	686	0,02	19894	597	0,08	12379	990
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	60	65	70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,06	11495	690
7.0	Stale do azotowania	< 1000	60	65	70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,06	11495	690
7.1	Stale do azotowania	> 1000	60	65	70	0,01	31831	318	0,02	18473	369	0,06	11495	690
8.0	Stale narzędziowe	< 850	55	60	65	0,01	29382	294	0,02	17052	341	0,06	10610	637
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	45	50	55	0,01	24485	245	0,02	14210	284	0,06	8842	531
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400		–			–			–			–	
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–			–			–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700		–			–			–			–	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		–			–			–			–	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–			–			–			–	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		–			–			–			–	
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	60	70	75	0,02	34280	686	0,04	19894	796	0,07	12379	867
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	60	70	75	0,01	34280	343	0,03	19894	597	0,06	12379	743
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	60	70	75	0,01	34280	343	0,03	19894	597	0,06	12379	743
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	60	70	75	0,01	34280	343	0,03	19894	597	0,06	12379	743
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–			–			–			–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–			–			–			–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	150	200	220	0,01	97942	979	0,01	56841	568	0,02	35368	707
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		150	180	200	0,01	88147	881	0,01	51157	512	0,02	31831	637
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		130	160	180	0,01	78353	784	0,01	45473	455	0,02	28294	566
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	80	100	130	0,01	48971	490	0,01	28421	284	0,01	17684	177
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	140	160	180	0,01	78353	784	0,01	45473	455	0,01	28294	283
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	100	120	140	0,01	58765	588	0,01	34105	341	0,01	21221	212
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	60	70	85	0,01	34280	343	0,01	19894	199	0,01	12379	124
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	60	70	85	0,01	34280	343	0,03	19894	199	0,01	12379	124
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	50	60	70	0,01	29382	294	0,01	17052	171	0,01	10610	106
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	50	60	70	0,01	29382	294	0,01	17052	171	0,01	10610	106
19.0	Grafit		50	60	70	0,01	29382	294	0,01	17052	171	0,01	10610	106
20.0	Termoplasty		30	45	55		ręcznie			ręcznie			ręcznie	
20.1	Duroplasty		30	40	50		ręcznie			ręcznie			ręcznie	
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.



∅ 2,5 – 3,15			∅ 4			∅ 5			∅ 6,3			∅ 8			∅ 10			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,10	9095	909	0,13	6366	828	0,13	5093	662	0,20	4042	808		–			–		emulsja
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531		–			–		emulsja
0,10	9095	909	0,14	6366	891	0,14	5093	713	0,20	4042	808		–			–		emulsja
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531		–			–		emulsja
0,10	7389	739	0,14	5173	724	0,14	4138	579	0,20	3284	657		–			–		emulsja
0,10	7389	739	0,14	5173	724	0,14	4138	579	0,20	3284	657		–			–		emulsja
0,08	7389	554	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493		–			–		emulsja
0,10	7389	739	0,12	5173	621	0,12	4138	497	0,18	3284	591		–			–		emulsja
0,08	7389	554	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493		–			–		emulsja
0,10	8526	853	0,14	5968	836	0,14	4775	668	0,20	3789	758		–			–		emulsja
0,10	7958	796	0,14	5570	780	0,14	4456	624	0,20	3537	707		–			–		emulsja
0,08	7389	562	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493		–			–		emulsja
0,08	7389	562	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493		–			–		emulsja
0,08	7389	554	0,10	5173	517	0,10	4138	414	0,15	3284	493		–			–		emulsja
0,08	6821	512	0,10	4775	477	0,10	3820	382	0,15	3032	455		–			–		emulsja
0,08	5684	426	0,10	3979	398	0,10	3183	318	0,15	2526	379		–			–		emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,08	7958	597	0,13	5570	696	0,13	4456	577	0,18	3537	619		–			–		na sucho/emuls.
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531		–			–		na sucho/emuls.
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531		–			–		emulsja
0,08	7958	597	0,10	5570	557	0,10	4456	446	0,15	3537	531		–			–		emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,02	22736	455	0,03	15915	477	0,03	12732	382	0,07	10105	707		–			–		emulsja
0,02	20463	409	0,03	14324	430	0,03	11459	344	0,07	9095	637		–			–		emulsja
0,02	18189	364	0,03	12732	382	0,03	10186	306	0,07	8084	566		–			–		emulsja
0,01	11368	114	0,02	7958	159	0,02	6366	127	0,06	5053	303		–			–		emulsja
0,01	18189	182	0,02	12732	255	0,02	10186	204	0,06	8084	485		–			–		emulsja
0,01	13642	136	0,02	9549	191	0,02	7639	153	0,06	6063	364		–			–		emulsja
0,01	7958	80	0,02	5570	111	0,02	4456	89	0,06	3537	212		–			–		emulsja
0,01	7958	80	0,02	5570	111	0,02	4456	89	0,06	3537	212		–			–		emulsja
0,01	6821	68	0,02	4775	95	0,02	3820	76	0,06	3032	182		–			–		emulsja
0,01	6821	68	0,02	4775	95	0,02	3820	76	0,06	3032	182		–			–		emulsja
0,01	6821	68	0,02	4775	95	0,02	3820	76	0,06	3032	182		–			–		na sucho
0,05	5116	256	0,05	3581	179	0,10	2865	286	0,14	2274	318		–			–		na sucho/pow.
0,05	4547	227	0,05	3183	159	0,10	2546	255	0,14	2021	283		–			–		na sucho/pow.
	–			–			–			–			–			–		

Tabela 3.16 GARANT Nawiertaki do obrabiarek NC (w całości ze stopów twardych)

Numer katalogowy 121020; 121070
DIN 1899, 6539, norma zakładowa
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 2– 3			∅ 4			∅ 5		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	60	80	85	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,11	5093	560
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	60	70	75	0,06	8913	535	0,08	5570	446	0,11	4456	490
2.0	Stale automatowe	< 850	60	80	85	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,11	5093	560
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	60	70	75	0,05	8913	446	0,07	5570	390	0,09	4456	401
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	55	65	70	0,06	8276	497	0,08	5173	414	0,11	4138	455
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	55	65	75	0,06	8276	497	0,08	5173	414	0,11	4138	455
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	60	70	0,05	7639	382	0,06	4775	286	0,09	3820	344
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	60	70	0,05	7639	382	0,06	4775	286	0,09	3820	344
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	45	50	60	0,05	6366	318	0,06	3979	239	0,09	3183	286
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	50	60	70	0,06	7639	458	0,07	4775	334	0,10	3820	382
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	50	60	70	0,06	7639	458	0,07	4775	334	0,10	3820	382
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50	60	70	0,05	7639	382	0,06	4775	286	0,09	3820	344
7.0	Stale do azotowania	< 1000	45	55	65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,09	3501	315
7.1	Stale do azotowania	> 1000	45	55	65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,09	3501	315
8.0	Stale narzędziowe	< 850	45	50	60	0,06	6366	382	0,07	3979	279	0,10	3183	318
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	45	50	60	0,05	6366	318	0,06	3979	239	0,09	3183	286
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	–			–			–			–		
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	–			–			–			–		
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–			–			–			–		
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–			–			–			–		
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–			–			–			–		
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	–			–			–			–		
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–			–			–			–		
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	–			–			–			–		
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	–			–			–			–		
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	–			–			–			–		
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	–			–			–			–		
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	–			–			–			–		
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–			–			–			–		
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	65	70	75	0,06	8913	535	0,08	5570	446	0,11	4456	490
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	65	70	75	0,05	8913	446	0,07	5570	390	0,10	4456	446
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	65	70	75	0,06	8913	535	0,08	5570	446	0,11	4456	490
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	65	70	75	0,05	8913	446	0,07	5570	390	0,10	4456	446
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–			–			–			–		
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–			–			–			–		
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	150	200	220	0,02	25465	509	0,03	15915	477	0,03	12732	382
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		150	180	200	0,02	22918	458	0,03	14324	430	0,03	11459	344
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		130	140	160	0,02	17825	357	0,03	11141	334	0,03	8913	267
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	130	160	180	0,01	20372	204	0,02	12732	255	0,02	10186	204
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	130	160	180	0,01	20372	204	0,02	12732	255	0,02	10186	204
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	100	120	140	0,01	15279	153	0,02	9549	191	0,02	7639	153
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	55	70	100	0,01	8913	89	0,02	5570	111	0,02	4456	89
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	55	70	90	0,01	8913	89	0,02	5570	111	0,02	4456	89
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	50	60	90	0,01	7639	76	0,02	4775	95	0,02	3820	76
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	50	60	75	0,01	7639	76	0,02	4775	95	0,02	3820	76
19.0	Grafit		50	60	75	0,01	7639	76	0,02	4775	95	0,02	3820	76
20.0	Termoplasty		–			–			–			–		
20.1	Duroplasty		–			–			–			–		
20.2	GFK i CFK		–			–			–			–		

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.





∅ 6			∅ 8			∅ 10			∅ 12			∅ 16			∅ 20			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,14	4244	594	0,16	3183	509	0,16	2546	407	0,16	2122	340	0,16	1592	255	0,16	1273	204	emulsja
0,14	3714	520	0,16	2785	446	0,16	2228	357	0,16	1857	297	0,16	1393	223	0,16	1114	178	emulsja
0,14	4244	594	0,16	3183	509	0,16	2546	407	0,16	2122	340	0,16	1592	255	0,16	1273	204	emulsja
0,12	3714	446	0,14	2785	390	0,14	2228	312	0,14	1857	260	0,14	1393	195	0,14	1114	156	emulsja
0,14	3448	483	0,16	2586	414	0,16	2069	331	0,16	1724	276	0,16	1293	207	0,16	1035	166	emulsja
0,14	3448	483	0,16	2586	414	0,16	2069	331	0,16	1724	276	0,16	1293	207	0,16	1035	166	emulsja
0,12	3183	382	0,14	2387	334	0,14	1910	267	0,14	1592	223	0,14	1194	167	0,14	955	134	emulsja
0,12	3183	382	0,14	2387	334	0,14	1910	267	0,14	1592	223	0,14	1194	167	0,14	955	134	emulsja
0,11	2653	392	0,13	1989	259	0,13	1592	207	0,13	1326	172	0,13	995	129	0,13	796	103	emulsja
0,12	3183	382	0,14	2387	334	0,14	1910	267	0,14	1592	223	0,14	1194	167	0,14	955	134	emulsja
0,12	3183	382	0,14	2387	334	0,14	1910	267	0,14	1592	223	0,14	1194	167	0,14	955	134	emulsja
0,11	3183	350	0,13	2387	310	0,13	1910	248	0,13	1592	207	0,13	1194	155	0,13	955	124	emulsja
0,12	2918	350	0,14	2188	306	0,14	1751	245	0,14	1459	204	0,14	1094	153	0,14	875	123	emulsja
0,11	2918	321	0,13	2188	284	0,13	1751	228	0,13	1459	190	0,13	1094	142	0,13	875	114	emulsja
0,12	2653	318	0,14	1989	279	0,14	1592	223	0,14	1326	186	0,14	995	139	0,14	796	111	emulsja
0,11	2653	292	0,13	1989	259	0,13	1592	207	0,13	1326	172	0,13	995	129	0,13	796	103	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,12	3714	446	0,14	2785	390	0,14	2228	312	0,14	1857	260	0,14	1393	195	0,14	1114	156	emulsja
0,11	3714	408	0,13	2785	362	0,13	2228	290	0,13	1857	241	0,13	1393	181	0,13	1114	145	emulsja
0,12	3714	446	0,14	2785	390	0,14	2228	312	0,14	1857	260	0,14	1393	195	0,14	1114	165	emulsja
0,11	3714	408	0,13	2785	362	0,13	2228	290	0,13	1857	241	0,13	1393	181	0,13	1114	145	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,07	10610	743	0,07	7958	557	0,07	6366	446	0,07	5305	371	0,07	3979	279	0,07	3183	223	emulsja
0,07	9549	668	0,07	7162	501	0,07	5730	401	0,07	4775	334	0,07	3581	251	0,07	2865	201	emulsja
0,07	7427	520	0,07	5570	390	0,07	4456	312	0,07	3714	241	0,07	2785	195	0,07	2228	156	emulsja
0,06	8488	509	0,06	6366	382	0,06	5093	306	0,06	4244	255	0,06	3183	191	0,06	2546	153	emulsja
0,06	8488	509	0,06	6366	382	0,06	5093	306	0,06	4244	255	0,06	3183	191	0,06	2546	153	emulsja
0,06	6366	382	0,06	4775	286	0,06	3820	229	0,06	3183	191	0,06	2387	143	0,06	1910	115	emulsja
0,06	3714	223	0,06	2785	167	0,06	2228	134	0,06	1857	111	0,06	1393	84	0,06	1114	67	emulsja
0,06	3714	223	0,06	2785	167	0,06	2228	134	0,06	1857	111	0,06	1393	84	0,06	1114	67	emulsja
0,06	3183	191	0,06	2387	143	0,06	1910	115	0,06	1592	95	0,06	1194	72	0,06	955	57	emulsja
0,06	3183	191	0,06	2387	143	0,06	1910	115	0,06	1592	95	0,06	1194	72	0,06	955	57	emulsja
0,06	3183	191	0,06	2387	143	0,06	1910	115	0,06	1592	95	0,06	1194	72	0,06	955	57	na sucho
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		

Tabela 3.17 GARANT Nawiertaki dla obrabiarek NC (w całości ze stopów twardych - TiAlN)

Numer katalogowy 121040; 121110
DIN Norma zakładowa
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 2– 3			∅ 4			∅ 5		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	80	90	100	0,06	11459	688	0,08	7162	573	0,11	5730	630
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	60	80	90	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,11	5093	560
2.0	Stale automatowe	< 850	60	80	90	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,11	5093	560
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	60	80	90	0,05	10186	509	0,07	6366	446	0,09	5093	458
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	60	80	90	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,11	5093	560
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	60	80	90	0,06	10186	611	0,08	6366	509	0,11	5093	560
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	70	85	0,05	8913	446	0,06	5570	334	0,09	4456	401
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	65	70	0,05	8276	414	0,06	5173	310	0,09	4138	372
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	50	65	70	0,05	8276	414	0,06	5173	310	0,09	4138	372
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	50	65	70	0,06	8276	497	0,07	5173	362	0,10	4138	414
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	50	65	70	0,06	8276	497	0,07	5173	362	0,10	4138	414
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50	65	70	0,05	8276	414	0,06	5173	310	0,09	4138	372
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50	60	70	0,05	8276	414	0,06	5173	310	0,09	4138	372
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50	60	65	0,05	7639	382	0,06	4775	286	0,09	3820	344
8.0	Stale narzędziowe	< 850	50	60	65	0,06	7639	485	0,07	4775	334	0,10	3820	382
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	45	55	65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,09	3501	315
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	45	55	65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,08	3501	280
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	45	55	65	0,05	7003	350	0,06	4377	263	0,08	3501	280
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	25	30	35	0,04	3820	153	0,04	2387	95	0,05	1910	95
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	25	30	35	0,04	3820	153	0,04	2387	95	0,05	1910	95
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	25	30	35	0,04	3820	153	0,04	2387	95	0,05	1910	95
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	20	25	30	0,04	3183	127	0,05	1989	99	0,06	1592	95
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	20	25	30	0,04	3183	127	0,05	1989	99	0,06	1592	95
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	20	25	30	0,04	3183	127	0,05	1989	99	0,06	1592	95
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	20	25	30	0,04	3183	127	0,05	1989	99	0,06	1592	95
14.0	Stopy specjalne	< 1200	20	25	30	0,04	3183	127	0,07	1989	139	0,06	1592	95
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	80	90	100	0,06	11459	688	0,08	7162	573	0,11	5730	630
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	80	90	100	0,05	11459	573	0,07	7162	501	0,10	5730	573
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	80	90	100	0,06	11459	688	0,08	7162	573	0,11	5730	630
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	80	90	100	0,05	11459	573	0,07	7162	501	0,10	5730	573
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	35	40	45	0,06	5093	306	0,08	3183	255	0,09	2546	229
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	35	40	45	0,05	5093	255	0,07	3183	223	0,08	2546	204
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	220	260	300	0,02	33104	662	0,03	20690	621	0,03	16552	497
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		200	240	260	0,02	30558	611	0,03	19099	573	0,03	15279	458
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		180	200	240	0,02	25465	509	0,03	15915	477	0,03	12732	382
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	180	200	240	0,01	25465	255	0,02	15915	318	0,02	12732	255
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	180	200	240	0,01	25465	255	0,02	15915	318	0,02	12732	255
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	150	180	200	0,01	22918	229	0,02	14324	286	0,02	11459	229
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	130	140	160	0,01	17825	178	0,02	11141	223	0,02	8913	178
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	130	140	160	0,01	17825	178	0,02	11141	223	0,02	8913	178
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	110	130	150	0,01	16552	166	0,02	10345	207	0,02	8276	166
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	110	130	150	0,01	16552	166	0,02	10345	207	0,02	8276	166
19.0	Grafit		110	130	150	0,01	16552	166	0,02	10345	207	0,02	8276	166
20.0	Termoplasty		30	60	80	0,05	7639	382	0,05	4775	239	0,06	3820	229
20.1	Duroplasty		30	55	70	0,05	7003	350	0,05	4377	219	0,06	3501	210
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.





∅ 6			∅ 8			∅ 10			∅ 12			∅ 16			∅ 20			Środek chłodząco--smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,14	4775	668	0,16	3581	573	0,16	2865	458	0,16	2387	382	0,16	1790	286	0,16	1432	229	emulsja
0,14	4244	594	0,16	3183	509	0,16	2546	407	0,16	2122	340	0,16	1592	255	0,16	1273	204	emulsja
0,14	4244	594	0,16	3183	509	0,16	2546	407	0,16	2122	340	0,16	1592	255	0,16	1273	204	emulsja
0,12	4244	509	0,14	3183	446	0,14	2546	357	0,14	2122	297	0,14	1592	223	0,14	1273	178	emulsja
0,14	4244	594	0,16	3183	509	0,16	2546	407	0,16	2122	340	0,16	1592	255	0,16	1273	204	emulsja
0,14	4244	594	0,16	3183	509	0,16	2546	407	0,16	2122	340	0,16	1592	255	0,16	1273	204	emulsja
0,12	3714	446	0,14	2785	390	0,14	2228	312	0,14	1857	260	0,14	1393	195	0,14	1114	156	emulsja
0,12	3448	414	0,14	2586	362	0,14	2069	290	0,14	1724	241	0,14	1293	181	0,14	1035	145	emulsja
0,11	3448	379	0,13	2586	336	0,13	2069	269	0,13	1724	224	0,13	1293	168	0,13	1035	134	emulsja
0,12	3448	414	0,14	2586	362	0,14	2069	290	0,14	1724	241	0,14	1293	181	0,14	1035	145	emulsja
0,12	3448	414	0,14	2586	362	0,14	2069	290	0,14	1724	241	0,14	1293	181	0,14	1035	145	emulsja
0,11	3448	379	0,13	2586	336	0,13	2069	269	0,13	1724	224	0,13	1293	168	0,13	1035	134	emulsja
0,12	3448	414	0,14	2586	362	0,14	1910	290	0,14	1724	241	0,14	1293	181	0,14	1035	145	emulsja
0,11	3183	350	0,13	2387	310	0,13	1910	248	0,13	1592	207	0,13	1194	155	0,13	955	124	emulsja
0,12	3183	382	0,14	2387	334	0,14	1910	267	0,14	1592	223	0,14	1194	167	0,14	955	134	emulsja
0,11	2918	321	0,13	2188	284	0,13	1751	228	0,13	1459	190	0,13	1094	142	0,13	875	114	emulsja
0,10	2918	292	0,12	2188	263	0,12	1751	210	0,12	1459	175	0,12	1094	131	0,12	875	105	emulsja
0,10	2918	292	0,12	2188	263	0,12	1751	210	0,12	1459	175	0,12	1094	131	0,12	875	105	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,05	1592	80	0,08	1194	95	0,08	955	76	0,08	796	64	0,08	597	48	0,08	477	38	emulsja
0,05	1592	80	0,08	1194	95	0,08	955	76	0,08	796	64	0,08	597	48	0,08	477	38	emulsja
0,05	1592	80	0,08	1194	95	0,08	955	76	0,08	796	64	0,08	597	48	0,08	477	38	emulsja
0,06	1326	80	0,10	995	99	0,10	796	80	0,10	663	66	0,10	497	50	0,10	398	40	emulsja
0,06	1326	80	0,10	995	99	0,10	796	80	0,10	663	66	0,10	497	50	0,10	398	40	emulsja
0,06	1326	80	0,09	995	90	0,09	796	72	0,09	663	60	0,09	497	45	0,09	398	36	emulsja
0,06	1326	80	0,09	995	90	0,09	796	72	0,09	663	60	0,09	497	45	0,09	398	36	emulsja
0,06	1326	80	0,09	995	90	0,09	796	72	0,09	663	60	0,09	497	45	0,09	398	36	emulsja
0,12	4775	573	0,14	3581	501	0,14	2865	401	0,14	2387	334	0,14	1790	251	0,14	1432	201	na sucho/emuls.
0,11	4775	525	0,13	3581	466	0,13	2865	372	0,13	2387	310	0,13	1790	233	0,13	1432	186	na sucho/emuls.
0,12	4775	573	0,14	3581	501	0,14	2865	401	0,14	2387	334	0,14	1790	251	0,14	1432	201	emulsja
0,11	4775	525	0,13	3581	466	0,13	2865	372	0,13	2387	310	0,13	1790	233	0,13	1432	186	emulsja
0,09	2122	191	0,11	1592	175	0,11	1273	140	0,11	1061	117	0,11	796	88	0,11	637	70	emulsja
0,08	2122	170	0,10	1592	159	0,10	1273	127	0,10	1061	106	0,10	796	80	0,10	637	64	emulsja
0,07	13793	966	0,07	10345	724	0,07	8276	579	0,07	6897	483	0,07	5173	362	0,07	4138	290	emulsja
0,07	12732	891	0,07	9549	668	0,07	7639	535	0,07	6366	446	0,07	4775	334	0,07	3820	267	emulsja
0,07	10610	743	0,07	7958	557	0,07	6366	446	0,07	5305	371	0,07	3979	279	0,07	3183	223	emulsja
0,06	10610	637	0,06	7958	477	0,06	6366	382	0,06	5305	318	0,06	3979	239	0,06	3183	191	emulsja
0,06	10610	637	0,06	7958	477	0,06	6366	382	0,06	5305	318	0,06	3979	239	0,06	3183	191	emulsja
0,06	9549	573	0,06	7162	430	0,06	5730	344	0,06	4775	286	0,06	3581	215	0,06	2865	172	emulsja
0,06	7427	446	0,06	5570	334	0,06	4456	267	0,06	3714	223	0,06	2785	167	0,06	2228	134	emulsja
0,06	7427	446	0,06	5570	334	0,06	4456	267	0,06	3714	223	0,06	2785	167	0,06	2228	134	emulsja
0,06	6897	414	0,06	5173	310	0,06	4138	248	0,06	3448	207	0,06	2586	155	0,06	2069	124	emulsja
0,06	6897	414	0,06	5173	310	0,06	4138	248	0,06	3448	207	0,06	2586	155	0,06	2069	124	emulsja
0,06	6897	414	0,06	5173	310	0,06	4138	248	0,06	3448	207	0,06	2586	155	0,06	2069	124	na sucho
0,08	3183	255	0,10	2387	239	0,12	1910	229	0,12	1592	223	0,16	1194	191	0,20	955	191	na sucho/pow.
0,08	2918	233	0,10	2188	219	0,12	1751	210	0,12	1459	204	0,16	1094	175	0,20	875	175	na sucho/pow
	–			–			–			–			–			–		

Tabela 3.18 GARANT Wiertła miniaturowe / wiertła spiralne krótkie (w całości ze stopów twardych)

Numer katalogowy 121200; 121220; 122100
DIN 1899, 6539, norma zakładowa
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 0,1 – 0,9			∅ 1,0 – 1,9			∅ 2,0 – 2,9		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	60	70	75	0,02	44563	713	0,04	15367	615	0,06	9095	546
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	60	70	75	0,02	44563	713	0,04	15367	615	0,06	9095	546
2.0	Stale automatowe	< 850	60	70	75	0,02	44563	713	0,04	15367	615	0,06	9095	546
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	55	60	65	0,02	38197	611	0,04	13171	527	0,06	7795	468
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	60	70	75	0,02	44563	713	0,04	15367	615	0,06	9095	546
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	60	70	75	0,02	44563	713	0,04	15367	615	0,06	9095	546
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	60	65	0,01	38197	458	0,03	13171	448	0,05	7795	390
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	60	65	0,01	38197	458	0,03	13171	448	0,05	7795	390
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	50	55	60	0,01	35014	420	0,03	12074	411	0,05	7146	357
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	60	70	75	0,01	44563	535	0,03	15367	522	0,05	9095	455
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	55	60	65	0,01	38197	458	0,03	13171	448	0,05	7795	390
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50	55	60	0,01	35014	420	0,03	12074	411	0,05	7146	357
7.0	Stale do azotowania	< 1000	55	60	65	0,01	38197	382	0,03	13171	395	0,05	7795	359
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50	55	60	0,01	35014	350	0,03	12074	362	0,05	7146	329
8.0	Stale narzędziowe	< 850	55	60	65	0,01	38197	382	0,03	13171	395	0,05	7795	359
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	50	55	60	0,01	35014	350	0,03	12074	362	0,05	7146	329
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	30	35	40	0,01	22282	223	0,03	7683	231	0,05	4547	209
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	30	35	40	0,01	22282	223	0,03	7683	231	0,05	4547	209
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	20	30	35	0,01	19099	191	0,03	6586	198	0,05	3898	179
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	15	20	25	0,01	12732	127	0,03	4390	132	0,05	2598	120
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	20	30	35	0,01	19099	191	0,03	6586	198	0,05	3898	179
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	30	35	40	0,01	22282	267	0,03	7683	261	0,05	4547	227
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	30	35	40	0,01	22282	267	0,03	7683	261	0,05	4547	227
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	25	30	35	0,01	19099	229	0,03	6586	224	0,05	3898	195
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	25	30	35	0,01	19099	229	0,03	6586	224	0,05	3898	195
14.0	Stopy specjalne	< 1200	15	20	25	0,01	12732	127	0,03	4390	132	0,05	2598	120
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	70	90	100	0,01	57296	802	0,03	19757	632	0,05	11693	631
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	70	90	100	0,01	57296	802	0,03	19757	632	0,05	11693	631
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	65	70	75	0,01	44563	535	0,03	15367	522	0,05	9095	455
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	65	70	75	0,01	44563	535	0,03	15367	522	0,05	9095	455
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	20	30	35	0,01	19099	191	0,03	6586	198	0,05	3898	179
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	15	20	25	0,01	12732	127	0,03	4390	132	0,05	2598	120
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	150	200	220	0,02	127324	2037	0,04	43905	1756	0,06	25984	1559
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		100	140	180	0,02	89127	1426	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		100	140	180	0,02	89127	1426	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	100	140	180	0,02	89127	1426	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	100	140	180	0,02	89127	1426	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	100	140	180	0,02	89127	1426	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	100	140	180	0,02	89127	1426	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 - 850	100	140	180	0,02	89127	1426	0,04	30733	1229	0,06	17825	1091
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	90	110	140	0,01	70028	980	0,03	24148	773	0,05	14291	772
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	90	110	140	0,01	70028	980	0,03	24148	773	0,05	14291	772
19.0	Grafit		70	90	100	0,01	57296	802	0,03	19757	632	0,05	11693	631
20.0	Termoplasty		30	55	65	0,01	35014	350	0,02	12074	241	0,05	7146	357
20.1	Duroplasty		30	50	60	0,01	31831	318	0,02	10976	220	0,05	6496	325
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.





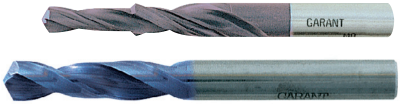
∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Środek chłodząco--smarujący
f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367		–			–		emulsja
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367		–			–		emulsja
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367		–			–		emulsja
0,10	4292	429	0,14	2564	359	0,17	1828	311	0,23	1369	315		–			–		emulsja
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367		–			–		emulsja
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367		–			–		emulsja
0,09	4292	386	0,12	2564	308	0,15	1828	274	0,20	1369	274		–			–		emulsja
0,09	4292	386	0,12	2564	308	0,15	1828	274	0,20	1369	274		–			–		emulsja
0,09	3934	354	0,12	2350	282	0,15	1675	251	0,20	1255	251		–			–		emulsja
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319		–			–		emulsja
0,09	4292	386	0,12	2564	308	0,15	1828	274	0,20	1369	274		–			–		emulsja
0,09	3934	354	0,12	2350	282	0,15	1675	251	0,20	1255	251		–			–		emulsja
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,18	1369	246		–			–		emulsja
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,18	1255	226		–			–		emulsja
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,18	1369	246		–			–		emulsja
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,18	1255	226		–			–		emulsja
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		emulsja
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,18	685	123		–			–		emulsja
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	456	82		–			–		emulsja
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,18	685	123		–			–		emulsja
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160		–			–		emulsja
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160		–			–		emulsja
0,09	2146	193	0,12	1282	154	0,15	914	137	0,20	685	137		–			–		emulsja
0,09	2146	193	0,12	1282	154	0,15	914	137	0,20	685	137		–			–		emulsja
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	456	82		–			–		emulsja
0,09	6438	605	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2054	431		–			–		na sucho/emuls.
0,09	6438	605	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2054	431		–			–		na sucho/emuls.
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319		–			–		emulsja
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319		–			–		emulsja
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,18	685	123		–			–		emulsja
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	456	82		–			–		emulsja
0,10	14306	1431	0,14	8545	1196	0,17	6092	1036	0,23	4564	1050		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527		–			–		emulsja
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527		–			–		emulsja
0,09	6438	605	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2054	431		–			–		na sucho
0,05	3934	197	0,10	2350	235	0,12	1675	201	0,14	1255	176		–			–		na sucho/pow.
0,05	3577	179	0,10	2136	214	0,12	1523	183	0,14	1141	160		–			–		na sucho/pow.
	–			–			–			–			–			–		

Tabela 3.19 GARANT Wiertła kręte krótkie (w całości ze stopów twardych - TiAlN albo TiN)

Numer katalogowy 122150; 122160; 125050; 125100; 125120; 125200
DIN 6539
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 0,1 – 0,9			∅ 1,0 – 1,9			∅ 2,0 – 2,9		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	80	90	100	0,02	57296	917	0,04	19757	790	0,06	11693	702
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	80	90	100	0,02	57296	917	0,04	19757	790	0,06	11693	702
2.0	Stale automatowe	< 850	80	90	100	0,02	57296	917	0,04	19757	790	0,06	11693	702
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	70	80	85	0,02	50930	815	0,04	17562	702	0,06	10394	624
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	80	90	100	0,02	57296	917	0,04	19757	790	0,06	11693	702
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	80	90	100	0,02	57296	917	0,04	19757	790	0,06	11693	702
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	70	80	85	0,01	50930	611	0,03	17562	597	0,05	10394	520
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	70	80	85	0,01	50930	611	0,03	17562	597	0,05	10394	520
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	65	70	80	0,01	44563	535	0,03	15367	522	0,05	9095	455
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	80	90	100	0,01	57296	688	0,03	19757	672	0,05	11693	585
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	70	80	85	0,01	50930	611	0,03	17562	597	0,05	10394	520
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	65	70	80	0,01	44563	535	0,03	15367	522	0,05	9095	455
7.0	Stale do azotowania	< 1000	70	80	85	0,01	50930	509	0,03	17562	527	0,05	10394	478
7.1	Stale do azotowania	> 1000	65	70	80	0,01	44563	446	0,03	15367	461	0,05	9095	418
8.0	Stale narzędziowe	< 850	70	80	85	0,01	50930	509	0,03	17562	527	0,05	10394	478
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	65	70	80	0,01	44563	446	0,03	15367	461	0,05	9095	418
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	40	45	50	0,01	28648	286	0,03	9879	296	0,05	5847	269
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	40	45	50	0,01	28648	286	0,03	9879	296	0,05	5847	269
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	25	35	45	0,01	22282	223	0,03	7683	231	0,05	4547	209
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	20	25	35	0,01	15915	159	0,03	5488	165	0,05	3248	149
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	25	35	45	0,01	22282	223	0,03	7683	231	0,05	4547	209
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	30	40	45	0,01	25465	306	0,03	8781	299	0,05	5197	260
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	30	40	45	0,01	25465	306	0,03	8781	299	0,05	5197	260
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–			–			–			–	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	25	30	35	0,01	19099	229	0,03	6586	224	0,05	3898	195
14.0	Stopy specjalne	< 1200	20	25	35	0,01	15915	159	0,03	5488	165	0,05	3248	149
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	90	110	130	0,01	70028	980	0,03	24148	773	0,05	14291	772
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	90	110	130	0,01	70028	980	0,03	24148	773	0,05	14291	772
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	85	90	100	0,01	57296	688	0,03	19757	672	0,05	11639	585
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	85	90	100	0,01	57296	688	0,03	19757	672	0,05	11639	585
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	25	35	45	0,01	22282	223	0,03	7863	231	0,05	4547	209
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	20	25	35	0,01	15915	159	0,03	5488	165	0,05	3248	149
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	200	260	300	0,02	165521	2648	0,04	57076	2283	0,06	33780	2027
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		130	180	230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		130	180	230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	130	180	230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	130	180	230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	130	180	230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	130	180	230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	130	180	230	0,02	114592	1833	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	120	140	180	0,01	89127	1248	0,03	30733	983	0,05	18189	982
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	120	140	180	0,01	89127	1248	0,03	30733	983	0,05	18189	982
20.0	Grafit		90	110	130	0,01	70028	980	0,03	24148	773	0,05	14291	772
20.0	Termoplasty		30	50	60	0,05	31831	1592	0,08	10976	878	0,10	6496	650
20.1	Duroplasty		30	50	60	0,05	31831	1592	0,08	10976	878	0,10	6496	650
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.



∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Środek chłodząco- -smarujący
f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		emulsja
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		emulsja
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		emulsja
0,10	5722	572	0,14	3418	479	0,17	2437	414	0,23	1825	420		–			–		emulsja
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		emulsja
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		emulsja
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365		–			–		emulsja
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365		–			–		emulsja
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319		–			–		emulsja
0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411		–			–		emulsja
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365		–			–		emulsja
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319		–			–		emulsja
0,08	5722	458	0,11	3418	376	0,14	2437	341	0,18	1825	329		–			–		emulsja
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,18	1597	288		–			–		emulsja
0,08	5722	458	0,11	3418	376	0,14	2437	341	0,18	1825	329		–			–		emulsja
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,18	1597	288		–			–		emulsja
0,08	3219	258	0,11	1923	211	0,14	1371	192	0,18	1027	185		–			–		emulsja
0,08	3219	258	0,11	1923	211	0,14	1371	192	0,18	1027	185		–			–		emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		emulsja
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103		–			–		emulsja
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		emulsja
0,09	2861	258	0,12	1709	205	0,15	1218	183	0,20	913	183		–			–		emulsja
0,09	2861	258	0,12	1709	205	0,15	1218	183	0,20	913	183		–			–		emulsja
	–			–			–			–								
0,09	2146	193	0,12	1282	154	0,15	914	137	0,20	685	137		–			–		emulsja
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103		–			–		emulsja
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527		–			–		na sucho/emuls.
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527		–			–		na sucho/emuls.
0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411		–			–		emulsja
0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411		–			–		emulsja
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		emulsja
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103		–			–		emulsja
0,10	18598	1860	0,14	11109	1555	0,17	7920	1346	0,23	5933	1365		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,09	10014	941	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,21	3195	671		–			–		emulsja
0,09	10014	941	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,21	3195	671		–			–		emulsja
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527		–			–		na sucho
0,10	3577	358	0,12	2136	256	0,14	1523	213	0,20	1141	228		–			–		na sucho/pow.
0,10	3577	358	0,12	2136	256	0,14	1523	213	0,20	1141	228		–			–		na sucho/pow.
	–			–			–			–			–			–		

Tabela 3.20 GARANT Wiertła kręte krótkie (z płytkami ze stopów twardych)

Numer katalogowy 122200; 124500
DIN 8037; 8041
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 0,01 – 0,9			∅ 1,0 – 1,9			∅ 2,0 – 2,9		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	60	70	75	–			–			–		
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	60	70	75	–			–			–		
2.0	Stale automatowe	< 850	60	70	75	–			–			–		
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	55	60	65	–			–			–		
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	60	70	75	–			–			–		
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	60	70	75	–			–			–		
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	60	65	–			–			–		
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	60	65	–			–			–		
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	50	55	60	–			–			–		
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	60	70	75	–			–			–		
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	55	60	65	–			–			–		
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50	55	60	–			–			–		
7.0	Stale do azotowania	< 1000	55	60	65	–			–			–		
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50	55	60	–			–			–		
8.0	Stale narzędziowe	< 850	55	60	65	–			–			–		
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	50	55	60	–			–			–		
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	30	35	40	–			–			–		
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	30	35	40	–			–			–		
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	15	20	25	–			–			–		
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–		–			–			–		
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–		–			–			–		
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	20	30	35	–			–			–		
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	15	20	25	–			–			–		
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	20	30	35	–			–			–		
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700		–		–			–			–		
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		–		–			–			–		
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–		–			–			–		
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		–		–			–			–		
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–		–			–			–		
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	70	90	100	–			–			–		
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	70	90	100	–			–			–		
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	65	70	75	–			–			–		
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	65	70	75	–			–			–		
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–		–			–			–		
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–		–			–			–		
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	150	200	220	–			–			–		
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		100	140	180	–			–			–		
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		100	140	180	–			–			–		
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	100	140	180	–			–			–		
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	100	140	180	–			–			–		
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	100	140	180	–			–			–		
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	100	140	180	–			–			–		
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	100	140	180	–			–			–		
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	90	110	140	–			–			–		
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	90	110	140	–			–			–		
19.0	Grafit		70	90	100	–			–			–		
20.0	Termoplasty			–		–			–			–		
20.1	Duroplasty			–		–			–			–		
20.2	GFK i CFK			–		–			–			–		

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.





∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Środek chłodząco--smarujący
f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	emulsja
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	emulsja
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	emulsja
0,09	4292	386	0,13	2564	333	0,16	1828	292	0,22	1369	301	0,25	1094	274	0,28	979	274	emulsja
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	emulsja
0,09	5007	451	0,13	2991	389	0,16	2132	341	0,22	1597	351	0,25	1277	319	0,28	1143	320	emulsja
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,19	1369	260	0,20	1094	219	0,24	979	235	emulsja
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,19	1369	260	0,20	1094	219	0,24	979	235	emulsja
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,19	1255	238	0,20	1003	201	0,24	898	215	emulsja
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,19	1597	303	0,20	1277	255	0,24	1143	274	emulsja
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,19	1369	260	0,20	1094	219	0,24	979	235	emulsja
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,19	1255	238	0,20	1003	201	0,24	898	215	emulsja
0,07	4292	300	0,10	2564	256	0,13	1828	238	0,17	1369	233	0,19	1094	208	0,20	979	196	emulsja
0,07	3934	275	0,10	2350	235	0,13	1675	218	0,17	1255	213	0,19	1003	191	0,20	898	180	emulsja
0,07	4292	300	0,10	2564	256	0,13	1828	238	0,17	1369	233	0,19	1094	208	0,20	979	196	emulsja
0,07	3934	275	0,10	2350	235	0,13	1675	218	0,17	1255	213	0,19	1003	191	0,20	898	180	emulsja
0,07	2504	175	0,10	1495	150	0,13	1066	139	0,17	799	136	0,19	638	121	0,20	571	114	emulsja
0,07	2504	175	0,10	1495	150	0,13	1066	139	0,17	799	136	0,19	638	121	0,20	571	114	emulsja
0,05	1431	72	0,07	855	60	0,10	609	61	0,14	456	64	0,16	365	58	0,18	326	59	na sucho
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,07	2146	150	0,10	1282	128	0,13	914	119	0,17	685	116	0,19	547	104	0,20	490	98	emulsja
0,07	1431	100	0,10	855	85	0,13	609	79	0,17	456	78	0,19	365	69	0,20	326	65	emulsja
0,07	2146	150	0,10	1282	128	0,13	914	119	0,17	685	116	0,19	547	104	0,20	490	98	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,08	6438	515	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	0,23	1642	378	0,26	1469	382	na sucho/emuls.
0,08	6438	515	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	0,24	1637	393	0,28	1469	411	na sucho/emuls.
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,19	1597	303	0,21	1277	268	0,24	1143	274	emulsja
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,19	1597	303	0,21	1273	267	0,24	1143	274	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,09	14306	1288	0,13	8545	1111	0,16	6092	975	0,22	4564	1004	0,26	3648	949	0,28	3265	914	emulsja
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	emulsja
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	emulsja
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	emulsja
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	emulsja
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	emulsja
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	emulsja
0,09	10014	901	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,22	3195	703	0,26	2554	664	0,28	2285	640	emulsja
0,08	7868	629	0,12	4700	564	0,15	3351	503	0,20	2510	502	0,24	1637	393	0,26	1469	382	emulsja
0,08	7868	629	0,12	4700	564	0,15	3351	503	0,20	2510	502	0,24	1637	393	0,26	1469	382	emulsja
0,08	6438	515	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411	0,24	1642	394	0,26	1469	382	na sucho
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		

Tabela 3.21 GARANT Wiertła kręte długie (w całości ze stopów twardych)

Numer katalogowy 122250
DIN 338
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 1,0 – 1,9			∅ 2,0 – 2,9		
						f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	60	70	75	0,04	15367	615	0,06	9095	546
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	60	70	75	0,04	15367	615	0,06	9095	546
2.0	Stale automatowe	< 850	60	70	75	0,04	15367	615	0,06	9095	546
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	55	60	65	0,04	13171	527	0,06	7795	468
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	60	70	75	0,04	15367	615	0,06	9095	546
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	60	70	75	0,04	15367	615	0,06	9095	546
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	60	65	0,03	13171	448	0,05	7795	390
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	60	65	0,03	13171	448	0,05	7795	390
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	50	55	60	0,03	12074	411	0,05	7146	357
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	60	70	75	0,03	15367	522	0,05	9095	455
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	55	60	65	0,03	13171	448	0,05	7795	390
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50	55	60	0,03	12074	411	0,05	7146	357
7.0	Stale do azotowania	< 1000	55	60	65	0,03	13171	395	0,05	7795	359
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50	55	60	0,03	12074	362	0,05	7146	329
8.0	Stale narzędziowe	< 850	55	60	65	0,03	13171	395	0,05	7795	359
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	50	55	60	0,03	12074	362	0,05	7146	329
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	30	35	40	0,03	7683	231	0,05	4547	209
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	30	35	40	0,03	7683	231	0,05	4547	209
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	20	30	35	0,03	6586	198	0,05	3898	179
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	15	20	25	0,03	4390	132	0,05	2598	120
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	20	30	35	0,03	6586	198	0,05	3898	179
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	30	35	40	0,03	7683	261	0,05	4547	227
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	30	35	40	0,03	7683	261	0,05	4547	227
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	25	30	35	0,03	6586	224	0,05	3898	195
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	25	30	35	0,03	6586	224	0,05	3898	195
14.0	Stopy specjalne	< 1200	15	20	25	0,03	4390	132	0,05	2598	120
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	70	90	100	0,03	19757	632	0,05	11693	631
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	70	90	100	0,03	19757	632	0,05	11693	631
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	65	70	75	0,03	15367	522	0,05	9095	455
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	65	70	75	0,03	15367	522	0,05	9095	455
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	20	30	35	0,03	6586	198	0,05	3898	179
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	15	20	25	0,03	4390	132	0,05	2598	120
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	150	200	220	0,04	43905	1756	0,06	25984	1559
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		100	140	180	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		100	140	180	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	100	140	180	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	100	140	180	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	100	140	180	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	100	140	180	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	100	140	180	0,04	30733	1229	0,06	18189	1091
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	90	110	140	0,03	24148	773	0,05	14291	772
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	90	110	140	0,03	24148	773	0,05	14291	772
19.0	Grafit		70	90	100	0,03	19757	632	0,05	11693	631
20.0	Termoplasty			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.

Garant®



∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Środek chłodząco--smarujący
f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367		–			–		emulsja
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367		–			–		emulsja
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367		–			–		emulsja
0,10	4292	429	0,14	2564	359	0,17	1828	311	0,23	1369	315		–			–		emulsja
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367		–			–		emulsja
0,10	5007	501	0,14	2991	419	0,17	2132	362	0,23	1597	367		–			–		emulsja
0,09	4292	386	0,12	2564	308	0,15	1828	274	0,20	1369	274		–			–		emulsja
0,09	4292	386	0,12	2564	308	0,15	1828	274	0,20	1369	274		–			–		emulsja
0,09	3934	354	0,12	2350	282	0,15	1675	251	0,20	1255	251		–			–		emulsja
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319		–			–		emulsja
0,09	4292	386	0,12	2564	308	0,15	1828	274	0,20	1369	274		–			–		emulsja
0,09	3934	354	0,12	2350	282	0,15	1675	251	0,20	1255	251		–			–		emulsja
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,18	1369	246		–			–		emulsja
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,18	1255	226		–			–		emulsja
0,08	4292	343	0,11	2564	282	0,14	1828	256	0,18	1369	246		–			–		emulsja
0,08	3934	315	0,11	2350	258	0,14	1675	235	0,18	1255	226		–			–		emulsja
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		emulsja
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,18	685	123		–			–		emulsja
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	456	82		–			–		emulsja
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,18	685	123		–			–		emulsja
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160		–			–		emulsja
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160		–			–		emulsja
0,09	2146	193	0,12	1282	154	0,15	914	137	0,20	685	137		–			–		emulsja
0,09	2146	193	0,12	1282	154	0,15	914	137	0,20	685	137		–			–		emulsja
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	456	82		–			–		emulsja
0,09	6438	605	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2054	431		–			–		na sucho/emuls.
0,09	6438	605	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2054	431		–			–		na sucho/emuls.
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319		–			–		emulsja
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319		–			–		emulsja
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,18	685	123		–			–		emulsja
0,08	1431	114	0,11	855	94	0,14	609	85	0,18	456	82		–			–		emulsja
0,10	14306	1431	0,14	8545	1196	0,17	6092	1036	0,23	4564	1050		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,10	10014	1001	0,14	5982	837	0,17	4264	725	0,23	3195	735		–			–		emulsja
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527		–			–		emulsja
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527		–			–		emulsja
0,09	6438	605	0,13	3845	500	0,16	2741	439	0,21	2054	431		–			–		na sucho
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		

Tabela 3.22 GARANT Wiertła kręte długie (w całości ze stopów twardych - TiAlN albo TiN)

Numer katalogowy 122300; 122301
DIN 338
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 1,0 – 1,9			∅ 2,0 – 2,9		
						f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	80	90	100	0,04	19757	790	0,06	11693	702
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	80	90	100	0,04	19757	790	0,06	11693	702
2.0	Stale automatowe	< 850	80	90	100	0,04	19757	790	0,06	11693	702
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	70	80	85	0,04	17562	702	0,06	10394	624
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	80	90	100	0,04	19757	790	0,06	11693	702
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	80	90	100	0,04	19757	790	0,06	11693	702
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	70	80	85	0,03	17562	597	0,05	10394	520
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	70	80	85	0,03	17562	597	0,05	10394	520
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	65	70	80	0,03	15367	522	0,05	9095	455
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	80	90	100	0,03	19757	672	0,05	11693	585
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	70	80	85	0,03	17562	597	0,05	10394	520
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	65	70	80	0,03	15367	522	0,05	9095	455
7.0	Stale do azotowania	< 1000	70	80	85	0,03	17562	527	0,05	10394	478
7.1	Stale do azotowania	> 1000	65	70	80	0,03	15367	461	0,05	9095	418
8.0	Stale narzędziowe	< 850	70	80	85	0,03	17562	527	0,05	10394	478
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	65	70	80	0,03	15367	461	0,05	9095	418
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	40	45	50	0,03	9879	269	0,05	5847	269
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	40	45	50	0,03	9879	269	0,05	5847	269
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	25	35	45	0,03	7683	231	0,05	4547	209
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	20	25	35	0,03	5488	165	0,05	3248	149
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	25	35	45	0,03	7683	231	0,05	4547	209
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	40	45	50	0,03	9879	336	0,05	5847	292
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	40	45	50	0,03	9879	336	0,05	5847	292
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	33	39	46	0,03	8561	291	0,05	5067	253
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	33	39	46	0,03	8561	291	0,05	5067	253
14.0	Stopy specjalne	< 1200	20	25	35	0,03	5488	165	0,05	3248	149
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	90	110	130	0,03	24148	773	0,05	14291	772
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	90	110	130	0,03	24148	773	0,05	14291	772
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	85	90	100	0,03	19757	672	0,05	11693	585
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	85	90	100	0,03	19757	672	0,05	11693	585
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	25	35	45	0,03	7683	231	0,05	4547	209
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	20	25	35	0,03	5488	165	0,05	3248	149
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	200	260	300	0,04	57076	2283	0,06	33780	2027
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		130	180	230	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		130	180	230	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	130	180	230	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	130	180	230	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	130	180	230	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	130	180	230	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	130	180	230	0,04	39514	1581	0,06	23386	1403
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	120	140	180	0,03	30733	983	0,05	18189	982
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	120	140	180	0,03	30733	983	0,05	18189	982
19.0	Grafit		90	110	130	0,03	24148	773	0,05	14291	772
20.0	Termoplasty			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.



∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Środek chłodząco- -smarujący
f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		emulsja
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		emulsja
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		emulsja
0,10	5722	572	0,14	3418	414	0,17	2437	479	0,23	1825	420		–			–		emulsja
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		emulsja
0,10	6438	644	0,14	3845	538	0,17	2741	466	0,23	2054	472		–			–		emulsja
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365		–			–		emulsja
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365		–			–		emulsja
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319		–			–		emulsja
0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411		–			–		emulsja
0,09	5722	515	0,12	3418	410	0,15	2437	366	0,20	1825	365		–			–		emulsja
0,09	5007	451	0,12	2991	359	0,15	2132	320	0,20	1597	319		–			–		emulsja
0,08	5722	458	0,11	3418	376	0,14	2437	341	0,18	1825	329		–			–		emulsja
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,18	1597	288		–			–		emulsja
0,08	5722	458	0,11	3418	376	0,14	2437	341	0,18	1825	329		–			–		emulsja
0,08	5007	401	0,11	2991	329	0,14	2132	299	0,18	1597	288		–			–		emulsja
0,08	3219	258	0,11	1923	211	0,14	1371	192	0,18	1027	185		–			–		emulsja
0,08	3219	258	0,11	1923	211	0,14	1371	192	0,18	1027	185		–			–		emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		emulsja
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103		–			–		emulsja
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		emulsja
0,09	3219	290	0,12	1923	231	0,15	1371	206	0,20	1027	205		–			–		emulsja
0,09	3219	290	0,12	1923	231	0,15	1371	206	0,20	1027	205		–			–		emulsja
0,09	2790	251	0,12	1666	200	0,15	1188	178	0,20	890	178		–			–		emulsja
0,09	2790	251	0,12	1666	200	0,15	1188	178	0,20	890	178		–			–		emulsja
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103		–			–		emulsja
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527		–			–		na sucho/emuls.
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527		–			–		na sucho/emuls.
0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411		–			–		emulsja
0,09	6438	579	0,12	3845	461	0,15	2741	411	0,20	2054	411		–			–		emulsja
0,08	2504	200	0,11	1495	164	0,14	1066	149	0,18	799	144		–			–		emulsja
0,08	1788	143	0,11	1068	117	0,14	762	107	0,18	570	103		–			–		emulsja
0,10	18598	1860	0,14	11109	1555	0,17	7920	1346	0,23	5933	1365		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,10	12875	1288	0,14	7691	1077	0,17	5483	932	0,23	4107	945		–			–		emulsja
0,09	10014	941	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,21	3195	671		–			–		emulsja
0,09	10014	941	0,13	5982	778	0,16	4264	682	0,21	3195	671		–			–		emulsja
0,09	7868	740	0,13	4700	611	0,16	3351	536	0,21	2510	527		–			–		na sucho
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		

Tabela 3.23 GARANT Wysokowydajne wiertła HPC do 3xD (w całości ze stopów twardych – TiAlN) do stali hartowanych

Numer katalogowy 122305
DIN 6537K
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 2,6– 2,9			∅ 3,0 – 5,9		
						f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500		–			–			–	
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850		–			–			–	
2.0	Stale automatowe	< 850		–			–			–	
2.1	Stale automatowe	850 – 1000		–			–			–	
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700		–			–			–	
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850		–			–			–	
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000		–			–			–	
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000		–			–			–	
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200		–			–			–	
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750		–			–			–	
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000		–			–			–	
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000		–			–			–	
7.0	Stale do azotowania	< 1000		–			–			–	
7.1	Stale do azotowania	> 1000		–			–			–	
8.0	Stale narzędziowe	< 850		–			–			–	
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100		–			–			–	
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400		–			–			–	
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	23	**28**	30	0,07	3241	227	0,08	2003	160
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	10	**16**	20	0,07	1852	130	0,08	1144	92
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	7	**10**	13	0,07	1157	81	0,08	715	57
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–			–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700		–			–			–	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		–			–			–	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–			–			–	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		–			–			–	
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	60	**75**	95	0,15	8681	1302	0,23	5365	1234
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	55	**70**	90	0,15	8102	1215	0,23	5007	1152
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	55	**70**	90	0,13	8102	1013	0,20	5007	1001
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	35	**50**	65	0,13	5787	723	0,11	3577	393
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–			–			–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–			–			–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350		–			–			–	
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			–			–			–	
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			–			–			–	
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–			–			–	
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–			–			–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–			–			–	
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–			–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–			–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			–			–	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Grafit			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.



	∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Środek chłodząco--smarujący
	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
	0,09	1196	108	0,11	853	94	0,13	639	83		–			–		na sucho
	0,09	684	62	0,11	487	54	0,13	365	47		–			–		na sucho
	0,09	427	38	0,11	305	34	0,13	228	30		–			–		na sucho
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
	0,34	3204	1073	0,43	2285	971	0,52	1711	890		–			–		na sucho/emuls.
	0,34	2991	1002	0,43	2132	906	0,52	1597	831		–			–		na sucho/emuls.
	0,25	2991	748	0,35	2132	746	0,40	1597	639		–			–		emulsja
	0,13	2136	267	0,15	1523	228	0,18	1141	200		–			–		emulsja
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–
		–			–			–			–			–		–

Tabela 3.24 GARANT Wiertła wysokowydajne HPC do 3/4/6xD (w całości ze stopów twardych - TiAlN)

Numer Katalogowy 122310; 122440; 122500; 122760
DIN 6537K; 6537
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 1,0 – 1,9			∅ 2,0 – 2,9		
						f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	70	80	100	0,06	17562	1054	0,10	10394	1039
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	60	70	90	0,05	15367	768	0,07	9095	637
2.0	Stale automatowe	< 850	70	80	100	0,06	17562	1054	0,10	10394	1039
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	60	70	90	0,05	15367	768	0,07	9095	637
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	55	65	75	0,04	14269	571	0,10	8445	844
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	55	65	75	0,04	14269	571	0,10	8445	844
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	65	75	0,03	14269	428	0,07	8445	591
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	65	75	0,03	14269	428	0,10	8445	844
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	40	50	65		–		0,07	6496	455
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	65	75	95	0,05	16464	823	0,10	9744	974
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	60	70	90	0,04	15367	615	0,10	9095	909
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	55	65	75	0,03	14269	428	0,07	8445	591
7.0	Stale do azotowania	< 1000	60	65	75	0,03	14269	428	0,07	8445	591
7.1	Stale do azotowania	> 1000	60	65	70	0,03	14269	428	0,07	8445	591
8.0	Stale narzędziowe	< 850	60	65	75	0,04	14269	571	0,07	8445	591
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	60	65	70	0,03	14269	428	0,07	4547	318
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	30	35	40		–		0,07	4547	318
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	30	35	45		–		0,07	4547	318
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	25	28	30		–		0,04	3638	146
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	12	16	20		–		0,03	2079	62
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	8	10	15		–		0,03	1299	39
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	30	35	40		–		0,04	4557	182
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	20	23	25		–		0,04	2988	120
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	20	23	25		–		0,04	2988	120
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700		–			–			–	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		–			–			–	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–			–			–	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		–			–			–	
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	70	75	120	0,06	16464	988	0,10	9744	974
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	70	70	120	0,06	15367	922	0,10	9095	909
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	60	70	100	0,05	15367	768	0,10	9095	909
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	60	70	100	0,03	15367	461	0,07	9095	636
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	35	40	45	0,03	8781	263	0,04	5197	208
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	30	35	40	0,02	7683	154	0,03	4547	136
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350		–			–			–	
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			–			–			–	
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			–			–			–	
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–			–			–	
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–			–			–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–			–			–	
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–			–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–			–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			–			–	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Grafit			–			–			–	
20.0	Termoplasty		40	50	60	0,03	10976	329	0,04	6496	260
20.1	Duroplasty		30	40	50	0,02	8781	176	0,04	5197	208
20.2	GFK i CFK		35	40	45	0,01	8781	88	0,03	5197	156

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.





∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Środek chłodząco-smarującya
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,18	5722	1030	0,24	3418	820	0,30	2437	731	0,35	1825	639	0,38	1459	555	0,40	1306	522	emulsja
0,18	5007	901	0,24	2991	718	0,30	2132	640	0,35	1597	559	0,38	1277	485	0,40	1143	457	emulsja
0,18	5722	1030	0,24	3418	820	0,30	2437	731	0,35	1825	639	0,38	1459	555	0,40	1306	522	emulsja
0,18	5007	901	0,24	2991	718	0,30	2132	640	0,35	1597	559	0,38	1277	485	0,40	1143	457	emulsja
0,15	4649	697	0,21	2777	583	0,27	1980	535	0,32	1483	475	0,37	1186	439	0,37	1061	393	emulsja
0,15	4649	697	0,21	2777	583	0,27	1980	535	0,32	1483	475	0,37	1186	439	0,37	1061	393	emulsja
0,14	4649	651	0,20	2777	555	0,26	1980	515	0,31	1483	460	0,34	1186	403	0,36	1061	382	emulsja
0,15	4649	697	0,21	2777	583	0,27	1980	535	0,31	1483	460	0,34	1186	403	0,37	1061	393	emulsja
0,15	3577	536	0,21	2136	449	0,27	1523	411	0,31	1141	354	0,34	912	310	0,37	816	302	emulsja
0,18	5365	966	0,24	3204	769	0,30	2285	685	0,35	1711	599	0,37	1368	506	0,40	1224	490	emulsja
0,18	5007	901	0,24	2991	718	0,30	2132	640	0,35	1597	599	0,37	1277	472	0,40	1134	457	emulsja
0,16	4649	744	0,22	2777	611	0,27	1980	535	0,34	1483	504	0,34	1186	403	0,37	1061	393	emulsja
0,15	4649	697	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,32	1483	475	0,35	1186	415	0,37	1061	393	emulsja
0,15	4649	697	0,20	2777	555	0,25	1980	495	0,30	1483	445	0,31	1186	368	0,35	1061	371	emulsja
0,15	4649	697	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,32	1483	475	0,35	1186	415	0,37	1061	393	emulsja
0,15	4649	697	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,32	1483	475	0,35	1186	415	0,37	1061	393	emulsja
0,08	2504	200	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	0,22	638	140	0,25	571	143	emulsja
0,08	2504	200	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	0,22	638	140	0,25	571	143	emulsja
0,08	2003	160	0,09	1196	108	0,11	853	94	0,13	639	83	0,14	511	72	0,15	457	69	na sucho
0,07	1144	80	0,08	648	55	0,10	487	49	0,12	365	44	0,13	292	38	0,14	261	37	na sucho
0,06	715	43	0,07	427	30	0,09	305	27	0,11	228	25	0,12	182	22	0,13	163	21	na sucho
0,08	2504	200	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,20	799	160	0,22	638	140	0,25	571	143	emulsja
0,08	1645	132	0,12	983	118	0,15	701	105	0,20	525	105	0,22	420	92	0,25	375	94	emulsja
0,08	1645	132	0,12	983	118	0,15	701	105	0,20	525	105	0,22	420	92	0,25	375	94	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,23	5365	1234	0,33	3204	1057	0,42	2285	959	0,52	1711	890	0,55	1368	752	0,58	1224	710	na sucho/emuls.
0,23	5007	1152	0,33	2991	987	0,42	2132	896	0,52	1597	831	0,55	1277	702	0,58	1143	663	na sucho/emuls.
0,20	5007	1001	0,25	2991	748	0,35	2132	746	0,40	1597	639	0,43	1277	549	0,46	1143	526	emulsja
0,20	5007	1001	0,25	2991	748	0,35	2132	746	0,40	1597	639	0,43	1277	549	0,46	1143	526	emulsja
0,09	2861	258	0,12	1709	205	0,15	1218	183	0,18	913	164	0,21	730	153	0,24	653	157	emulsja
0,06	2504	150	0,10	1495	150	0,13	1066	139	0,15	799	120	0,16	638	102	0,18	571	103	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,08	3577	286	0,14	2136	299	0,14	1523	213	0,20	1141	228	0,25	912	228	0,30	816	245	woda/pow.
0,08	2861	229	0,14	1709	239	0,14	1218	171	0,20	913	183	0,25	730	182	0,30	653	196	woda/pow.
0,08	2861	229	0,14	1709	239	0,14	1218	171	0,20	913	183	0,25	730	182	0,30	653	196	woda/pow.

Tabela 3.25 GARANT Wiertła wysokowydajne do 3/5/6xD, z chłodzeniem wewnętrznym (w całości ze stopów twardych – TiAlN/TiN)

Numer katalogowy 122340; 122380; 122630; 122650
DIN 6537; 6537K
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 0,9 – 1,9			∅ 2,0 – 2,9		
						f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	100	130	150	0,06	28538	1712	0,08	16890	1351
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	90	100	120	0,08	21952	1756	0,11	12992	1429
2.0	Stale automatowe	< 850	100	140	180	0,08	30733	2459	0,11	18189	2001
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	90	100	110	0,08	21952	1756	0,11	12992	1429
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	90	95	100	0,08	20855	1668	0,11	12343	1358
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	85	90	95	0,08	19757	1581	0,11	11693	1286
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	80	85	90	0,06	18660	1120	0,09	11043	994
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000		–			–			–	
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200		–			–			–	
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	90	95	100	0,06	20855	1251	0,09	12343	1111
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000		–			–			–	
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000		–			–			–	
7.0	Stale do azotowania	< 1000		–			–			–	
7.1	Stale do azotowania	> 1000		–			–			–	
8.0	Stale narzędziowe	< 850	70	80	90	0,06	17562	1054	0,09	10394	935
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100		–			–			–	
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400		–			–			–	
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	30	40	50	0,04	8781	351	0,06	5197	312
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	40	50	55	0,05	10976	549	0,07	6496	455
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	30	35	40	0,05	7683	384	0,07	4547	318
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	30	35	40	0,05	7683	384	0,07	4547	318
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	25	30	35	0,04	6586	263	0,06	3898	234
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB		–			–			–	
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB		–			–			–	
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–	
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–	
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	35	40	45	0,04	8781	351	0,06	5197	312
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	30	35	40	0,02	7683	154	0,04	4547	182
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	220	240	260	0,10	52686	5269	0,14	31181	4365
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			–			–			–	
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			–			–			–	
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	90	100	120	0,07	21952	1537	0,12	12992	1559
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–			–			–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	150	160	180	0,07	35124	2459	0,12	20788	2495
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–			–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–			–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	70	80	90	0,05	17562	878	0,08	10394	832
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Grafit			–			–			–	
20.0	Termoplasty		40	50	60	0,03	10976	329	0,04	6496	260
20.1	Duroplasty		30	40	50	0,02	8781	176	0,04	5197	208
20.2	GFK i CFK		35	40	45	0,01	8781	88	0,03	5197	156

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.
Ciśnienie cieczy chłodząco-smarującej powinno wynosić 25 bar.





∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 25,0			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,10	9299	930	0,12	5554	667	0,16	3960	634	0,21	2966	623	0,25	2371	593	0,28	2122	594	emulsja
0,14	7153	1001	0,18	4273	769	0,22	3046	670	0,26	2282	593	0,28	1824	511	0,30	1632	490	emulsja
0,14	10014	1402	0,18	5982	1077	0,22	4264	938	0,26	3195	831	0,28	2554	715	0,30	2285	686	emulsja
0,14	7153	1001	0,18	4273	769	0,22	3046	670	0,26	2282	593	0,28	1824	511	0,30	1632	490	emulsja
0,14	6795	951	0,18	4059	731	0,22	2894	637	0,26	2168	564	0,28	1733	485	0,30	1551	465	emulsja
0,14	6438	901	0,18	3845	692	0,22	2741	603	0,26	2054	534	0,28	1642	460	0,30	1469	441	emulsja
0,12	6080	730	0,18	3632	654	0,20	2589	518	0,23	1940	446	0,25	1551	388	0,23	1388	319	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,12	6795	815	0,16	4059	649	0,20	2894	579	0,23	2168	499	0,25	1733	433	0,27	1551	419	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,11	5722	629	0,15	3418	513	0,18	2437	439	0,21	1825	383	0,23	1459	336	0,24	1306	313	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,08	2861	229	0,11	1709	188	0,14	1218	171	0,16	913	146	0,18	730	131	0,20	653	131	emulsja
0,09	3577	322	0,12	2136	256	0,15	1523	228	0,18	1141	205	0,20	912	182	0,23	816	188	emulsja
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,18	799	144	0,20	638	128	0,23	571	131	emulsja
0,09	2504	225	0,12	1495	179	0,15	1066	160	0,18	799	144	0,20	638	128	0,23	571	131	emulsja
0,08	2146	172	0,11	1282	141	0,14	914	128	0,16	685	110	0,18	547	99	0,20	490	98	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,09	2861	258	0,12	1709	205	0,15	1218	183	0,18	913	164	0,21	730	153	0,24	653	157	emulsja
0,06	2504	150	0,12	1495	150	0,13	1066	139	0,15	799	120	0,16	638	102	0,18	571	103	emulsja
0,18	17167	3090	0,26	10254	2666	0,36	7310	2632	0,42	5476	2300	0,48	4378	2101	0,52	3918	2037	emulsja
	–			–														
	–			–														
0,16	7153	1144	0,22	4273	940	0,28	3046	853	0,34	2282	776	0,38	1824	693	0,46	1632	751	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
0,16	11445	1831	0,22	6836	1504	0,28	4874	1365	0,34	3651	1241	0,38	2919	1109	0,46	2612	1201	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,11	5722	629	0,18	3418	615	0,24	2437	585	0,28	1825	511	0,32	1459	467	0,36	1306	470	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,08	3577	286	0,14	2136	299	0,14	1523	213	0,20	1141	228	0,25	912	228	0,30	816	245	woda/pow.
0,08	2861	229	0,14	1709	239	0,14	1218	171	0,20	913	183	0,25	730	182	0,30	653	196	na sucho/pow.
0,08	2861	229	0,14	1709	239	0,14	1218	171	0,20	913	183	0,25	730	182	0,30	653	196	na sucho/pow.

Tabela 3.26 GARANT Wiertła HPC z 4 łysinkami i chłodzeniem wewnętrznym 3/7/12xD (wykonane całkowicie ze stopów twardych - TiAlN)

Numery katalogowe 122308; 122875; 123180
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 4,0 – 6,0			∅ > 6,0 – 8,0			∅ > 8,0 – 10,0		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500		–			–			–			–	
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850		–			–			–			–	
2.0	Stale automatowe	< 850		–			–			–			–	
2.1	Stale automatowe	850 – 1000		–			–			–			–	
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700		–			–			–			–	
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850		–			–			–			–	
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000		–			–			–			–	
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000		–			–			–			–	
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200		–			–			–			–	
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750		–			–			–			–	
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000		–			–			–			–	
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000		–			–			–			–	
7.0	Stale do azotowania	< 1000		–			–			–			–	
7.1	Stale do azotowania	> 1000		–			–			–			–	
8.0	Stale narzędziowe	< 850		–			–			–			–	
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100		–			–			–			–	
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400		–			–			–			–	
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–			–			–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700		–			–			–			–	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		–			–			–			–	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–			–			–			–	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		–			–			–			–	
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB		–			–			–			–	
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–			–	
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–			–			–			–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–			–			–			–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	360	**400**	440	0,40	25412	10165	0,50	18189	9094	0,50	14147	7073
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		310	**360**	390	0,40	22872	9149	0,50	16370	8185	0,50	12732	6366
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		240	**280**	320	0,40	17789	7116	0,50	12732	6366	0,50	9903	4952
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–			–			–			–	
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–			–			–			–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–			–			–			–	
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–			–			–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–			–			–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			–			–			–	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–			–			–	
19.0	Grafit			–			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.
Ciśnienie cieczy chłodząco-smarującej powinno wynosić 40 bar. W przypadku wierteł 12xD należy wykonać otwór pilotowy 1xD!





	∅ > 10,0 – 12,0			∅ > 12,0 – 14,0			vc			∅ > 14,0 – 16,0			∅ > 16,0 – 18,0			∅ > 18,0 – 20,0			Środek chłodząco--smarujący
	f	n	vf	f	n	vf		[m/min]		f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	min.	Start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
	0,55	11575	6366	0,55	9794	5386	280 –	**300** –	310	0,40	6366	2546	0,40	5617	2247	0,40	5025	2010	emulsja
	0,55	10417	5729	0,55	8815	4878	250 –	**270** –	280	0,40	5729	2291	0,40	5055	2022	0,40	4523	1809	emulsja
	0,55	8102	4456	0,55	6856	3771	190 –	**210** –	220	0,40	4456	1782	0,40	3932	1573	0,40	3518	1407	emulsja
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		
		–			–			–			–			–			–		

Tabela 3.27 GARANT Wiertła wysokowydajne do 6xD (wykonane całkowicie ze stopów twardych TiAlN) - także do obróbki na sucho

Numer katalogowy 122540
DIN 6537
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 2,0 – 2,9		
						f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	60	80	100	0,10	10394	1039
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	50	70	90	0,07	9095	637
2.0	Stale automatowe	< 850	60	80	100	0,10	10394	1039
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	50	70	90	0,07	9095	637
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	50	65	85	0,10	8445	844
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	50	65	85	0,10	8445	844
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	65	85	0,07	8445	591
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	65	85	0,10	8445	844
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	40	50	60	0,07	6496	455
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	65	75	90	0,10	9744	974
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	50	70	90	0,10	9095	909
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50	65	85	0,07	8445	591
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50	65	85	0,07	8445	591
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50	65	85	0,07	8445	591
8.0	Stale narzędziowe	< 850	50	65	85	0,07	8445	591
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	50	65	85	0,07	8445	591
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	50	65	85	0,07	8445	591
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	50	65	85	0,07	8445	591
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700		–			–	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		–			–	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–			–	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		–			–	
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	65	75	90	0,10	9744	974
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	50	70	90	0,10	9095	909
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	50	70	90	0,10	9095	909
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	50	70	90	0,07	9095	637
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–			–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–			–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	160	180	200	0,10	23386	2339
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		140	160	180	0,10	20788	2079
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		110	130	150	0,10	16890	1689
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	120	140	160	0,07	18189	1273
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	140	160	180	0,07	20788	1455
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	100	120	140	0,07	15591	1091
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			–	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–	
19.0	Grafit			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.



∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9			∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,14	5722	801	0,20	3418	684	0,27	2437	658	0,35	1825	639	0,45	1459	657	0,45	1306	588	na sucho/emuls.
0,10	5007	501	0,15	2991	449	0,20	2132	426	0,26	1597	415	0,32	1277	409	0,32	1143	366	na sucho/emuls.
0,14	5722	801	0,20	3418	684	0,27	2437	658	0,35	1825	639	0,45	1459	657	0,45	1306	588	na sucho/emuls.
0,10	5007	501	0,15	2991	449	0,20	2132	426	0,35	1597	415	0,32	1277	409	0,32	1143	366	emulsja
0,14	4649	651	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,35	1483	519	0,45	1186	534	0,45	1061	477	na sucho/emuls.
0,14	4649	651	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,35	1483	519	0,45	1186	534	0,45	1061	477	na sucho/emuls.
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	emulsja
0,14	4649	651	0,20	2777	555	0,27	1980	535	0,35	1483	519	0,45	1186	534	0,45	1061	477	na sucho/emuls.
0,10	3577	358	0,15	2136	320	0,20	1523	305	0,26	1141	297	0,32	912	292	0,32	816	261	emulsja
0,14	5365	751	0,20	3204	641	0,27	2285	617	0,35	1711	599	0,45	1368	616	0,45	1224	551	emulsja
0,14	5007	701	0,20	2991	598	0,27	2132	576	0,35	1597	559	0,45	1277	575	0,45	1143	514	na sucho/emuls.
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	emulsja
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	emulsja
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	emulsja
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	na sucho/emuls.
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	emulsja
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	emulsja
0,10	4649	465	0,15	2777	417	0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,32	1186	379	0,32	1061	340	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,14	5365	751	0,20	3204	641	0,27	2285	617	0,35	1711	599	0,45	1368	616	0,45	1224	551	na sucho
0,14	5007	701	0,20	2991	598	0,27	2132	576	0,35	1597	599	0,45	1277	575	0,45	1143	514	na sucho
0,14	5007	701	0,02	2991	60	0,27	2132	576	0,35	1597	599	0,45	1277	575	0,45	1143	514	na sucho
0,10	5007	501	0,15	2991	449	0,20	2132	426	0,26	1597	415	0,32	1277	409	0,32	1143	366	na sucho
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
0,14	12875	1803	0,20	7691	1538	0,27	5483	1480	0,35	4107	1438	0,45	3283	1478	0,45	2938	1322	emulsja
0,14	11445	1602	0,20	6863	1367	0,27	4874	1316	0,35	3651	1278	0,45	2919	1313	0,45	2612	1175	emulsja
0,14	9299	1302	0,20	5554	1111	0,27	3960	1069	0,35	2966	1038	0,45	2371	1067	0,45	2122	955	emulsja
0,10	10014	1001	0,15	5982	897	0,20	4264	853	0,26	3195	831	0,32	2554	817	0,32	2285	731	emulsja
0,10	11445	1144	0,15	6836	1025	0,20	4874	975	0,26	3651	949	0,32	2919	934	0,32	2612	836	emulsja
0,10	8584	858	0,15	5127	769	0,20	3655	731	0,26	2738	712	0,32	2189	700	0,32	1959	627	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–			–		

Tabela 3.28 GARANT Wiertła HPC 6xD (wykonane całkowicie ze stopów twardych - TiAlN)

Numer katalogowy 122670

Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ do 3 mm			∅ ponad 3 do 5 mm			∅ ponad 5 do 8 mm		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	60	80	100	0,10	8488	849	0,14	6366	891	0,20	3918	784
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	50	70	90	0,08	7427	557	0,10	5570	557	0,15	3428	514
2.0	Stale automatowe	< 850	60	80	100	0,10	8488	849	0,14	6366	891	0,20	3918	784
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	50	70	90	0,08	7427	557	0,10	5570	557	0,15	3428	514
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	50	65	80	0,10	6897	690	0,14	5173	724	0,20	3183	637
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	50	65	80	0,10	6897	690	0,14	5173	724	0,20	3183	637
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	65	80	0,08	6897	517	0,10	5173	517	0,15	3183	477
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	65	80	0,08	6897	517	0,10	5173	517	0,15	3183	477
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	35	50	65	0,08	5305	398	0,10	3979	398	0,15	2449	367
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	55	75	95	0,10	7958	796	0,14	5968	836	0,20	3673	735
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	50	70	90	0,10	7427	743	0,14	5570	780	0,20	3428	686
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50	65	80	0,08	6897	517	0,10	5173	517	0,15	3183	477
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50	65	80	0,08	6897	517	0,10	5173	517	0,15	3183	477
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50	65	80	0,08	6897	517	0,10	5173	517	0,15	3183	477
8.0	Stale narzędziowe	< 850	35	50	65	0,08	5305	398	0,10	3979	398	0,15	2449	367
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	35	50	65	0,08	5305	398	0,10	3979	398	0,15	2449	367
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400		–			–			–			–	
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–			–			–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	40	50	55	0,05	7958	398	0,08	5968	477	0,12	3673	441
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	30	35	40	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	30	35	40	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	25	30	35	0,05	6897	345	0,08	5173	414	0,12	3183	382
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB		–			–			–			–	
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–			–	
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	30	40	50	0,02	4244	85	0,04	3183	127	0,08	1959	157
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	20	30	40	0,02	3183	64	0,04	2387	95	0,08	1469	118
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	125	180	220	0,10	19099	1910	0,14	14324	2005	0,20	8815	1763
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		110	160	210	0,10	16977	1698	0,14	12732	1783	0,20	7835	1567
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		80	110	140	0,10	11671	1167	0,14	8754	1225	0,20	5387	1077
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–			–			–			–	
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–			–			–			–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–			–			–			–	
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–			–			–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–			–			–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			–			–			–	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–			–			–	
19.0	Grafit			–			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła. Ciśnienie cieczy chłodząco-smarującej powinno wynosić 25 bar.



∅ ponad 8 do 12 mm			∅ ponad 12 do 16 mm			∅ ponad 16 do 20 mm			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,28	2546	700	0,35	1819	637	0,45	1415	637	
0,20	2228	446	0,26	1592	414	0,32	1238	402	
0,28	2546	700	0,35	1819	637	0,45	1415	637	
0,20	2228	446	0,26	1592	414	0,32	1238	402	
0,28	2069	569	0,35	1478	517	0,45	1149	517	
0,28	2069	569	0,35	1478	517	0,45	1149	517	
0,20	2069	414	0,26	1478	384	0,32	1149	374	
0,20	2069	414	0,26	1478	384	0,32	1149	374	
0,20	1592	318	0,26	1137	384	0,32	884	287	
0,28	2387	657	0,35	1705	597	0,45	1326	597	
0,28	2228	613	0,35	1592	557	0,45	1238	557	
0,20	2069	414	0,26	1478	384	0,32	1149	374	
0,20	2069	414	0,26	1478	384	0,32	1149	374	
0,20	2069	414	0,26	1478	384	0,32	1149	374	
0,20	1592	318	0,26	1137	296	0,32	884	287	
0,20	1592	318	0,26	1137	296	0,32	884	287	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
0,15	2387	358	0,20	1705	341	0,25	1326	332	
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	
0,15	2069	310	0,20	1478	296	0,25	1149	287	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
0,12	1273	153	0,16	909	146	0,20	707	141	
0,12	955	115	0,16	682	109	0,20	531	106	
0,28	5730	1576	0,35	4093	4093	0,45	3183	1432	
0,28	5093	1401	0,35	3638	1273	0,45	2829	1273	
0,28	3501	963	0,35	2501	875	0,45	1945	875	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		

Nadają się zwłaszcza do stopów tytanu o twardości 340 - 450 HB:

Nr materiałowy	Oznaczenie według DIN:
3.7124	TiCu2
3.7144	TiAl6Sn2Zr4Mo2
3.7154	TiAl6Zr5
3.7165	TiAl6V4
3.7174	TiAl6V6SN2
3.7184	TiAl4Mb4Sn2
	Ti6Al2Sn4Zr2MoSi
	Ti6Al2Sn4Zr6Mo
	Ti6Al4VELI
	Ti6Al6V2Sn
	Ti7Al4Mo
	Ti8Al1Mo1V
	Ti3Al22.5V
	Ti5Al6Sn2Zr1Mo0.25Si

Tabela 3.29 GARANT Wiertła HPC-HSC 6xD (wykonane całkowicie ze stopów twardych - TiAlN)

numer katalogowy 122775

Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ do3 mm			∅ powyżej 3 do 5 mm			∅ powyżej 5 do 8 mm		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500		–			–			–			–	
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850		–			–			–			–	
2.0	Stale automatowe	< 850		–			–			–			–	
2.1	Stale automatowe	850 – 1000		–			–			–			–	
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700		–			–			–			–	
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	145	180	235	0,09	19099	1719	0,16	14324	2292	0,22	8815	1939
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	110	160	200	0,08	16977	1358	0,15	12732	1910	0,21	7835	1645
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	110	160	200	0,08	16977	1358	0,15	12732	1910	0,21	7835	1645
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	90	130	165	0,08	13793	1103	0,15	10345	1552	0,21	6366	1337
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750		–			–			–			–	
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000		–			–			–			–	
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	110	160	200	0,09	16977	1528	0,16	12732	2037	0,22	7835	1724
7.0	Stale do azotowania	< 1000		–			–			–			–	
7.1	Stale do azotowania	> 1000	110	160	200	0,08	16977	1358	0,15	12732	1910	0,21	7835	1645
8.0	Stale narzędziowe	< 850		–			–			–			–	
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	90	130	165	0,08	13793	1103	0,15	10345	1552	0,21	6366	1337
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	55	80	100	0,05	8488	424	0,08	6366	509	0,12	3918	470
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	60	90	110	0,05	9549	477	0,08	7162	573	0,12	4407	529
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700		–			–			–			–	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		–			–			–			–	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–			–			–			–	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		–			–			–			–	
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB		–			–			–			–	
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	90	130	165	0,13	13793	1724	0,20	10345	2069	0,25	6366	1592
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	70	100	130	0,08	10610	796	0,11	7958	875	0,13	4897	612
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–			–			–			–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–			–			–			–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350		–			–			–			–	
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			–			–			–			–	
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			–			–			–			–	
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–			–			–			–	
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–			–			–			–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–			–			–			–	
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–			–			–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–			–			–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			–			–			–	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–			–			–	
19.0	Grafit			–			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła.
Ciśnienie cieczy chłodząco-smarującej powinno wynosić 25 bar.



∅ powyżej 8 do 12 mm			∅ powyżej 12 do 16 mm			∅ powyżej 16 do 20 mm			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
0,28	5730	1604	0,34	4093	1391	0,38	3183	1210	
0,27	5093	1375	0,32	3638	1164	0,37	2829	1047	
0,27	5093	1375	0,32	3638	1164	0,37	2829	1047	
0,27	4138	1117	0,32	2956	946	0,37	2299	851	
	–			–			–		
	–			–			–		
0,28	5093	1426	0,34	3638	1237	0,38	2829	1075	
	–			–			–		
0,27	5093	1375	0,32	3638	1164	0,37	2829	1047	
	–			–			–		
0,27	4138	1117	0,32	2956	946	0,37	2299	851	
0,15	2546	382	0,20	1819	364	0,25	1415	354	
0,15	2865	430	0,20	2046	409	0,25	1592	398	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
0,35	4138	1448	0,40	2956	1182	0,46	2299	1057	
0,15	3183	477	0,18	2274	398	0,20	1768	354	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		

Tabela 3.30 GARANT Wysokowydajne wiertła do 6xD z chłodzeniem wewnętrznym (wykonane całkowicie ze stopów twardych - TiAlN) - do wiercenia H7

Numer katalogowy 122790
DIN 6537
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9		
						f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	80	100	120	0,18	7153	1288	0,24	4273	1025
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	80	90	100	0,18	6438	1159	0,24	3845	923
2.0	Stale automatowe	< 850	80	100	120	0,18	7153	1288	0,24	4273	1025
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	80	90	100	0,18	6438	1159	0,24	3845	923
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	70	85	95	0,16	6080	973	0,22	3632	799
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	70	85	95	0,16	6080	973	0,22	3632	799
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	60	75	85	0,15	5365	805	0,21	3204	673
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	60	75	85	0,16	5365	858	0,22	3204	705
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	50	60	70	0,15	4292	644	0,21	2564	538
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	80	95	105	0,18	6795	1223	0,24	4059	974
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	70	85	95	0,18	6080	1094	0,24	3632	872
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	60	75	85	0,16	5365	858	0,22	3204	705
7.0	Stale do azotowania	< 1000	60	75	85	0,15	5365	805	0,21	3204	673
7.1	Stale do azotowania	> 1000	60	75	85	0,15	5365	805	0,21	3204	673
8.0	Stale narzędziowe	< 850	50	60	75	0,15	4292	644	0,21	2564	538
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	50	60	70	0,15	4292	644	0,21	2564	538
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	30	40	45	0,08	2861	229	0,12	1709	205
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	30	40	45	0,08	2861	229	0,12	1709	205
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–			–			–		
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–			–			–		
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–			–			–		
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	–			–			–		
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–			–			–		
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	–			–			–		
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	–			–			–		
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	–			–			–		
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	–			–			–		
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	–			–			–		
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–			–			–		
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	–			–			–		
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	–			–			–		
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	–			–			–		
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	–			–			–		
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–			–			–		
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–			–			–		
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	–			–			–		
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		–			–			–		
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		–			–			–		
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	–			–			–		
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	–			–			–		
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	–			–			–		
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	–			–			–		
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	–			–			–		
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	–			–			–		
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	–			–			–		
19.0	Grafit		–			–			–		
20.0	Termoplasty		–			–			–		
20.1	Duroplasty		–			–			–		
20.2	GFK i CFK		–			–			–		

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.
Ciśnienie cieczy chłodząco-smarującej powinno wynosić 25 bar.



	∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Środek chłodząco--smarujący
	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	
	0,30	3046	914	0,35	2282	799		–			–		emulsja
	0,30	2741	822	0,35	2054	719		–			–		emulsja
	0,30	3046	914	0,35	2282	799		–			–		emulsja
	0,30	2741	822	0,35	2054	719		–			–		emulsja
	0,28	2589	725	0,34	1940	659		–			–		emulsja
	0,28	2589	725	0,34	1940	659		–			–		emulsja
	0,27	2285	617	0,32	1711	548		–			–		emulsja
	0,28	2285	640	0,34	1711	582		–			–		emulsja
	0,27	1828	493	0,32	1369	438		–			–		emulsja
	0,30	2894	868	0,35	2168	759		–			–		emulsja
	0,30	2589	777	0,35	1940	679		–			–		emulsja
	0,28	2285	640	0,34	1711	582		–			–		emulsja
	0,27	2285	617	0,32	1711	548		–			–		emulsja
	0,27	2285	617	0,32	1711	548		–			–		emulsja
	0,27	1828	493	0,32	1369	438		–			–		emulsja
	0,27	1828	493	0,32	1369	438		–			–		emulsja
	0,15	1218	183	0,20	913	183		–			–		emulsja
	0,15	1218	183	0,20	913	183		–			–		emulsja
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		

Tabela 3.31 GARANT Wiertła kręte 3-ostrzowe do 6xD z chłodzeniem wewnętrznym (wykonane całkowicie ze stopów twardych - TiAlN)

Numer katalogowy 122800
DIN 6537
Liczba zębów 3

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc			∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9		
			[m/min]			f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500		–			–			–	
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850		–			–			–	
2.0	Stale automatowe	< 850		–			–			–	
2.1	Stale automatowe	850 – 1000		–			–			–	
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700		–			–			–	
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850		–			–			–	
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000		–			–			–	
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000		–			–			–	
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200		–			–			–	
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750		–			–			–	
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000		–			–			–	
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000		–			–			–	
7.0	Stale do azotowania	< 1000		–			–			–	
7.1	Stale do azotowania	> 1000		–			–			–	
8.0	Stale narzędziowe	< 850		–			–			–	
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100		–			–			–	
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400		–			–			–	
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–			–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700		–			–			–	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		–			–			–	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–			–			–	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		–			–			–	
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	80	**85**	90	0,14	6080	839	0,20	3632	719
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	80	**85**	90	0,14	6080	839	0,20	3632	719
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	75	**80**	85	0,14	5722	790	0,20	3418	677
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	70	**75**	80	0,10	5365	531	0,15	3204	481
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–			–			–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–			–			–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	140	**200**	200	0,14	14306	1974	0,20	8545	1692
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		140	**160**	200	0,14	11445	1579	0,20	6836	1354
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		140	**140**	200	0,14	10014	1382	0,20	5982	1184
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	80	**140**	100	0,10	10014	991	0,16	5982	951
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	120	**160**	160	0,10	11445	1133	0,16	6836	1087
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	80	**120**	100	0,10	8584	850	0,16	5127	815
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–			–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–			–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			–			–	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Grafit			–			–			–	
20.0	Termoplasty		40	**50**	60	0,09	3577	322	0,15	2136	320
20.1	Duroplasty		30	**40**	50	0,09	2861	258	0,15	1709	256
20.2	GFK i CFK		35	**40**	45	0,09	2861	258	0,15	1709	256

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.
Ciśnienie cieczy chłodząco-smarującej powinno wynosić 25 bar.



	∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Środek chłodząco--smarujący
	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
	0,27	2589	699	0,35	1940	678		–			–		na sucho/emuls.
	0,27	2589	699	0,35	1940	678		–			–		na sucho/emuls.
	0,27	2437	658	0,35	1825	639		–			–		emulsja
	0,20	2285	452	0,26	1711	445		–			–		emulsja
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
	0,27	6092	1645	0,35	4564	1602		–			–		emulsja
	0,27	4874	1316	0,35	3651	1281		–			–		emulsja
	0,27	4264	1151	0,35	3195	1121		–			–		emulsja
	0,20	4264	857	0,26	3195	834		–			–		emulsja
	0,20	4874	980	0,26	3651	953		–			–		na sucho/emuls.
	0,20	3655	735	0,26	2738	715		–			–		emulsja
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
		–			–			–			–		
	0,15	1523	228	0,24	1141	274		–			–		woda/pow.
	0,15	1218	183	0,24	913	219		–			–		na sucho/pow.
	0,15	1218	183	0,24	913	219		–			–		na sucho/pow.

Tabela 3.32 GARANT Wiertła HPC 8xD (wykonane całkowicie ze stopów twardych - TiAlN)

Numer katalogowy 122910

Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ do 3 mm			∅ powyżej 3 do 5 mm			∅ powyżej 5 do 8 mm		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	60	85	110	0,09	9019	812	0,16	6764	1082	0,22	4163	916
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	55	75	95	0,09	7958	0	0,16	5968	955	0,22	3673	808
2.0	Stale automatowe	< 850	60	85	110	0,09	9019	0	0,16	6764	1082	0,22	4163	916
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	55	75	95	0,09	7958	0	0,16	5968	955	0,22	3673	808
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	50	70	90	0,08	7427	594	0,15	5570	836	0,21	3428	720
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	50	70	90	0,08	7427	594	0,15	5570	836	0,21	3428	720
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200		–			–			–			–	
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	60	80	100	0,09	8488	0	0,16	6366	1019	0,22	3918	862
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	55	75	95	0,09	7958	0	0,16	5968	955	0,22	3673	808
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50	70	90	0,08	7427	594	0,15	5570	836	0,21	3428	720
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
8.0	Stale narzędziowe	< 850		–			–			–			–	
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100		–			–			–			–	
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400		–			–			–			–	
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–			–			–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	55	75	95	0,05	7958	398	0,08	5968	477	0,12	3673	441
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	411
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	45	65	85	0,05	6897	345	0,08	5173	414	0,12	3183	382
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB		–			–			–			–	
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–			–	
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	20	30	40	0,02	3183	64	0,04	2387	95	0,08	1469	118
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	20	25	30	0,02	2653	53	0,04	1989	80	0,08	1224	98
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	bis 350		–			–			–			–	
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			–			–			–			–	
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			–			–			–			–	
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–			–			–			–	
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–			–			–			–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–			–			–			–	
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–			–			–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–			–			–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			–			–			–	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–			–			–	
19.0	Grafit			–			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła.
Ciśnienie cieczy chłodząco-smarującej powinno wynosić 25 bar.



∅ powyżej 8 do 12 mm			∅ powyżej 12 do 16 mm			∅ powyżej 16 do 20 mm			Środek chłodząco--smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,28	2706	758	0,34	1933	657	0,38	1503	571	
0,28	2387	668	0,34	1705	580	0,38	1326	504	
0,28	2706	758	0,34	1933	657	0,38	1503	571	
0,28	2387	668	0,34	1705	580	0,38	1326	504	
0,27	2228	602	0,32	1592	509	0,37	1238	458	
0,27	2228	602	0,32	1592	509	0,37	1238	458	
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	
	–			–			–		
0,28	2546	713	0,34	1819	618	0,38	1415	538	
0,28	2287	668	0,34	1705	580	0,38	1326	504	
0,27	2228	602	0,32	1592	509	0,37	1238	458	
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
0,15	2387	358	0,20	1705	341	0,25	1326	332	
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	
0,15	2069	310	0,20	1478	296	0,25	1149	287	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
0,12	955	153	0,16	909	109	0,20	531	106	
0,12	796	95	0,16	682	91	0,20	442	88	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		

Tabela 3.33 GARANT Wysokowydajne wiertła do 8xD, z chłodzeniem wewnętrznym (wykonane całkowicie ze stopów twardych - TiAlN)

Numer katalogowy 123100
DIN 6537
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9		
						f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	70	80	90	0,14	5722	801	0,20	3418	684
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	60	70	80	0,10	5007	501	0,15	2991	449
2.0	Stale automatowe	< 850	70	80	90	0,14	5722	801	0,20	3418	684
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	60	70	80	0,10	5007	501	0,15	2991	449
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	55	65	80	0,14	4649	651	0,20	2777	555
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	55	65	75	0,14	4649	651	0,20	2777	555
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	65	75	0,10	4649	465	0,15	2777	417
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	65	70	0,10	4649	465	0,15	2777	417
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	40	50	55	0,10	3577	358	0,15	2136	320
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	60	75	85	0,14	5365	751	0,20	3204	641
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	60	70	80	0,14	5007	701	0,20	2991	598
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50	65	75	0,08	4649	465	0,15	2777	417
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50	65	70	0,10	4649	465	0,15	2777	417
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50	65	70	0,10	4649	372	0,12	2777	333
8.0	Stale narzędziowe	< 850	50	65	75	0,10	4649	465	0,15	2777	417
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	40	50	60	0,10	3577	358	0,15	2136	320
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	30	35	40	0,10	2504	250	0,15	1495	224
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	30	35	40	0,10	2504	250	0,15	1495	224
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	35	40	45	0,05	2861	143	0,08	1709	137
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	20	25	30	0,04	1788	72	0,07	1068	75
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	35	40	45	0,06	2861	172	0,09	1709	154
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	40	45	50	0,06	3219	193	0,10	1923	192
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	35	40	45	0,06	2861	172	0,10	1709	171
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	30	35	40	0,06	2504	150	0,10	1495	150
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	35	40	45	0,06	2861	172	0,10	1709	171
14.0	Stopy specjalne	< 1200	25	30	35	0,05	2146	107	0,08	1282	103
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	60	75	90	0,18	5365	966	0,25	3204	801
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	60	70	80	0,18	5007	901	0,25	2991	748
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	60	70	80	0,18	5007	901	0,25	2991	748
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	60	70	80	0,16	5007	801	0,22	2991	658
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	25	30	35	0,05	2146	107	0,08	1282	103
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	20	25	30	0,05	1788	89	0,08	1068	85
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	180	200	220	0,14	14306	1931	0,20	8545	1666
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		160	180	200	0,14	12875	1738	0,20	7691	1500
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		120	140	150	0,14	10014	1352	0,20	5982	1166
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–			–			–	
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–			–			–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–			–			–	
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–			–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–			–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			–			–	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Grafit		60	80	100	0,14	5722	801	0,20	3418	667
20.0	Termoplasty		40	50	60	0,08	3577	286	0,14	2136	299
20.1	Duroplasty		30	40	50	0,08	2861	229	0,14	1709	239
20.2	GFK i CFK		35	40	45	0,08	2861	229	0,14	1709	239

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.
Ciśnienie cieczy chłodząco-smarującej powinno wynosić 25 bar.



∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,27	2437	658	0,35	1825	639	0,40	1459	584	0,45	1306	588	emulsja
0,20	2132	426	0,26	1597	415	0,30	1277	383	0,32	1143	366	emulsja
0,27	2437	658	0,35	1825	639	0,40	1459	584	0,45	1306	588	emulsja
0,20	2132	426	0,26	1597	415	0,30	1277	383	0,32	1143	366	emulsja
0,27	1980	535	0,35	1483	519	0,40	1186	474	0,45	1061	477	emulsja
0,27	1980	535	0,35	1483	519	0,40	1186	474	0,45	1061	477	emulsja
0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	emulsja
0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,28	1186	332	0,32	1061	340	emulsja
0,20	1523	305	0,26	1141	297	0,28	912	255	0,32	816	261	emulsja
0,27	2285	617	0,35	1711	599	0,40	1368	547	0,45	1224	551	emulsja
0,27	2132	576	0,35	1597	559	0,40	1277	511	0,45	1143	514	emulsja
0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	emulsja
0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	emulsja
0,18	1980	356	0,24	1483	356	0,28	1186	332	0,32	1061	318	emulsja
0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	emulsja
0,20	1523	305	0,26	1141	297	0,30	912	274	0,32	816	261	emulsja
0,20	1066	213	0,26	799	208	0,30	638	192	0,32	571	183	emulsja
0,20	1066	213	0,26	799	208	0,30	638	192	0,32	571	183	emulsja
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
0,10	1218	122	0,12	913	110	0,14	730	102	0,16	653	104	emulsja
0,09	762	69	0,11	570	63	0,13	456	59	0,15	408	61	emulsja
0,11	1218	134	0,11	913	100	0,15	730	109	0,17	653	111	emulsja
0,12	1371	164	0,14	1027	144	0,18	821	148	0,20	735	147	emulsja
0,12	1218	146	0,14	913	128	0,18	730	131	0,20	653	131	emulsja
0,12	1066	128	0,14	799	112	0,18	638	115	0,20	571	114	emulsja
0,12	1218	146	0,14	913	128	0,18	730	131	0,20	653	131	emulsja
0,10	914	91	0,12	685	82	0,14	547	77	0,16	490	78	emulsja
0,30	2285	685	0,36	1711	616	0,38	1368	520	0,40	1224	490	na sucho/emuls.
0,30	2132	640	0,36	1597	575	0,38	1277	485	0,40	1143	457	na sucho/emuls.
0,30	2132	640	0,36	1597	575	0,38	1277	485	0,40	1143	457	emulsja
0,28	2132	597	0,32	1597	511	0,35	1277	447	0,38	1143	434	emulsja
0,10	914	91	0,12	685	82	0,14	547	77	0,16	490	78	emulsja
0,10	762	76	0,12	570	68	0,14	456	64	0,16	408	65	emulsja
0,26	6092	1599	0,32	4564	1460	0,40	3648	1459	0,45	3265	1469	emulsja
0,26	5483	1439	0,32	4107	1314	0,40	3283	1313	0,45	2938	1322	emulsja
0,26	4264	1119	0,32	3195	1022	0,40	2554	1022	0,45	2285	1028	emulsja
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
0,26	2437	640	0,32	1825	584	0,40	1459	584	0,45	1306	588	na sucho
0,18	1523	274	0,25	1141	285	0,30	912	274	0,32	816	261	woda/pow.
0,18	1218	219	0,25	913	228	0,30	730	219	0,32	653	209	na sucho/pow.
0,18	1218	219	0,25	913	228	0,30	730	219	0,32	653	209	na sucho/pow.

Tabela 3.34 GARANT Wiertła HPC 12xD (wykonane całkowicie ze stopów twardych - TiAlN)

Numer katalogowy 123210
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ do 3 mm			∅ powyżej 3 do 5 mm			∅ powyżej 5 do 8 mm		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	60	80	100	0,09	8488	764	0,16	6366	1019	0,22	3198	862
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	50	70	90	0,09	7958	668	0,16	5570	891	0,22	3428	754
2.0	Stale automatowe	< 850	60	80	100	0,09	7958	764	0,16	6366	1019	0,22	3918	862
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	50	70	90	0,09	7958	668	0,16	5570	891	0,22	3428	754
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	55	65	85	0,08	6897	552	0,15	5173	776	0,21	3183	668
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	55	65	85	0,08	6897	552	0,15	5173	776	0,21	3183	668
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	65	85	0,05	6897	345	0,08	5173	414	0,12	3183	382
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	65	85	0,05	6897	345	0,08	5173	414	0,12	3183	382
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200		–			–			–			–	
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	55	75	95	0,09	7958	716	0,16	5968	955	0,22	3918	808
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	50	70	90	0,09	7427	668	0,16	5570	891	0,22	3673	754
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	55	65	85	0,08	6897	552	0,15	5173	776	0,21	3428	668
7.0	Stale do azotowania	< 1000	55	65	85	0,05	6897	345	0,08	5173	414	0,12	3428	382
7.1	Stale do azotowania	> 1000	55	65	85	0,05	6897	345	0,08	5173	414	0,12	3428	382
8.0	Stale narzędziowe	< 850		–			–			–			–	
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100		–			–			–			–	
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400		–			–			–			–	
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–			–			–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	50	70	90	0,05	7427	371	0,08	5570	446	0,12	3428	441
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	55	65	85	0,05	6897	345	0,08	5173	414	0,12	3183	382
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	55	65	85	0,05	6897	345	0,08	5173	414	0,12	3183	382
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	40	60	80	0,05	6366	318	0,08	4775	382	0,12	2938	353
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB		–			–			–			–	
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–			–	
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–			–	
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	20	30	40	0,02	3183	64	0,04	2387	95	0,08	1469	118
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	20	25	30	0,02	2653	53	0,04	1989	80	0,08	1224	98
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350		–			–			–			–	
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			–			–			–			–	
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			–			–			–			–	
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–			–			–			–	
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–			–			–			–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–			–			–			–	
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–			–			–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–			–			–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			–			–			–	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–			–			–	
19.0	Grafit			–			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–			–	
20.2	GFK i CFK		-30%	–	+30%		–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła.
Ciśnienie cieczy chłodząco-smarującej powinno wynosić 25 bar.



∅ powyżej 8 do 12 mm			∅ powyżej 12 do 16 mm			∅ powyżej 16 do 20 mm			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,28	2546	713	0,34	1819	618	0,38	1415	538	
0,28	2228	624	0,34	1592	541	0,38	1238	470	
0,28	2546	713	0,34	1819	657	0,38	1415	538	
0,28	2228	624	0,34	1592	618	0,38	1238	470	
0,27	2069	559	0,32	1478	473	0,37	1149	425	
0,27	2069	559	0,32	1478	473	0,37	1149	425	
0,15	2069	310	0,20	1478	296	0,25	1149	287	
0,15	2069	310	0,20	1478	296	0,25	1149	287	
	–			–			–		
0,28	2387	668	0,34	1705	580	0,38	1326	504	
0,28	2228	624	0,34	1592	541	0,38	1238	470	
0,27	2069	559	0,32	1478	473	0,37	1149	425	
0,15	2069	310	0,20	1478	296	0,25	1149	287	
0,15	2069	310	0,20	1478	296	0,25	1149	287	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
0,15	2228	334	0,20	1592	318	0,25	1238	309	
0,15	2069	310	0,20	1478	296	0,25	1149	287	
0,15	2069	310	0,20	1478	296	0,25	1149	287	
0,15	1910	286	0,20	1364	273	0,25	1061	265	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
0,12	955	115	0,16	682	109	0,20	531	106	
0,12	796	95	0,16	568	91	0,20	442	88	
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		

Tabela 3.35 GARANT Wysokowydajne wiertła do 12xD z chłodzeniem wewnętrznym (wykonane całkowicie ze stopów twardych - TiAlN)

Numer katalogowy 123300
DIN Norma zakładowa
Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 3,0 – 5,9			∅ 6,0 – 8,9		
						f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	70 – **80** – 90			0,14	5722	801	0,20	3418	684
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	60 – **70** – 80			0,10	5007	501	0,15	2991	449
2.0	Stale automatowe	< 850	70 – **80** – 90			0,14	5722	801	0,20	3418	684
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	60 – **70** – 80			0,10	5007	501	0,15	2991	449
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	70 – **65** – 90			0,14	4649	651	0,20	2777	555
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	60 – **65** – 80			0,14	4649	651	0,20	2777	555
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50 – **65** – 70			0,10	4649	465	0,15	2777	417
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	40 – **65** – 60			0,14	4649	651	0,20	2777	555
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	30 – **50** – 50			0,10	3577	358	0,15	2136	320
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	60 – **75** – 80			0,14	5356	751	0,20	3204	641
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	60 – **70** – 80			0,14	5007	701	0,20	2991	598
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	55 – **65** – 75			0,10	4649	465	0,15	2777	417
7.0	Stale do azotowania	< 1000	55 – **65** – 75			0,10	4649	465	0,15	2777	417
7.1	Stale do azotowania	> 1000	55 – **65** – 75			0,08	4649	372	0,12	2777	333
8.0	Stale narzędziowe	< 850	55 – **65** – 75			0,10	4649	465	0,15	2777	417
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	40 – **50** – 60			0,10	3577	358	0,15	2136	320
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	25 – **30** – 35			0,10	2146	215	0,15	1282	192
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	25 – **30** – 35			0,10	2146	215	0,15	1282	192
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–			–			–		
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–			–			–		
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–			–			–		
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	–			–			–		
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–			–			–		
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	25 – **30** – 35			0,10	2146	215	0,15	1282	192
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	–			–			–		
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	–			–			–		
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	–			–			–		
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	30 – **40** – 50			0,09	2861	258	0,11	1709	188
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–			–			–		
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	60 – **75** – 85			0,18	5365	966	0,24	3204	769
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	60 – **70** – 80			0,18	5007	901	0,24	2991	718
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	60 – **70** – 80			0,18	5007	901	0,24	2991	718
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	60 – **70** – 80			0,16	5007	801	0,22	2991	658
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–			–			–		
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–			–			–		
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	–			–			–		
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		–			–			–		
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		–			–			–		
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	–			–			–		
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	–			–			–		
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	–			–			–		
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	–			–			–		
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	–			–			–		
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	–			–			–		
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	–			–			–		
19.0	Grafit		–			–			–		
20.0	Termoplasty		40 – **50** – 60			0,08	3577	286	0,12	2136	213
20.1	Duroplasty		30 – **40** – 50			0,08	2861	229	0,12	1709	205
20.2	GFK i CFK		35 – **40** – 45			0,08	2861	229	0,12	1709	205

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.
Ciśnienie cieczy chłodząco-smarującej powinno wynosić 40 bar.



∅ 9,0 – 11,9			∅ 12,0 – 15,9			∅ 16,0 – 18,9			∅ 19,0 – 20,0			Środek chłodząco-smarujący
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,28	2437	682	0,36	1825	657	0,40	1459	584	0,45	1306	588	emulsja
0,20	2132	426	0,26	1597	415	0,30	1277	383	0,32	1143	366	emulsja
0,28	2437	682	0,36	1825	657	0,40	1459	584	0,45	1306	588	emulsja
0,20	2132	426	0,26	1597	415	0,30	1277	383	0,32	1143	366	emulsja
0,28	1980	554	0,36	1483	534	0,40	1186	474	0,45	1061	477	emulsja
0,28	1980	554	0,36	1483	534	0,40	1186	474	0,45	1061	477	emulsja
0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	emulsja
0,28	1980	554	0,36	1483	534	0,40	1186	474	0,45	1061	477	emulsja
0,20	1523	305	0,26	1141	297	0,30	912	274	0,32	816	261	emulsja
0,28	2285	640	0,36	1711	616	0,40	1368	574	0,45	1224	551	emulsja
0,28	2132	597	0,36	1597	575	0,40	1277	511	0,45	1143	514	emulsja
0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	emulsja
0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,30	1186	356	0,32	1061	340	emulsja
0,18	1980	356	0,24	1483	356	0,28	1186	332	0,30	1061	318	emulsja
0,20	1980	396	0,26	1483	386	0,28	1186	332	0,32	1061	340	emulsja
0,20	1523	305	0,26	1141	297	0,28	912	255	0,32	816	261	emulsja
0,20	914	183	0,26	685	178	0,28	547	153	0,32	490	157	emulsja
0,20	914	183	0,26	685	178	0,28	547	153	0,32	490	157	emulsja
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
0,20	914	183	0,26	685	178	0,28	547	153	0,32	490	157	emulsja
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
0,15	1218	183	0,20	913	183	0,24	730	175	0,27	653	176	emulsja
	–			–			–			–		
0,30	2285	685	0,35	1711	599	0,38	1368	520	0,40	1224	490	na sucho/emuls.
0,30	2132	640	0,35	1597	559	0,38	1277	485	0,40	1143	457	na sucho/emuls.
0,30	2132	640	0,35	1597	559	0,38	1277	485	0,40	1143	457	emulsja
0,28	2132	597	0,34	1597	543	0,36	1277	460	0,38	1143	434	emulsja
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
	–			–			–			–		
0,14	1523	213	0,18	1141	205	0,22	912	201	0,28	816	229	woda/pow.
0,14	1218	171	0,18	913	164	0,22	730	161	0,28	653	183	na sucho/pow.
0,14	1218	171	0,18	913	164	0,22	730	161	0,28	653	183	na sucho/pow.

Tabela 3.36 GARANT Wiertła do głębokich otworów z chłodzeniem wewnętrznym, 20xD/30xD (wykonane całkowicie ze stopów twardych - TiAlN)

Numery katalogowe 123690; 123695

Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ do 3 mm			∅ >3 do 5 mm		
						f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	65	95	130	0,08	10080	806	0,10	7560	756
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	60	85	110	0,05	9019	451	0,08	6764	541
2.0	Stale automatowe	< 850	65	95	130	0,08	10080	806	0,10	7560	756
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	60	85	110	0,05	9019	451	0,08	6764	541
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	60	80	100	0,05	8488	424	0,08	6366	509
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	60	80	100	0,05	8488	679	0,10	6366	637
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	60	80	100	0,05	8488	424	0,08	6366	509
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	60	80	100	0,05	8488	424	0,08	6366	509
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	45	60	75	0,05	6366	318	0,08	4775	382
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	60	90	120	0,08	9549	764	0,10	7162	716
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	60	85	110	0,08	9019	722	0,10	6764	676
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	60	80	110	0,05	8488	424	0,08	6366	509
7.0	Stale do azotowania	< 1000	60	80	100	0,05	8488	424	0,08	6366	509
7.1	Stale do azotowania	> 1000	60	80	100	0,05	8488	424	0,08	6366	509
8.0	Stale narzędziowe	< 850	45	60	75	0,05	6366	318	0,08	4775	382
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	60	80	100	0,05	8488	424	0,08	6366	509
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	45	60	75	0,05	6366	318	0,08	4775	382
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–			–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	45	60	75	0,05	6366	318	0,08	4775	382
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	45	60	75	0,05	6366	318	0,08	4775	382
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	30	40	50	0,05	4244	212	0,08	3183	255
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	25	35	45	0,05	3714	186	0,08	2785	223
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	60	90	120	0,10	9549	955	0,18	7162	1289
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	60	85	110	0,10	9019	902	0,18	6764	1218
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	60	85	110	0,10	9019	902	0,18	6764	1218
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–	
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–			–			–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–			–			–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350		–			–			–	
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			–			–			–	
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			–			–			–	
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–			–			–	
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–			–			–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–			–			–	
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–			–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–			–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			–			–	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–			–	
19.0	Grafit			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania. Ciśnienie cieczy chłodząco-smarującej powinno wynosić 25 bar.





	∅ >5–8 mm			∅ >8–12 mm			Środek chłodząco-smarujący
	f	n	vf	f	n	vf	
	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
	0,15	4652	698	0,20	3024	605	emulsja
	0,12	4163	500	0,15	2706	406	emulsja
	0,15	4652	698	0,20	3024	605	emulsja
	0,12	4163	500	0,15	2706	406	emulsja
	0,12	3918	470	0,15	2546	382	emulsja
	0,15	3918	588	0,20	2546	509	emulsja
	0,12	3918	470	0,15	2546	382	emulsja
	0,12	3918	470	0,15	2546	382	emulsja
	0,12	2938	353	0,15	1910	286	emulsja
	0,15	4407	661	0,20	2865	573	emulsja
	0,15	4163	624	0,20	2706	541	emulsja
	0,12	3918	470	0,15	2546	382	emulsja
	0,12	3918	470	0,15	2546	382	emulsja
	0,12	3918	470	0,15	2546	382	emulsja
	0,12	2938	353	0,15	1910	286	emulsja
	0,12	3918	470	0,15	2546	382	emulsja
	0,12	2938	353	0,15	1910	286	emulsja
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
	0,12	2938	353	0,15	1910	286	emulsja
	0,12	2938	353	0,15	1910	286	emulsja
	0,12	1959	235	0,15	1273	191	emulsja
	0,12	1714	206	0,15	1114	167	emulsja
		–			–		
	0,24	4407	1058	0,30	2865	859	na sucho/pow.
	0,24	4163	999	0,30	2706	812	na sucho/pow.
	0,24	4163	999	0,30	2706	812	emulsja
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		
		–			–		

Tabela 3.37 Wiertła z koronkami do 3/5/7xD (SECO CrownLoc z koronkami wykonanymi całkowicie ze stopów twardych)

Numery katalogowe 231020; 231030; 231032
Liczba ostrzy efektywnych 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 12,00 – 13,99				∅ 14,00 – 15,99			
						f		n	vf	f		n	vf
						min.	maks.			min.	maks.		
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]		[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]		[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	90	100	130	0,27	0,32	2449	784	0,30	0,35	2122	637
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	90	100	130	0,27	0,32	2449	784	0,30	0,35	2122	637
2.0	Stale automatowe	< 850	80	90	130	0,20	0,30	2204	661	0,22	0,32	1910	420
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	40	50	90	0,15	0,25	1224	306	0,15	0,26	1061	159
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	80	85	120	0,20	0,30	2081	624	0,22	0,32	1804	397
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	80	85	120	0,20	0,30	2081	624	0,22	0,32	1804	397
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	40	60	120	0,15	0,30	1469	441	0,15	0,32	1273	191
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	40	60	120	0,15	0,30	1469	441	0,15	0,32	1273	191
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	40	50	90	0,15	0,25	1224	306	0,15	0,26	1061	159
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	80	85	120	0,20	0,30	2081	624	0,22	0,32	1804	397
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	40	60	120	0,15	0,30	1469	441	0,15	0,32	1273	191
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	30	45	90	0,12	0,25	1102	275	0,12	0,26	955	115
7.0	Stale do azotowania	< 1000	80	85	120	0,20	0,30	2081	624	0,22	0,32	1804	397
7.1	Stale do azotowania	> 1000	30	40	80	0,12	0,24	979	235	0,12	0,24	849	102
8.0	Stale narzędziowe	< 850	80	85	120	0,20	0,30	2081	624	0,22	0,32	1804	397
8.1	Stale narzędziowe	850– 1100	40	50	90	0,15	0,25	1224	306	0,15	0,26	1061	159
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	40	50	90	0,15	0,25	1224	306	0,15	0,26	1061	159
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	40	60	120	0,15	0,30	1469	441	0,15	0,32	1273	191
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	30	40	80	0,12	0,24	979	235	0,12	0,24	849	102
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	30	40	80	0,12	0,24	979	235	0,12	0,24	849	102
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	30	40	80	0,12	0,24	979	235	0,12	0,24	849	102
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	30	40	80	0,12	0,24	979	235	0,12	0,24	849	102
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	30	40	80	0,12	0,24	979	235	0,12	0,24	849	102
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	30	55	120	0,12	0,30	1347	404	0,12	0,32	1167	140
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	60	70	90	0,10	0,14	1714	240	0,12	0,16	1485	178
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	60	65	90	0,10	0,14	1592	223	0,12	0,16	1379	166
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	50	60	90	0,10	0,14	1469	206	0,12	0,16	1273	153
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	40	60	120	0,15	0,30	1469	441	0,15	0,32	1273	191
14.0	Stopy specjalne	< 1200		25		0,07	0,13	612	80	0,08	0,15	531	42
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	100	120	160	0,20	0,40	2938	1175	0,25	0,50	2546	637
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	70	90	130	0,20	0,40	2204	881	0,25	0,45	1910	477
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	70	90	130	0,20	0,40	2204	881	0,25	0,45	1910	477
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	70	80	110	0,15	0,35	1959	686	0,20	0,40	1698	340
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		45		0,13	0,20	1102	220	0,16	0,24	955	153
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		45		0,13	0,20	1102	220	0,16	0,24	955	153
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	150	180	250	0,35	0,55	4407	2424	0,40	0,60	3820	1528
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		150	180	250	0,35	0,55	4407	2424	0,40	0,60	3820	1528
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		100	125	200	0,35	0,55	3061	1683	0,40	0,60	2653	1061
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	150	200	250	0,35	0,55	4897	2693	0,40	0,60	4244	1698
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	150	200	250	0,35	0,55	4897	2693	0,40	0,60	4244	1698
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	100	150	200	0,35	0,55	3673	2020	0,40	0,60	3183	1273
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	100	150	200	0,35	0,55	3673	2020	0,40	0,60	3183	1273
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	100	150	200	0,35	0,55	3673	2020	0,40	0,60	3183	1273
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	100	150	200	0,35	0,55	3673	2020	0,40	0,60	3183	1273
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	100	140	200	0,35	0,55	3428	1885	0,40	0,60	2971	1188
19.0	Grafit			–				–				–	
20.0	Termoplasty			–				–				–	
20.1	Duroplasty			–				–				–	
20.2	GFK i CFK			–				–				–	







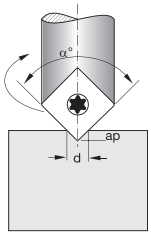
∅ 16,00 – 17,99					∅ 18,00 – 19,99					∅ 20,00 – 25,4					Koronka wiert.
	f		n	vf		f		n	vf		f		n	vf	Geometria
min.		maks.			min.		maks.			min.		maks.			
	[mm/obr.]		[1/min]	[mm/min]		[mm/obr.]		[1/min]	[mm/min]		[mm/obr.]		[1/min]	[mm/min]	
0,32	–	0,37	1872	693	0,32	–	0,37	1675	620	0,32	–	0,37	1384	512	P
0,32	–	0,37	1872	693	0,32	–	0,37	1675	620	0,32	–	0,37	1384	512	P
0,25	–	0,35	1685	590	0,25	–	0,35	1508	528	0,25	–	0,30	1246	436	P
0,15	–	0,28	936	262	0,15	–	0,30	838	251	0,15	–	0,30	692	208	P
0,25	–	0,35	1592	557	0,25	–	0,35	1424	498	0,25	–	0,35	1176	412	P
0,25	–	0,35	1592	557	0,25	–	0,35	1424	498	0,25	–	0,35	1176	412	P
0,15	-	0,35	1123	393	0,15	-	0,35	1005	352	0,15	-	0,35	830	291	P
0,15	–	0,35	1123	393	0,15	–	0,35	1005	352	0,15	–	0,35	830	291	P
0,15	–	0,28	936	262	0,15	–	0,30	838	251	0,15	–	0,30	692	208	P
0,25	–	0,35	1592	557	0,25	–	0,35	1424	498	0,25	–	0,35	1176	412	P
0,15	–	0,35	1123	393	0,15	–	0,35	1005	352	0,15	–	0,35	830	291	P
0,12	–	0,28	843	236	0,12	–	0,30	754	226	0,12	–	0,30	623	187	P M
0,25	–	0,35	1592	557	0,25	–	0,35	1424	498	0,25	–	0,35	1176	412	P
0,12	–	0,26	749	195	0,12	–	0,28	670	188	0,12	–	0,28	554	155	M
0,25	–	0,35	1592	557	0,25	–	0,35	1424	498	0,25	–	0,35	1176	412	P
0,15	–	0,28	936	262	0,15	–	0,30	838	251	0,15	–	0,30	692	208	P
0,15	–	0,28	936	262	0,15	–	0,30	838	251	0,15	–	0,30	692	208	P
0,15	–	0,35	1123	393	0,15	–	0,35	1005	352	0,15	–	0,35	830	291	P
0,12	–	0,26	749	195	0,12	–	0,28	670	188	0,12	–	0,28	554	155	M
0,12	–	0,26	749	195	0,12	–	0,28	670	188	0,12	–	0,28	554	155	M
0,12	–	0,26	749	195	0,12	–	0,28	670	188	0,12	–	0,28	554	155	M
0,12	–	0,26	749	195	0,12	–	0,28	670	188	0,12	–	0,28	554	155	M
0,12	–	0,26	749	195	0,12	–	0,28	670	188	0,12	–	0,28	554	155	M
0,12	–	0,35	1030	360	0,12	–	0,35	921	322	0,12	–	0,35	761	266	P M
0,12	–	0,16	1311	210	0,14	–	0,18	1173	211	0,14	–	0,18	969	174	P
0,12	–	0,16	1217	195	0,14	–	0,18	1089	196	0,14	–	0,18	900	162	P
0,12	–	0,16	1123	180	0,14	–	0,18	1005	181	0,14	–	0,18	830	149	P M
0,15	–	0,35	1123	393	0,15	–	0,35	1005	352	0,15	–	0,35	830	291	P
0,10		0,18	468	84	0,10		0,18	419	75	0,10		0,18	346	62	M
0,30	–	0,60	2247	1348	0,30	–	0,60	2010	1206	0,30	–	0,60	1661	996	K
0,30	–	0,50	1685	843	0,30	–	0,50	1508	754	0,30	–	0,50	1246	623	K
0,30	–	0,50	1685	843	0,30	–	0,50	1508	754	0,30	–	0,50	1246	623	K
0,25	–	0,45	1498	674	0,25	–	0,45	1340	603	0,25	–	0,45	1107	498	K
0,18		0,27	843	227	0,18		0,27	754	204	0,18		0,27	623	168	M
0,18		0,27	843	227	0,18		0,27	754	204	0,18		0,27	623	168	M
0,40	–	0,60	3370	2022	0,45	–	0,65	3016	1960	0,45	–	0,65	2491	1619	M
0,40	–	0,60	3370	2022	0,45	–	0,65	3016	1960	0,45	–	0,65	2491	1619	M
0,40	–	0,60	2341	1404	0,45	–	0,65	2094	1361	0,45	–	0,65	1730	1124	M
0,40	–	0,60	3745	2247	0,45	–	0,65	3351	2178	0,45	–	0,65	2768	1799	M
0,40	–	0,60	3745	2247	0,45	–	0,65	3351	2178	0,45	–	0,65	2768	1799	M
0,40	–	0,60	2809	1685	0,45	–	0,65	3351	2178	0,45	–	0,65	2076	1349	M
0,40	–	0,60	2809	1685	0,45	–	0,65	2513	1633	0,45	–	0,65	2076	1349	M
0,40	–	0,60	2809	1685	0,45	–	0,65	2513	1633	0,45	–	0,65	2076	1349	M
0,40	–	0,60	2809	1685	0,45	–	0,65	2513	1633	0,45	–	0,65	2076	1349	M
0,40	–	0,60	2621	1573	0,45	–	0,65	2345	1525	0,45	–	0,65	1938	1259	M
	–		–			–		–			–		–		– –
	–		–			–		–			–		–		– –
	–		–			–		–			–		–		– –
	–		–			–		–			–		–		– –

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą minimalnej średnicy wiertła, wartości początkowej prędkości skrawania i posuwu maksymalnego f.

Przy wierceniu w stalach o wysokiej wytrzymałości i nierdzewnych konieczne jest obniżenie o 50% zalecanego posuwu na pierwszych 5 mm.

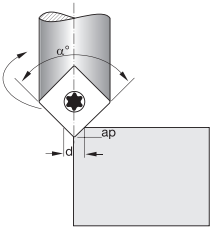
Tabela 3.38 GARANT Nawiertaki do obrabiarek NC z płytkami skrawającymi

Numer katalogowy 231500



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc	Nawiercanie					
				Wielkość płytek					
				10			16		
				maks. głębokość wiercenia $a_{p\ maks.}$ [mm]					
				4			7		
				∅ maks. 11,2			∅ maks. 15		
				f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	[m/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	150	0,05	4263	213	0,05	3183	159
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	120	0,05	3410	171	0,05	2546	127
2.0	Stale automatowe	< 850	120	0,05	3410	171	0,05	2546	127
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	120	0,04	3410	136	0,04	2546	102
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	120	0,05	3410	171	0,05	2546	127
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	120	0,05	3410	171	0,05	2546	127
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	100	0,04	2842	114	0,04	2122	85
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	80	0,03	2274	68	0,03	1698	51
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	50	0,03	1421	43	0,03	1061	32
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	70	0,03	1989	60	0,03	1485	45
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	50	0,03	1421	43	0,03	1061	32
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50	0,03	1421	43	0,03	1061	32
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50	0,03	1421	43	0,03	1061	32
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50	0,03	1421	43	0,03	1061	32
8.0	Stale narzędziowe	< 850	60	0,04	1705	68	0,04	1273	51
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	50	0,03	1421	43	0,03	1061	32
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	50	0,03	1421	43	0,03	1061	32
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	50	0,03	1421	43	0,03	1061	32
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	60	0,03	1705	51	0,03	1273	38
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	60	0,03	1705	51	0,03	1273	38
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	60	0,03	1705	51	0,03	1273	38
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	50	0,03	1421	43	0,03	1061	32
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	50	0,03	1421	43	0,03	1061	32
14.0	Stopy specjalne	< 1200	50	0,03	1421	43	0,03	1061	32
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	200	0,05	5684	284	0,05	4244	212
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	180	0,05	5116	256	0,05	3820	191
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	160	0,05	4547	227	0,05	3395	170
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	150	0,05	4263	213	0,05	3183	159
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	60	0,03	1705	51	0,03	1273	38
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	30	0,03	853	26	0,03	637	19
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	300	0,08	8526	682	0,08	6366	509
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		300	0,08	8526	682	0,08	6366	509
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		250	0,08	7105	568	0,08	5305	424
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	300	0,08	8526	682	0,08	6366	509
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	300	0,08	8526	682	0,08	6366	509
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	250	0,08	7105	568	0,08	5305	424
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	300	0,08	8526	682	0,08	6366	509
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	250	0,08	7105	568	0,08	5305	424
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	300	0,08	8526	682	0,08	6366	509
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	250	0,08	7105	568	0,08	5305	424

Wskazówka: Wielkość 10 stosować przede wszystkim na słabszych obrabiarkach.











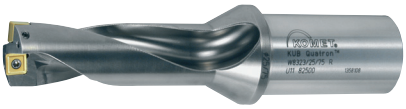
Fazowanie							Środek chłodząco-smarujący	Zalecany materiał narzędzia skrawającego
Wielkość płytek								
10			16					
maks. głębokość wiercenia $a_{p\ maks.}$ [mm]								
4			7					
∅ max 11,2			∅ max 15					
f	n	vf	f	n	vf			
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]			
0,15	4263	639	0,15	3183	477		emulsja	HB7525
0,15	3410	512	0,15	2546	382		emulsja	HB7525
0,15	3410	512	0,15	2546	382		emulsja	HB7525
0,12	3410	409	0,12	2546	306		emulsja	HB7525
0,15	3410	512	0,15	2546	382		emulsja	HB7525
0,15	3410	512	0,15	2546	382		emulsja	HB7525
0,12	2842	341	0,12	2122	255		emulsja	HB7525
0,09	2274	205	0,09	1698	153		emulsja	HB7525
0,09	1421	128	0,09	1061	95		emulsja	HB7525
0,09	1989	179	0,09	1485	134		emulsja	HB7525
0,09	1421	128	0,09	1061	95		emulsja	HB7525
0,09	1421	128	0,09	1061	95		emulsja	HB7525
0,09	1421	128	0,09	1061	95		emulsja	HB7525
0,09	1421	128	0,09	1061	95		emulsja	HB7525
0,12	1705	205	0,12	1273	153		emulsja	HB7525
0,09	1421	128	0,09	1061	95		emulsja	HB7525
0,09	1421	128	0,09	1061	95		emulsja	HB7525
0,09	1421	128	0,09	1061	95		emulsja	HB7525
0,09	1705	153	0,09	1273	115		emulsja	HB7525
0,09	1705	153	0,09	1273	115		emulsja	HB7735
0,09	1705	153	0,09	1273	115		emulsja	HB7735
0,09	1421	128	0,09	1061	95		emulsja	HB7735
0,09	1421	128	0,09	1061	95		emulsja	HB7735
0,09	1421	128	0,09	1061	95		emulsja	HB7525
0,15	5684	853	0,15	4244	637		na sucho/pow.	HB7525
0,15	5116	767	0,15	3820	573		na sucho/pow.	HB7525
0,15	4547	682	0,15	3395	509		emulsja	HB7525
0,15	4263	639	0,15	3183	477		emulsja	HB7525
0,09	1705	153	0,09	1273	115		emulsja	HB7735
0,09	853	77	0,09	637	57		emulsja	HB7735
0,24	8526	2046	0,24	6366	1528		emulsja	HB7735
0,24	8526	2046	0,24	6366	1528		emulsja	HB7735
0,24	7105	1705	0,24	5305	1273		emulsja	HB7735
0,24	8526	2046	0,24	6366	1528		emulsja	HB7735
0,24	8526	2046	0,24	6366	1528		emulsja	HB7735
0,24	7105	1705	0,24	5305	1273		emulsja	HB7735
0,24	8526	2046	0,24	6366	1528		emulsja	HB7735
0,24	7105	1705	0,24	5305	1273		emulsja	HB7735
0,24	8526	2046	0,24	6366	1528		emulsja	HB7735
0,24	7105	1705	0,24	5305	1273		emulsja	HB7735

Tabela 3.39 KOMET – Wiertła do wiercenia w pełnym materiale z płytkami skrawającymi 2/3/4xD (KUB Quatron)

Numery katalogowe 235500; 235502, 235505, 235507

Liczba ostrzy efektywnych 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 14 – 17,5			∅ 17,6 – 27		
						f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	Start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	260	300	320	0,10	6063	606	0,12	4282	514
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	210	250	270	0,12	5053	606	0,16	3568	571
2.0	Stale automatowe	< 850	260	300	320	0,14	6063	849	0,18	4282	771
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	210	250	270	0,12	5053	606	0,16	3568	571
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	200	230	250	0,12	4648	558	0,16	3283	525
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	170	200	220	0,12	4042	485	0,16	2855	457
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	170	200	220	0,12	4042	485	0,16	2855	457
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	170	200	220	0,12	4042	485	0,16	2855	457
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	130	160	180	0,10	3234	323	0,14	2284	320
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	190	220	240	0,12	4446	534	0,16	3140	502
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	170	200	220	0,12	4042	485	0,16	2855	457
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	130	160	180	0,10	3234	323	0,14	2284	320
7.0	Stale do azotowania	< 1000	170	200	220	0,12	4042	485	0,16	2855	457
7.1	Stale do azotowania	> 1000	130	160	180	0,10	3234	323	0,14	2284	320
8.0	Stale narzędziowe	< 850	190	220	240	0,12	4446	534	0,16	3140	502
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	130	160	180	0,10	3234	323	0,14	2248	320
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	100	130	150	0,08	2627	210	0,12	1856	223
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	80	100	130	0,08	2021	162	0,10	1427	143
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	50	60	70	0,06	1213	73	0,08	856	69
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	50	60	70	0,06	1213	73	0,08	856	69
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	40	50	55	0,06	1011	61	0,08	714	57
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	100	130	150	0,05	2627	131	0,06	1856	111
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	150	180	200	0,08	3638	291	0,12	2569	308
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	140	160	170	0,08	3234	259	0,12	2284	274
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	130	150	160	0,08	3032	243	0,12	2141	257
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	140	160	180	0,06	3234	194	0,10	2284	228
14.0	Stopy specjalne	< 1200	50	60	70	0,06	1213	73	0,10	856	86
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	180	200	220	0,16	4042	647	0,20	2855	571
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	180	200	220	0,14	4042	566	0,18	2855	514
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	140	160	180	0,14	3234	453	0,18	2284	411
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	120	140	150	0,14	2829	396	0,18	1998	360
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	60	80	90	0,06	1617	97	0,10	1142	114
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	50	60	70	0,06	1213	73	0,08	856	69
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	550	600	620	0,08	12126	970	0,10	8564	856
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		250	300	320	0,10	6063	606	0,14	4282	600
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		200	250	270	0,12	5053	606	0,16	3568	571
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	240	280	300	0,14	5659	792	0,18	3997	719
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	240	280	300	0,14	5659	792	0,18	3997	719
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	240	280	300	0,12	5659	679	0,14	3997	560
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	350	400	420	0,12	8084	970	0,14	5710	799
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 - 850	350	400	420	0,12	8084	970	0,14	5710	799
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	300	350	370	0,12	7074	849	0,14	4996	699
18.6	Brąz dający długi wiór	850 - 1200	250	300	320	0,12	6063	728	0,14	4282	600
19.0	Grafit			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–	



∅ 27,1– 33			∅ 33,1 – 44			Materiał narzędzia skrawającego Gatunek	
f	n	vf	f	n	vf		
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	Zalecenie	Alternatywa
0,14	3178	445	0,16	2477	396	BK 79/-01	BK 84/-13
0,20	2648	530	0,25	2064	516	BK 79/-01	BK 84/-13
0,25	3178	794	0,30	2477	743	BK 79/-01	BK 84/-13
0,20	2648	530	0,25	2064	516	BK 79/-01	BK 84/-13
0,20	2436	487	0,25	1899	475	BK 79/-01	BK 84/-13
0,20	2119	424	0,25	1651	413	BK 79/-01	BK 84/-13
0,20	2119	424	0,25	1651	413	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2119	424	0,25	1651	413	BK 84/-01	BK 84/-13
0,16	1695	271	0,18	1321	238	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2330	466	0,25	1817	454	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2119	424	0,25	1651	413	BK 84/-01	BK 84/-13
0,16	1695	271	0,18	1321	238	BK 84/-01	BK 84/-13
0,20	2119	424	0,25	1651	413	BK 2730/-21	BK 84/-13
0,16	1695	271	0,18	1321	238	BK 2730/-21	BK 84/-13
0,20	2330	466	0,25	1817	454	BK 84/-01	BK 84/-13
0,16	1695	271	0,18	1321	238	BK 84/-01	BK 84/-13
0,14	1377	127	0,16	1073	172	BK 84/-01	BK 84/-13
0,12	1059	127	0,14	826	116	BK 2730/-21	BK 84/-13
0,10	636	64	0,12	495	59	BK 6115/-01	BK 84/-01
	–			–		–	–
	–			–		–	–
0,10	636	64	0,12	495	59	BK 6115/-01	BK 84/-01
0,10	530	53	0,12	413	50	BK 6115/-01	BK 84/-01
0,08	1377	110	0,10	1073	107	BK 6115/-01	BK 84/-13
0,14	1907	267	0,16	1486	238	BK 79/-01	BK 79/-01
0,14	1695	237	0,16	1321	211	BK 79/-01	BK 79/-01
0,14	1589	222	0,16	1239	198	BK 79/-01	BK 79/-01
0,12	1695	203	0,14	1321	185	BK 84/-01	BK 84/-01
0,12	636	76	0,14	495	69	BK 2730/-21	BK 79/-13
0,25	2119	530	0,30	1651	495	BK 6115/-01	–
0,22	2119	466	0,25	1651	413	BK 6115/-01	–
0,22	1695	373	0,25	1321	330	BK 6115/-01	–
0,22	1483	326	0,25	1156	289	BK 6115/-01	–
0,12	847	102	0,14	661	92	BK 2730/-21	BK 79/-13
0,10	636	64	0,12	495	59	BK 2730/-21	BK 79/-13
0,12	6356	763	0,14	4945	694	BK 7710/-21	BK 84/-01
0,16	3178	508	0,18	2477	446	BK 7710/-21	BK 84/-01
0,20	2648	530	0,25	2064	516	BK 7710/-21	BK 84/-01
0,22	2966	653	0,25	2312	578	BK 7710/-21	BK 84/-01
0,22	2966	653	0,25	2312	578	BK 7710/-21	BK 84/-01
0,16	2966	475	0,20	2312	462	BK 7710/-21	BK 84/-01
0,20	4273	847	0,25	3303	826	BK 7710/-21	BK 84/-01
0,20	4273	847	0,25	3303	826	BK 7710/-21	BK 84/-01
0,16	3707	593	0,20	2890	578	BK 7710/-21	BK 84/-01
0,16	3178	508	0,20	2477	495	BK 7710/-21	BK 84/-01
	–			–		–	–
	–			–		–	–
	–			–		–	–
	–			–		–	–





Wskazówka: Przy większych średnicach otworów konieczne jest sprawdzenie mocy obrabiarki.
Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła, wartości początkowej prędkości skrawania i maksymalnego posuwu f.

Uwaga: Przy przechodzeniu wiertła następuje odpadnięcie dna otworu. Przy obracających się przedmiotach, wskutek siły odśrodkowej, powstaje niebezpieczeństwo wypadku.

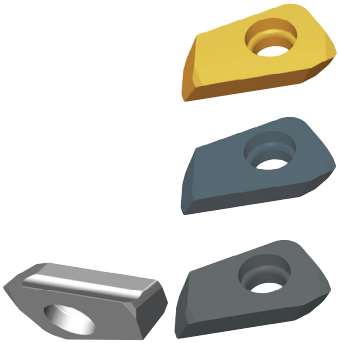
Tabela 3.40 KOMET – Wiertła do wiercenia w pełnym materiale z płytkami skrawającymi 5xD (KUB Duon)

Numery katalogowe 235520; 235530

Liczba ostrzy efektywnych 2 (płytki wymieniać zawsze parami)

Grupa materiało-wa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 17,3 – 20,7				∅ 20,8 – 29,7			
						f		n	vf	f		n	vf
						min.	maks.			min.	maks.		
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]		[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]		[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500		–		–		–	–	–		–	–
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	110	125	150	0,15	0,20	2040	408	0,18	0,22	1576	346
2.0	Stale automatowe	< 850	110	130	160	0,15	0,20	2122	424	0,18	0,25	1636	409
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	110	125	150	0,15	0,20	2040	408	0,18	0,25	1573	393
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	110	130	160	0,15	0,20	2122	424	0,18	0,25	1636	409
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	110	130	160	0,13	0,18	2122	382	0,18	0,25	1636	409
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	80	130	160	0,13	0,18	1632	294	0,18	0,25	1258	315
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	80	100	130	0,13	0,18	1632	294	0,18	0,25	1258	315
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	70	90	110	0,13	0,18	1469	264	0,18	0,25	1132	283
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	110	130	160	0,13	0,18	2122	382	0,18	0,25	1636	409
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	110	125	150	0,13	0,18	2040	376	0,18	0,25	1573	393
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	80	100	120	0,13	0,18	1632	294	0,18	0,25	1258	315
7.0	Stale do azotowania	< 1000	80	95	110	0,10	0,15	1551	233	0,15	0,20	1195	239
7.1	Stale do azotowania	> 1000	70	90	100	0,10	0,15	1469	220	0,15	0,20	1132	226
8.0	Stale narzędziowe	< 850	110	125	150	0,10	0,15	2040	306	0,15	0,20	1573	315
8.1	Stale narzędziowe	850– 1100	100	110	130	0,10	0,15	1796	269	0,15	0,20	1384	277
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	70	90	100	0,10	0,15	1469	220	0,15	0,20	1132	226
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–		–		–	–	–		–	–
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–		–		–	–	–		–	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–		–		–	–	–		–	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–		–		–	–	–		–	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–		–		–	–	–		–	–
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–		–		–	–	–		–	–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	60	75	90	0,08	0,13	1224	159	0,12	0,18	944	170
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700		–		–		–	–	–		–	–
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		–		–		–	–	–		–	–
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–		–		–	–	–		–	–
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		–		–		–	–	–		–	–
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–		–		–	–	–		–	–
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	130	150	180	0,20	0,30	2449	735	0,30	0,45	1887	849
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	100	120	140	0,20	0,30	1959	588	0,30	0,40	1510	604
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	100	120	140	0,20	0,30	1959	588	0,30	0,45	1510	679
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	80	100	120	0,20	0,30	1632	490	0,30	0,40	1258	566
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–		–		–	–	–		–	–
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–		–		–	–	–		–	–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	300	450	600	0,10	0,22	7346	1616	0,18	0,30	5662	1698
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		250	350	500	0,10	0,20	5713	1143	0,15	0,20	4403	881
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		250	350	500	0,15	0,28	5713	1600	0,20	0,35	4403	1541
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	120	150	180	0,10	0,20	2449	490	0,15	0,20	1887	377
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	120	150	180	0,15	0,20	2449	490	0,20	0,30	1887	566
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–		–		–	–	–		–	–
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	120	150	180	0,15	0,20	2449	490	0,20	0,30	1887	566
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	120	150	180	0,15	0,20	2449	490	0,20	0,30	1887	566
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–		–		–	–	–		–	–
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–		–		–	–	–		–	–
19.0	Grafit			–		–		–	–	–		–	–
20.0	Termoplasty			–		–		–	–	–		–	–
20.1	Duroplasty			–		–		–	–	–		–	–
20.2	GFK i CFK			–		–		–	–	–		–	–





∅ 29,8 – 36,2					∅ 36,3 – 44,2					Zalecany materiał narzędzia skrawającego
f			n	vf	f			n	vf	
min.		maks.			min.		maks.			
[mm/obr.]			[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]			[1/min]	[mm/min]	Gatunek
	–		–	–		–		–	–	
0,20	–	0,25	1202	301	0,22	–	0,27	987	267	BK 8440
0,20	–	0,25	1250	313	0,22	–	0,27	1027	277	BK 8440
0,20	–	0,25	1202	301	0,22	–	0,27	987	267	BK 8440
0,20	–	0,25	1250	313	0,22	–	0,27	1027	277	BK 8440
0,20	–	0,25	1250	313	0,22	–	0,27	1027	277	BK 8440
0,20	–	0,25	962	240	0,22	–	0,27	790	213	BK 8440
0,20	–	0,25	962	240	0,22	–	0,27	790	213	BK 8440
0,20	–	0,25	865	216	0,22	–	0,27	711	192	BK 8440
0,20	–	0,25	1250	313	0,22	–	0,27	1027	277	BK 8440
0,20	–	0,25	1202	301	0,22	–	0,27	987	267	BK 8440
0,20	–	0,25	962	240	0,22	–	0,27	790	213	BK 8440
0,18	–	0,23	914	210	0,20	–	0,28	750	210	BK 8440
0,18	–	0,23	865	199	0,20	–	0,28	711	199	BK 8440
0,18	–	0,23	1202	276	0,20	–	0,28	987	276	BK 8440
0,18	–	0,23	1058	243	0,20	–	0,28	869	243	BK 8440
0,18	–	0,23	865	199	0,20	–	0,28	711	199	BK 8440
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
0,14	–	0,19	721	137	0,15	–	0,22	592	130	BK 8440
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
0,33	–	0,47	1442	678	0,35	–	0,50	1185	592	BK 2715
0,30	–	0,45	1154	519	0,35	–	0,50	948	474	BK 2715
0,30	–	0,45	1154	519	0,35	–	0,50	948	474	BK 2715
0,30	–	0,45	962	433	0,35	–	0,50	790	395	BK 2715
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
0,20	–	0,35	4327	1515	0,20	–	0,35	3554	1244	BK 7710
0,20	–	0,25	3366	841	0,20	–	0,25	2764	691	BK 7710
0,25	–	0,40	3366	1346	0,30	–	0,45	2764	1244	BK 7710
0,20	–	0,25	1442	361	0,20	–	0,25	1185	296	BK 7710
0,22	–	0,35	1442	505	0,25	–	0,40	1185	474	BK 7710
	–		–	–		–		–	–	–
0,22	–	0,35	1442	505	0,25	–	0,40	1185	474	BK 7710
0,22	–	0,35	1442	505	0,25	–	0,40	1185	474	BK 7710
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–
	–		–	–		–		–	–	–

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła, wartości początkowej prędkości skrawania i maksymalnego posuwu f.

Uwaga: Zwłaszcza w warunkach niestabilnych trzeba dokonać nawiercania ze zredukowanym posuwem (f = 0,10 ... 0,15 mm/obr.).

Tabela 3.41 KOMET – Wiertła do wiercenia w pełnym materiale 6/8xD z płytkami skrawającymi (KUB Centron)

Numery katalogowe 235540; 235550; 235555

Liczba ostrzy efektywnych 1

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ do 25,0			∅ do 32,0		
						f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	200	250	270	0,06	3183	191	0,06	2487	149
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	160	200	220	0,08	2546	204	0,10	1989	199
2.0	Stale automatowe	< 850	120	250	270	0,10	3183	318	0,12	2487	298
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	120	180	200	0,08	2292	183	0,10	1790	179
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	160	200	220	0,08	2546	204	0,10	1989	199
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	140	180	200	0,10	2292	229	0,12	1790	215
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	120	160	180	0,08	2037	163	0,10	1592	159
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	120	160	180	0,06	2037	122	0,10	1592	159
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	100	140	160	0,06	1783	107	0,10	1393	139
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	140	180	200	0,08	2292	183	0,10	1790	179
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	120	160	180	0,06	2037	122	0,10	1592	159
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	100	140	160	0,06	1783	107	0,08	1393	111
7.0	Stale do azotowania	< 1000	100	140	160	0,06	1783	143	0,12	1393	139
7.1	Stale do azotowania	> 1000	80	120	140	0,06	1528	92	0,10	1194	95
8.0	Stale narzędziowe	< 850	120	160	180	0,10	2037	204	0,12	1592	191
8.1	Stale narzędziowe	850– 1100	100	140	160	0,08	1783	143	0,12	1393	139
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	60	100	120	0,06	1273	76	0,08	995	80
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	60	80	100	0,06	1019	61	0,08	796	64
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	40	80	100	0,04	1019	41	0,06	796	48
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–			–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	140	180	200	0,06	2292	138	0,08	1790	143
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	120	160	180	0,06	2037	122	0,08	1592	127
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	120	160	180	0,08	2037	163	0,10	1592	159
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	80	120	120	0,06	1528	92	0,08	1194	95
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	120	180	200	0,12	2292	275	0,14	1790	251
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	100	160	180	0,10	2037	204	0,12	1592	191
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	80	140	160	0,10	1783	178	0,12	1393	167
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	80	120	140	0,08	1528	122	0,10	1194	119
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–			–			–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–			–			–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	250	300	350	0,05	3820	191	0,05	2984	149
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		200	250	270	0,05	3183	159	0,08	2487	199
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		120	160	200	0,08	2037	163	0,10	1592	159
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	200	250	300	0,05	3183	159	0,08	2487	199
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	120	200	220	0,10	2546	255	0,12	1989	239
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	200	250	270	0,05	3183	159	0,08	2487	199
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	200	250	270	0,10	3183	318	0,14	2487	348
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	120	160	180	0,08	2037	163	0,10	1592	159
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	200	250	300	0,05	3183	159	0,08	2487	199
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	120	140	160	0,05	1783	89	0,08	1393	111
19.0	Grafit			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–	
20.2	GFK i CFK		60	120	140	0,05	1528	76	0,05	1194	60

Wskazówka : Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą maksymalnej średnicy wiertła oraz wartości początkowej prędkości skrawania i posuwu f.



∅ do 45,0			∅-poszerzenie do 64,0			Płytki skrawające
f	n	vf	f	n	vf	Ostrze zewnętrzne Ostrze wewnętrzne
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	Zalecana
0,08	1768	141	0,10	1243	124	W29.. 010.0484
0,10	1415	141	0,12	995	119	W29.. 010.0484
0,12	1768	212	0,14	1243	174	W29.. 010.0484
0,12	1273	153	0,14	895	125	W29.. 010.0484
0,10	1415	141	0,12	995	119	W29.. 010.0484
0,12	1273	153	0,12	895	107	W29.. 010.0484
0,10	1132	113	0,12	796	95	W29.. 010.0484
0,12	1132	136	0,14	796	111	W29.. 010.0484
0,12	990	119	0,14	696	97	W29.. 010.0484
0,12	1273	153	0,14	895	125	W29.. 010.0484
0,12	1132	136	0,12	796	95	W29.. 010.0484
0,10	990	99	0,12	696	84	W29.. 010.0484
0,12	990	119	0,14	696	97	W29.. 010.0484
0,10	849	85	0,12	597	72	W29.. 010.0484
0,12	1132	136	0,14	796	111	W29.. 010.0484
0,12	990	119	0,14	696	97	W29.. 010.0484
0,10	707	71	0,12	497	60	W29.. 010.0484
0,10	566	57	0,12	398	48	W29.. 010.0421
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
0,08	566	45	0,10	398	40	W29.. 010.0421
	–			–		–
	–			–		–
0,08	1273	102	0,10	895	90	W29.. 010.0479
0,10	1132	113	0,12	796	95	W29.. 010.0479
0,12	1132	136	0,14	796	111	W29.. 010.0479
0,10	849	85	0,12	597	72	W29.. 010.0479
	–			–		–
0,14	1273	178	0,16	895	143	W29.. 010.0462/61
0,12	1132	136	0,14	796	111	W29.. 010.0462/61
0,12	990	119	0,14	696	97	W29.. 010.0462/61
0,10	849	85	0,12	597	72	W29.. 010.0462/61
	–			–		–
	–			–		–
0,05	2122	106	0,14	1492	209	W29.. 110.0477
0,08	1768	141	0,10	1243	124	W29.. 110.0477
0,12	1132	136	0,14	796	111	W29.. 110.0477
0,08	1768	141	0,10	1243	124	W29.. 110.0477
0,12	1415	170	0,14	995	139	W29.. 110.0477
0,08	1768	141	0,10	1243	124	W29.. 110.0477
0,14	1768	248	0,16	1243	199	W29.. 110.0477
0,12	1132	136	0,14	796	111	W29.. 110.0477
0,10	1768	177	0,12	1243	149	W29.. 110.0477
0,08	990	79	0,10	696	70	W29.. 110.0477
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
0,05	849	42	0,07	597	42	W29.. 110.0477

Koronka wiertarska:



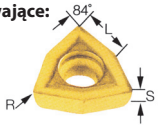
Kieł centrujący:



Wkładki prowadzące:



Płytki skrawające:





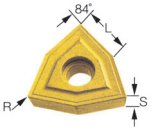




Tabela 3.42 KOMET – Wiertła do wiercenia w pełnym materiale, z płytkami skrawającymi, 2/3/4xD (KUB Trigon)

Numery katalogowe 235620; 235650

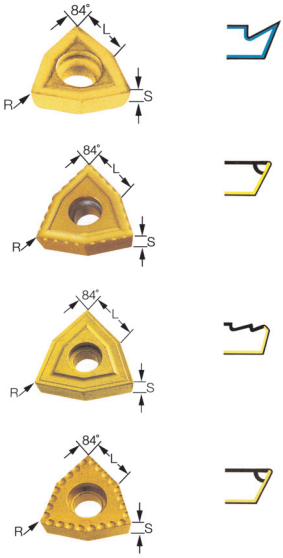
Liczba ostrzy efektywnych 1

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			< ∅ 19,9			∅ 20,0 – 24,9			∅ 25 – 36		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	250	275	300	0,07	4399	308	0,09	3899	351	0,10	2870	287
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	180	215	250	0,08	3439	275	0,13	3048	396	0,14	2244	314
2.0	Stale automatowe	< 850	260	280	300	0,13	4479	582	0,15	3970	596	0,16	2922	468
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	180	215	250	0,08	3439	275	0,13	3048	396	0,14	2244	314
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	180	215	250	0,08	3439	275	0,13	3048	396	0,14	2244	314
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	180	215	250	0,08	3439	275	0,13	3048	396	0,14	2244	314
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	140	170	200	0,07	2719	190	0,13	2410	313	0,14	1774	248
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	100	125	150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	100	125	150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	250	275	300	0,07	4399	308	0,09	3899	351	0,10	2870	287
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	180	215	250	0,08	3439	275	0,13	3048	396	0,14	2244	314
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	180	215	250	0,08	3439	275	0,13	3048	396	0,14	2244	314
7.0	Stale do azotowania	< 1000	150	165	180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
7.1	Stale do azotowania	> 1000	150	165	180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
8.0	Stale narzędziowe	< 850	140	170	200	0,07	2719	190	0,13	2410	313	0,14	1774	248
8.1	Stale narzędziowe	850– 1100	100	125	150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	100	125	150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	100	125	150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	20	40	60	0,05	640	32	0,08	567	45	0,08	417	33
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	20	40	60	0,05	640	32	0,08	567	45	0,08	417	33
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	20	40	60	0,05	640	32	0,08	567	45	0,08	417	33
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	50	70	90	0,05	1120	56	0,08	993	79	0,08	731	58
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	50	70	90	0,05	1120	56	0,08	993	79	0,08	731	58
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	50	70	90	0,05	1120	56	0,08	993	79	0,08	731	58
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	150	165	180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	150	165	180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	150	165	180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	150	165	180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
14.0	Stopy specjalne	< 1200	150	165	180	0,09	2639	238	0,13	2339	304	0,14	1722	241
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	150	175	200	0,13	2799	364	0,15	2481	372	0,16	1826	292
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	150	175	200	0,13	2799	364	0,15	2481	372	0,16	1826	292
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	100	125	150	0,10	1999	200	0,13	1772	230	0,14	1305	183
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	100	125	150	0,10	1999	200	0,13	1772	230	0,14	1305	183
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	100	125	150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	100	125	150	0,05	1999	100	0,08	1772	142	0,10	1305	130
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350		350		0,06	5598	336	0,10	4963	496	0,12	3653	483
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			200		0,08	3199	256	0,13	2836	369	0,14	2087	292
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			200		0,10	3199	320	0,13	2836	369	0,14	2087	292
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	150	200	250	0,08	3199	256	0,13	2836	369	0,14	2087	292
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	150	200	250	0,13	3199	416	0,13	2836	369	0,14	2087	292
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	150	200	250	0,13	3199	416	0,13	2836	369	0,14	2087	292
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	150	200	250	0,13	3199	416	0,13	2836	369	0,14	2087	292
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	150	200	250	0,13	3199	416	0,13	2836	369	0,14	2087	292
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	150	200	250	0,13	3199	416	0,13	2836	369	0,14	2087	292
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	150	200	250	0,13	3199	416	0,13	2836	369	0,14	2087	292
19.0	Grafit		100	150	200	0,08	2399	192	0,13	2127	276	0,14	1565	219
20.0	Termoplasty			–			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	

∅ 37 – 44,9			> ∅ 45			Zalecane płytki skrawające
f	n	vf	f	n	vf	Ostrze zewnętrzne / ostrze wewnętrzne
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	(powlekane / niepowlekane) Zalecane Gatunek / Geometria
0,10	2138	214	0,12	1945	233	BK 84/..010
0,14	1671	234	0,16	1521	243	BK 84/..010
0,16	2176	348	0,02	1981	40	BK 84/..010
0,14	1671	234	0,16	1521	243	BK 79/..010
0,14	1671	234	0,16	1521	243	BK 84/..010
0,14	1671	234	0,16	1521	243	BK 84/..010
0,14	1321	185	0,16	1203	192	BK 79/..010
0,10	972	97	0,12	884	106	BK 79/..010
0,10	972	97	0,12	884	106	BK 79/..010
0,10	2138	214	0,12	1945	233	BK 84/..010
0,14	1671	234	0,16	1521	243	BK 79/..010
0,14	1671	234	0,16	1521	243	BK 79/..010
0,14	1283	180	0,14	1167	163	BK 79/..010
0,14	1283	180	0,14	1167	163	BK 79/..010
0,14	1321	185	0,16	1203	192	BK 79/..010
0,10	972	97	0,12	884	106	BK 79/..010
0,10	972	97	0,12	884	106	BK 79/..010
0,10	972	97	0,12	844	106	BK 79/..010
0,10	311	31	0,10	283	28	BK 62/..010
0,10	311	31	0,10	283	28	BK 62/..010
0,10	311	31	0,10	283	28	BK 62/..010
0,08	544	44	0,10	495	50	BK 79/..010
0,08	544	44	0,10	495	50	BK 79/..010
0,08	544	44	0,10	495	50	BK 79/..010
0,14	1283	180	0,14	1167	163	BK 79/..130
0,14	1283	180	0,14	1167	163	BK 84/..130
0,14	1283	180	0,14	1167	163	BK 79/..130
0,14	1283	180	0,14	1167	163	BK 79/..130
0,14	1283	180	0,14	1167	163	BK 84/..010
0,16	1360	218	0,20	1238	248	BK 62/..010/K10/..110
0,16	1360	218	0,20	1238	248	BK 62/..010/K10/..110
0,14	972	136	0,16	884	141	BK 62/..010/K10/..110
0,14	972	136	0,16	884	141	BK 62/..010/K10/..110
0,10	972	97	0,12	884	106	BK 79/..010
0,10	972	97	0,12	884	106	BK 79/..010
0,10	2721	272	0,12	2476	297	K10/..110
0,16	1555	249	0,16	1415	226	BK 77/..110
0,16	1555	249	0,16	1415	226	BK 77/..110
0,16	1555	249	0,16	1415	226	K10/..110
0,14	1555	218	0,16	1415	226	BK 77/..110
0,14	1555	218	0,16	1415	226	K10/..110
0,14	1555	218	0,16	1415	226	BK 77/..110
0,14	1555	218	0,16	1415	226	BK 77/..110
0,14	1555	218	0,16	1415	226	BK 84/..010
0,14	1555	218	0,16	1415	226	BK 84/..010
0,16	1166	187	0,16	1061	170	K10/..110
	–			–		
	–			–		
	–			–		







Uwaga: Przy wyjściu wiertła następuje odpadnięcie dna otworu. W przypadku obrabianych przedmiotów obracających się powstaje zagrożenie wypadku, spowodowane siłą odśrodkową.

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.

Tabela 3.43 GARANT – Rozwiertaki do rozwiercania na stały wymiar

Numery katalogowe 217200; 217220

Liczba ostrzy 1

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	fz	Chwyt HM 7xD			Chwyt stalowy 6xD		
				vc			vc		
		[N/mm²]	[mm/ząb]	min.	[m/min]	maks.	min.	[m/min]	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	0,1	100	–	140	50	–	60
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	0,1	100	–	140	50	–	60
2.0	Stale automatowe	< 850	0,1	100	–	140	50	–	60
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	0,1	100	–	140	50	–	60
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	0,1	100	–	140	50	–	60
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	0,1	100	–	140	50	–	60
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	0,1	100	–	140	50	–	60
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	0,1	100	–	140	40	–	60
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	0,1	100	–	140	40	–	60
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	0,1	100	–	140	50	–	60
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	0,1	100	–	140	50	–	60
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	0,1	100	–	140	50	–	60
7.0	Stale do azotowania	< 1000	0,1	40	–	90	40	–	60
7.1	Stale do azotowania	> 1000	0,1	40	–	90	40	–	60
8.0	Stale narzędziowe	< 850	0,1	100	–	140	50	–	60
8.1	Stale narzędziowe	850– 1100	0,1	100	–	140	40	–	60
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	0,1	100	–	140	40	–	60
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	–		–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	0,1	40	–	90	40	–	60
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	0,1	40	–	90	40	–	60
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	0,1	100	–	140	40	–	60
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	0,1	100	–	140	50	–	60
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	0,1	100	–	140	50	–	60
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	0,1	100	–	140	50	–	60
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	0,1	100	–	140	40	–	60
14.0	Stopy specjalne	< 1200	0,1	40	–	90	40	–	60
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	0,1	100	–	140	50	–	60
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	0,1	100	–	140	50	–	60
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	0,1	100	–	140	50	–	60
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	0,1	100	–	140	50	–	60
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–		–			–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–		–			–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	0,1	100	–	140	50	–	60
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		0,1	100	–	140	50	–	60
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		–		–			–	
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	–		–			–	
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	–		–			–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	–		–			–	
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	–		–			–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	–		–			–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	–		–			–	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	–		–			–	
19.0	Grafit		–		–			–	
20.0	Termoplasty		–		–			–	
20.1	Duroplasty		–		–			–	
20.2	GFK i CFK		–		–			–	

Wskazówka: Stosowane do wytaczania w połączeniu z mimośrodową tuleją mocującą nr 217240 i 217245.





Chwyt HM 3xD			Chwyt stalowy 3xD		
vc			vc		
min.	[m/min]	maks.	min.	[m/min]	maks.
200	–	300	150	–	250
200	–	300	150	–	250
200	–	300	150	–	250
200	–	300	150	–	250
200	–	300	150	–	250
200	–	300	150	–	250
200	–	300	150	–	250
150	–	250	150	–	200
150	–	250	150	–	200
150	–	250	150	–	200
150	–	250	150	–	200
150	–	250	150	–	200
40	–	90	40	–	60
40	–	90	40	–	60
150	–	250	150	–	200
40	–	90	40	–	90
40	–	90	40	–	90
	–			–	
	–			–	
	–			–	
	–			–	
40	–	90	40	–	90
40	–	90	40	–	90
40	–	90	40	–	90
150	–	250	150	–	200
150	–	250	150	–	200
150	–	250	150	–	200
40	–	90	40	–	90
40	–	90	40	–	60
150	–	280	150	–	200
150	–	280	150	–	200
150	–	280	150	–	200
150	–	280	150	–	200
	–			–	
	–			–	
150	–	280	150	–	200
150	–	280	150	–	200
	–			–	
	–			–	
	–			–	
	–			–	
	–			–	
	–			–	
	–			–	
	–			–	
	–			–	
	–			–	
	–			–	

Tabela 3.44 KOMET Wiertła dwuostrzowe G01 z przesuwem osiowym (stop twardy)

Numery katalogowe 235600/235662 z 235681; 235691
Liczba imaków 2
Płytka skrawająca WOEX

	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Płytka skrawająca WOEX											
			Obróbka zgrubna, głębokość skrawania ap=1...9 mm **Obróbka zgrubna Kombi,** głębokość skrawania ap=2...18 mm											
			vc [m/min]			∅ 24 – 32			∅ 30 – 41			∅ 39 – 53		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	180	**200**	220	0,20	2274	455	0,24	1793	430	0,30	1384	415
						0,10	2274	227	0,12	1793	215	0,15	1384	208
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	180	**200**	220	0,20	2274	455	0,24	1793	430	0,30	1384	415
						0,10	2274	227	0,12	1793	215	0,15	1384	208
2.0	Stale automatowe	< 850	160	**180**	200	0,20	2046	409	0,24	1614	387	0,30	1246	374
						0,10	2046	205	0,12	1614	194	0,15	1246	187
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	160	**180**	190	0,20	2046	409	0,24	1614	387	0,30	1246	374
						0,10	2046	205	0,12	1614	194	0,15	1246	187
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	<7 00	180	**200**	220	0,20	2274	455	0,24	1793	430	0,30	1384	415
						0,10	2274	227	0,12	1793	215	0,15	1384	208
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	180	**200**	220	0,20	2274	455	0,24	1793	430	0,30	1384	415
						0,10	2274	227	0,12	1793	215	0,15	1384	208
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	120	**140**	150	0,20	1592	318	0,24	1255	301	0,30	969	291
						0,10	1592	159	0,12	1255	151	0,15	969	145
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	120	**140**	150	0,20	1592	318	0,24	1255	301	0,30	969	291
						0,10	1592	159	0,12	1255	151	0,15	969	145
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	120	**140**	150	0,20	1592	318	0,24	1255	301	0,30	969	291
						0,10	1592	159	0,12	1255	151	0,15	969	145
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	180	**200**	220	0,20	2274	455	0,24	1793	430	0,30	1384	415
						0,10	2274	227	0,12	1793	215	0,15	1384	208
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	180	**200**	210	0,20	2274	455	0,24	1793	430	0,30	1384	415
						0,10	2274	227	0,12	1793	215	0,15	1384	208
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	120	**140**	150	0,20	1592	318	0,24	1255	301	0,30	969	291
						0,10	1592	159	0,12	1255	151	0,15	969	145
7.0	Stale do azotowania	< 1000	120	**140**	150	0,20	1592	318	0,24	1255	301	0,30	969	291
						0,10	1592	159	0,12	1255	151	0,15	969	145
7.1	Stale do azotowania	> 1000	120	**140**	150	0,20	1592	318	0,24	1255	301	0,30	969	291
						0,10	1592	159	0,12	1255	151	0,15	969	145
8.0	Stale narzędziowe	< 850	180	**200**	210	0,20	2274	455	0,24	1793	430	0,30	1384	415
						0,10	2274	227	0,12	1793	215	0,15	1384	208
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	130	**140**	150	0,20	1592	318	0,24	1255	301	0,30	969	291
						0,10	1592	159	0,12	1255	151	0,15	969	145
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	110	**120**	130	0,12	1364	164	0,20	1076	215	0,24	830	199
						0,06	1364	82	0,10	1076	108	0,12	830	100
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.
Uwaga: Przy zastosowaniu przedłużaczy konieczne jest zredukowanie prędkości skrawania.







∅ 51 – 71			∅ 64 –91			∅ 83– 124			∅ 109– 167			∅ 139 – 215			Zalecany materiał narzędzia skrawającego
f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	Gatunek/Geometria
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	BK 84/..010
0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	BK 84/..010
0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	
0,40	939	376	0,50	739	370	0,60	554	332	0,60	415	249	0,60	324	194	BK 84/..010
0,20	939	188	0,25	739	185	0,30	554	166	0,30	415	125	0,30	324	97	
0,40	939	376	0,50	739	370	0,60	554	332	0,60	415	249	0,60	324	194	BK 79/..010
0,20	939	188	0,25	739	185	0,30	554	166	0,30	415	125	0,30	324	97	
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	BK 84/..010
0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	BK 84/..010
0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	BK 79/..010
0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	BK 79/..010
0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	BK 79/..010
0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	BK 84/..010
0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	BK 79/..010
0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	BK 79/..010
0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	BK 79/..010
0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	BK 79/..010
0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	BK 79/..010
0,20	1044	209	0,25	821	205	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	0,60	323	194	0,60	252	151	BK 79/..010
0,20	731	146	0,25	575	144	0,30	431	129	0,30	323	97	0,30	252	76	
0,30	626	188	0,40	493	197	0,40	369	148	0,50	277	138	0,50	216	108	BK 79/..010
0,15	626	94	0,20	493	99	0,20	369	74	0,25	277	69	0,25	216	54	
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–

Tabela 3.44 (c.d.) KOMET Wiertła dwuostrzowe G01 z przesuwem osiowym (stop twardy)

Numery katalogowe 235600/235662 z 235681; 235691
Liczba imaków 2
Płytka skrawająca WOEX

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Płytka skrawająca WOEX											
			Obróbka zgrubna, głębokość skrawania ap=1...9 mm Obróbka zgrubna Kombi, głębokość skrawania ap=2...18 mm											
			vc [m/min]			∅ 24 – 32			∅ 30 – 41			∅ 39 – 53		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	110	120	130	0,14	1364	191	0,18	1076	194	0,24	830	199
						0,07	1364	95	0,09	1076	97	0,12	830	100
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	110	120	130	0,14	1364	191	0,18	1076	194	0,24	830	199
						0,07	1364	95	0,09	1076	97	0,12	830	100
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	80	90	100	0,10	1023	102	0,14	807	113	0,20	623	125
						0,05	1023	51	0,07	807	56	0,10	623	62
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	80	90	100	0,10	1023	102	0,14	807	113	0,20	623	125
						0,05	1023	51	0,07	807	56	0,10	623	62
14.0	Stopy specjalne	< 1200	40	50	55	0,10	568	57	0,16	448	72	0,20	346	69
						0,05	568	28	0,08	448	36	0,10	346	35
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	160	180	200	0,24	2046	491	0,30	1614	484	0,50	1246	623
						0,12	2046	246	0,15	1614	242	0,25	1246	311
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	160	180	200	0,24	2046	491	0,30	1614	484	0,50	1246	623
						0,12	2046	246	0,15	1614	242	0,25	1246	311
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	130	140	150	0,24	1592	382	0,30	1255	377	0,50	969	484
						0,12	1592	191	0,15	1255	188	0,25	969	242
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	90	100	110	0,20	1137	227	0,24	897	215	0,30	692	208
						0,10	1137	114	0,12	897	108	0,15	692	104
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	40	50	60	0,12	568	68	0,16	448	72	0,20	346	69
						0,06	568	34	0,08	448	36	0,10	346	35
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	40	50	55	0,12	568	68	0,16	448	72	0,20	346	69
						0,06	568	34	0,08	448	36	0,10	346	35
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	220	250	280	0,24	2842	682	0,30	2242	672	0,50	1730	865
						0,12	2842	341	0,15	2242	336	0,25	1730	432
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		230	250	270	0,24	2842	682	0,30	2242	672	0,50	1730	865
						0,12	2842	341	0,15	2242	336	0,25	1730	432
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		180	200	220	0,24	2274	546	0,30	1793	538	0,50	1384	692
						0,12	2274	273	0,15	1793	269	0,25	1384	346
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	220	250	280	0,24	2842	682	0,30	2242	672	0,50	1730	865
						0,12	2842	341	0,15	2242	336	0,25	1730	432
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	230	250	270	0,24	2842	682	0,30	2242	672	0,50	1730	865
						0,12	2842	341	0,15	2242	336	0,25	1730	432
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	230	250	270	0,24	2842	682	0,30	2242	672	0,50	1730	865
						0,12	2842	341	0,15	2242	336	0,25	1730	432
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	230	250	270	0,24	2842	682	0,30	2242	672	0,50	1730	865
						0,12	2842	341	0,15	2242	336	0,25	1730	432
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	230	250	270	0,24	2842	682	0,30	2242	672	0,50	1730	865
						0,12	2842	341	0,15	2242	336	0,25	1730	432
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	230	250	270	0,24	2842	682	0,30	2242	672	0,50	1730	865
						0,12	2842	341	0,15	2242	336	0,25	1730	432
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	230	250	270	0,24	2842	682	0,30	2242	672	0,50	1730	865
						0,12	2842	341	0,15	2242	336	0,25	1730	432
19.0	Grafit			–			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.
Przy zastosowaniu przedłużaczy konieczne jest zredukowanie prędkości skrawania.







∅ 51 – 71			∅ 64 – 91			∅ 83 – 124			∅ 109 – 167			∅ 139 – 215			Zalecany materiał narzędzia skrawającego
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	Gatunek/Geometria
0,24	626	150	0,30	493	148	0,40	369	148	0,40	277	111	0,40	216	86	BK 79/..130
0,12	626	75	0,15	493	74	0,20	369	74	0,20	277	55	0,20	216	43	
0,24	626	150	0,30	493	148	0,40	369	148	0,40	277	111	0,40	216	86	BK 84/..130
0,12	626	75	0,15	493	74	0,20	369	74	0,20	277	55	0,20	216	43	
0,20	470	94	0,24	370	89	0,30	277	83	0,30	208	62	0,30	162	49	BK 84/..130
0,10	470	47	0,12	370	44	0,15	277	42	0,15	208	31	0,15	162	24	
0,20	470	94	0,24	370	89	0,30	277	83	0,30	208	62	0,30	162	49	BK 79/..130
0,10	470	47	0,12	370	44	0,15	277	42	0,15	208	31	0,15	162	24	
0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46	0,30	115	35	0,40	90	36	BK 84/..010
0,12	261	31	0,12	205	25	0,15	154	23	0,15	115	17	0,20	90	18	
0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	554	388	0,70	415	291	0,60	324	194	BK62/..010/K10/..110
0,25	939	235	0,30	739	222	0,35	554	194	0,35	415	145	0,30	324	97	
0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	554	388	0,70	415	291	0,60	324	194	BK62/..010/K10/..110
0,25	939	235	0,30	739	222	0,35	554	194	0,35	415	145	0,30	324	97	
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	0,70	323	226	0,60	252	151	BK62/..010/K10/..110
0,25	731	183	0,30	575	173	0,35	431	151	0,35	323	113	0,30	252	76	
0,40	522	209	0,50	411	205	0,60	308	185	0,60	231	138	0,70	180	126	BK 84/..010
0,20	522	104	0,25	411	103	0,30	308	92	0,30	231	69	0,35	180	63	
0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46	0,30	115	35	0,40	90	36	BK 79/..010
0,12	261	31	0,12	205	25	0,15	154	23	0,15	115	17	0,20	90	18	
0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46	0,30	115	35	0,40	90	36	BK 79/..010
0,12	261	31	0,12	205	25	0,15	154	23	0,15	115	17	0,20	90	18	
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	K10/..110
0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	BK 77/..110
0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	0,70	461	323	0,70	360	252	BK 77/..110
0,25	1044	261	0,30	821	246	0,35	615	215	0,35	461	161	0,35	360	126	
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	K10/..110
0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	BK 77/..110
0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	K10/..110
0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	BK 77/..110
0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	BK 77/..110
0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	BK 84/..010
0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	0,70	577	404	0,70	450	315	BK 84/..010
0,25	1305	326	0,30	1027	308	0,35	769	269	0,35	577	202	0,35	450	157	
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–

Tabela 3.44 (c.d.) KOMET Wiertła dwuostrzowe G01 z przesuwem osiowym (stop twardy)

Numery katalogowe 235660 /235662 z 235700
Liczba imaków 2
Płytka skrawająca CCMT

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Płytka skrawająca CCMT											
			Obróbka zgrubna, głębokość skrawania ap=1...9 mm Obróbka zgrubna Kombi, głębokość skrawania ap=2...18 mm											
			vc [m/min]			∅ 24 – 32			∅ 30 – 41			∅ 39 – 53		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	180	200	220	0,16	2274	364	0,16	1793	287	0,16	1384	221
						0,08	2274	182	0,08	1793	143	0,08	1384	111
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	180	200	220	0,16	2274	364	0,16	1793	287	0,16	1384	221
						0,08	2274	182	0,08	1793	143	0,08	1384	111
2.0	Stale automatowe	< 850	160	180	200	0,16	2046	327	0,16	1614	258	0,16	1246	199
						0,08	2046	164	0,08	1614	129	0,08	1246	100
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	160	180	190	0,16	2046	327	0,16	1614	258	0,16	1246	199
						0,08	2046	164	0,08	1614	129	0,08	1246	100
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	180	200	220	0,16	2274	364	0,16	1793	287	0,16	1384	221
						0,08	2274	182	0,08	1793	143	0,08	1384	111
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	180	200	220	0,16	2274	364	0,16	1793	287	0,16	1384	221
						0,08	2274	182	0,08	1793	143	0,08	1384	111
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	120	140	150	0,14	1592	223	0,14	1255	176	0,14	969	136
						0,07	1592	111	0,07	1255	88	0,07	969	68
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	120	140	150	0,14	1592	223	0,14	1255	176	0,14	969	136
						0,07	1592	111	0,07	1255	88	0,07	969	68
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	120	140	150	0,14	1592	223	0,14	1255	176	0,14	969	136
						0,07	1592	111	0,07	1255	88	0,07	969	68
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	180	200	220	0,16	2274	364	0,16	1793	287	0,16	1384	221
						0,08	2274	182	0,08	1793	143	0,08	1384	111
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	180	200	210	0,16	2274	364	0,16	1793	287	0,16	1384	221
						0,08	2274	182	0,08	1793	143	0,08	1384	111
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	120	140	150	0,14	1592	223	0,14	1255	176	0,14	969	136
						0,07	1592	111	0,07	1255	88	0,07	969	68
7.0	Stale do azotowania	< 1000	120	140	150	0,14	1592	223	0,14	1255	176	0,14	969	136
						0,07	1592	111	0,07	1255	88	0,07	969	68
7.1	Stale do azotowania	> 1000	120	140	150	0,14	1592	223	0,14	1255	176	0,14	969	136
						0,07	1592	111	0,07	1255	88	0,07	969	68
8.0	Stale narzędziowe	< 850	180	200	210	0,16	2274	364	0,16	1793	287	0,16	1384	221
						0,08	2274	182	0,08	1793	143	0,08	1384	111
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	130	140	150	0,14	1592	223	0,14	1252	176	0,14	969	136
						0,07	1592	111	0,07	1252	88	0,07	969	68
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	110	120	130	0,14	1364	191	0,14	1076	151	0,14	830	116
						0,07	1364	95	0,07	1076	75	0,07	830	58
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie.	1800		–			–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.
Przy zastosowaniu przedłużaczy konieczne jest zredukowanie prędkości skrawania.





∅ 51 – 71			∅ 64 – 91			∅ 83 – 124			∅ 109 – 167			∅ 139 – 215			Zalecany materiał narzędzia skrawającego
f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	Gatunek/Geometria
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	BK 84/..010
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	BK 84/..010
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	
0,20	939	188	0,20	739	148	0,30	554	166	0,30	415	125	0,30	324	97	BK 84/..010
0,10	939	94	0,10	739	74	0,15	554	83	0,15	415	62	0,15	324	49	
0,20	939	188	0,20	739	148	0,30	554	166	0,30	415	125	0,30	324	97	BK 79/..010
0,10	939	94	0,10	739	74	0,15	554	83	0,15	415	62	0,15	324	49	
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	BK 84/..010
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	BK 84/..010
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	BK 79/..010
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	BK 79/..010
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	BK 79/..010
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	BK 84/..010
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	BK 79/..010
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	BK 79/..010
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	BK 79/..010
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	BK 79/..010
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	BK 79/..010
0,10	1044	104	0,10	821	82	0,15	615	92	0,15	461	69	0,15	360	54	
0,16	731	117	0,16	575	92	0,24	431	103	0,24	323	78	0,24	252	60	BK 79/..010
0,08	731	58	0,08	575	46	0,12	431	52	0,12	323	39	0,12	252	30	
0,16	626	100	0,16	493	79	0,20	369	74	0,20	277	55	0,20	216	43	BK 79/..010
0,08	626	50	0,08	493	39	0,10	369	37	0,10	277	28	0,10	216	22	
	–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–		

Tabela 3.44 (c.d.) KOMET Wiertła dwuostrzowe G01 z przesuwem osiowym (stop twardy)

Numer katalogowy 235660 /235662 z 235700
Liczba imaków 2
Płytka skrawająca CCMT

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Płytka skrawająca CCMT									
			Obróbka zgrubna, głębokość skrawania ap=1...9 mm **Obróbka zgrubna Kombi,** głębokość skrawania ap=2...18 mm									
			vc [m/min]			∅ 24 – 32			∅ 30 – 41			∅ 39 – 53		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr]	[1/min]	[mm/min]
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	110	**120**	130	0,14	1364	191	0,14	1076	151	0,14	830	116
						0,07	1364	95	0,07	1076	75	0,07	830	58
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	110	**120**	130	0,12	1364	164	0,12	1076	129	0,12	830	100
						0,06	1364	82	0,06	1076	65	0,06	830	50
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	80	**90**	100	0,10	1023	102	0,10	807	81	0,10	623	62
						0,05	1023	51	0,05	807	40	0,05	623	31
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	80	**90**	100	0,10	1023	102	0,10	807	81	0,10	623	62
						0,05	1023	51	0,05	807	40	0,05	623	31
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	160	**180**	200	0,20	2046	409	0,20	1614	323	0,20	1246	249
						0,10	2046	205	0,10	1614	161	0,10	1246	125
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	160	**180**	200	0,20	2046	409	0,20	1614	323	0,20	1246	249
						0,10	2046	205	0,10	1614	161	0,10	1246	125
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	130	**140**	150	0,20	1592	318	0,20	1255	251	0,20	969	194
						0,10	1592	159	0,10	1255	126	0,10	969	97
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	90	**100**	110	0,14	1137	159	0,14	897	126	0,14	692	97
						0,07	1137	80	0,07	897	63	0,07	692	48
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–			–			–			–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–			–			–			–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	220	**250**	280	0,30	2842	853	0,30	2242	672	0,30	1730	519
						0,15	2842	426	0,15	2242	336	0,15	1730	259
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		230	**250**	270	0,30	2842	853	0,30	2242	672	0,30	1730	519
						0,15	2842	426	0,15	2242	336	0,15	1730	259
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		180	**200**	220	0,30	2274	682	0,30	1793	538	0,30	1384	415
						0,15	2274	341	0,15	1793	269	0,15	1384	208
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	220	**250**	280	0,30	2842	853	0,30	2242	672	0,30	1730	519
						0,15	2842	426	0,15	2242	336	0,15	1730	259
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	230	**250**	270	0,30	2842	853	0,30	2242	672	0,30	1730	519
						0,15	2842	426	0,15	2242	336	0,15	1730	259
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	230	**250**	270	0,30	2842	853	0,30	2242	672	0,30	1730	519
						0,15	2842	426	0,15	2242	336	0,15	1730	259
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	230	**250**	270	0,30	2842	853	0,30	2242	672	0,30	1730	519
						0,15	2842	426	0,15	2242	336	0,15	1730	259
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	230	**250**	270	0,30	2842	853	0,30	2242	672	0,30	1730	519
						0,15	2842	426	0,15	2242	336	0,15	1730	259
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	230	**250**	270	0,30	2842	853	0,30	2242	672	0,30	1730	519
						0,15	2842	426	0,15	2242	336	0,15	1730	259
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	230	**250**	270	0,30	2842	853	0,30	2242	672	0,30	1730	519
						0,15	2842	426	0,15	2242	336	0,15	1730	259
19.0	Grafit			–			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.
Przy zastosowaniu przedłużaczy konieczne jest zredukowanie prędkości skrawania.





∅ 51 – 71			∅ 64 – 91			∅ 83 – 124			∅ 109 – 167			∅ 139 – 215			Zalecany materiał narzędzia skrawającego
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	Gatunek/Geometria
0,16	626	100	0,16	493	79	0,24	369	89	0,24	277	66	0,24	216	52	BK 79/..130
0,08	626	50	0,08	493	39	0,12	369	44	0,12	277	33	0,12	216	26	
0,14	626	88	0,14	493	69	0,24	369	89	0,24	277	66	0,24	216	52	BK 84/..130
0,07	626	44	0,07	493	35	0,12	369	44	0,12	277	33	0,12	216	26	
0,12	470	56	0,12	370	44	0,20	277	55	0,20	208	42	0,20	162	32	BK 79/..130
0,06	470	28	0,06	370	22	0,10	277	28	0,10	208	21	0,10	162	16	
0,12	470	56	0,12	370	44	0,20	277	55	0,20	208	42	0,20	162	32	BK 84/..130
0,06	470	28	0,06	370	22	0,10	277	28	0,10	208	21	0,10	162	16	
	–			–			–			–			–		BK 84/..010
	–			–			–			–			–		
0,30	939	282	0,30	739	222	0,50	554	277	0,50	415	208	0,50	324	162	BK62/..010/K10/..110
0,15	939	141	0,15	739	111	0,25	554	138	0,25	415	104	0,25	324	81	
0,30	939	282	0,30	739	222	0,50	554	277	0,50	415	208	0,50	324	162	BK62/..010/K10/..110
0,15	939	141	0,15	739	111	0,25	554	138	0,25	415	104	0,25	324	81	
0,30	731	219	0,30	575	173	0,50	431	215	0,50	323	161	0,50	252	126	BK62/..010/K10/..110
0,15	731	110	0,15	575	86	0,25	431	108	0,25	323	81	0,25	252	63	
0,20	522	104	0,20	411	82	0,40	308	123	0,40	231	92	0,40	180	72	BK 84/..010
0,10	522	52	0,10	411	41	0,20	308	62	0,20	231	46	0,20	180	36	
	–			–			–			–			–		BK 79/..010
	–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–		BK 79/..010
	–			–			–			–			–		
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	K10/..110
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	BK 77/..110
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	
0,40	1044	417	0,40	821	329	0,60	615	369	0,60	461	277	0,60	360	216	BK 77/..110
0,20	1044	209	0,20	821	164	0,30	615	185	0,30	461	138	0,30	360	108	
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	K10/..110
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	BK 77/..110
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	K10/..110
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	BK 77/..110
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	BK 77/..110
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	BK 84/..110
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	
0,40	1305	522	0,40	1027	411	0,60	769	461	0,60	577	346	0,60	450	270	BK 84/..110
0,20	1305	261	0,20	1027	205	0,30	769	231	0,30	577	173	0,30	450	135	
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–		–

Tabela 3.45 KOMET Wiertła dwuostrzowe G01 bez przesuwu osiowego (stop twardy)

Numer katalogowy 235660/235662 z 235681; 235691
Liczba imaków 2
Płytka skrawająca WOEX

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Płytka skrawająca WOEX											
			Obróbka zgrubna, głębokość skrawania ap = 1 ... 9 mm											
			vc [m/min]			∅ 24 – 32			∅ 30 – 41			∅ 39 – 53		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	Start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	180	200	220	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	180	200	220	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415
2.0	Stale automatowe	< 850	160	180	200	0,24	2046	491	0,24	1614	387	0,30	1246	374
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	160	180	190	0,24	2046	491	0,24	1614	387	0,30	1246	374
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	180	200	220	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	180	200	220	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	120	140	150	0,24	1592	382	0,24	1255	301	0,30	969	291
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	120	140	150	0,24	1592	382	0,24	1255	301	0,30	969	291
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	120	140	150	0,24	1592	382	0,24	1255	301	0,30	969	291
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	180	200	220	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	180	200	210	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	120	140	150	0,24	1592	382	0,24	1255	301	0,30	969	291
7.0	Stale do azotowania	< 1000	120	140	150	0,24	1592	382	0,24	1255	301	0,30	969	291
7.1	Stale do azotowania	> 1000	120	140	150	0,24	1592	382	0,24	1255	301	0,30	969	291
8.0	Stale narzędziowe	< 850	180	200	210	0,24	2274	546	0,24	1793	430	0,30	1384	415
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	130	140	150	0,24	1592	382	0,24	1255	301	0,30	969	291
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	110	120	130	0,20	1364	273	0,20	1076	215	0,24	830	199
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–			–			–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	110	120	130	0,18	1364	246	0,24	1076	258	0,24	830	199
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	110	120	130	0,18	1364	246	0,24	1076	258	0,24	830	199
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	80	90	100	0,14	1023	143	0,20	807	161	0,20	623	125
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	80	90	100	0,14	1023	143	0,20	807	161	0,20	623	125
14.0	Stopy specjalne	< 1200	40	50	55	0,16	568	91	0,20	448	90	0,20	346	69
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	160	180	200	0,30	2046	614	0,50	1614	807	0,50	1246	623
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	160	180	200	0,30	2046	614	0,50	1614	807	0,50	1246	623
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	130	140	150	0,30	1592	477	0,50	1255	628	0,50	969	484
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	90	100	110	0,24	1137	273	0,30	897	269	0,30	692	208
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	40	50	60	0,16	568	91	0,20	448	90	0,20	346	69
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	40	50	55	0,16	568	91	0,20	448	90	0,20	346	69
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	220	250	280	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		230	250	270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		180	200	220	0,30	2274	682	0,50	1793	897	0,50	1384	692
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	220	250	280	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	230	250	270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	230	250	270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	230	250	270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	230	250	270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	230	250	270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	230	250	270	0,30	2842	853	0,50	2242	1121	0,50	1730	865
19.0	Grafit			–			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.







∅ 51 – 71			∅ 64 – 91			∅ 83 – 124			Zalecany materiał narzędzia skrawającego
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	Gatunek/Geometria
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	BK 84/..010
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	BK 84/..010
0,40	939	376	0,50	739	370	0,60	554	332	BK 84/..010
0,40	939	376	0,50	739	370	0,60	554	332	BK 79/..010
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	BK 84/..010
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	BK 84/..010
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	BK 79/..010
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	BK 79/..010
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	BK 79/..010
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	BK 84/..010
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	BK 79/..010
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	BK 79/..010
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	BK 79/..010
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	BK 79/..010
0,40	1044	417	0,50	821	411	0,60	615	369	BK 79/..010
0,40	731	292	0,50	575	288	0,60	431	258	BK 79/..010
0,30	626	188	0,40	493	197	0,40	369	148	BK 79/..010
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,24	626	150	0,30	493	148	0,40	369	148	BK 79/..130
0,24	626	150	0,30	493	148	0,40	369	148	BK 84/..130
0,20	470	94	0,24	370	89	0,30	277	83	BK 84/..130
0,20	470	94	0,24	370	89	0,30	277	83	BK 79/..130
0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46	–
0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	544	388	BK 62/..010/K10/..110
0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	544	388	BK 62/..010/K10/..110
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	BK 62/..010/K10/..110
0,40	522	209	0,50	411	205	0,60	308	185	BK 84/..010
0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46	–
0,24	261	63	0,24	205	49	0,30	154	46	–
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	K10/..110
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	BK 77/..110
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	BK 77/..110
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	K10/..110
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	BK 77/..110
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	K10/..110
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	BK 77/..110
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	BK 77/..110
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	BK 84/..010
0,50	1305	652	0,60	1027	616	0,70	769	538	BK 84/..010
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–

Tabela 3.45 (c.d.) KOMET Wiertła dwuostrzowe G01 bez przesuwu osiowego (stop twardy)

Numer katalogowy 235660 / 235662 z 235670
Liczba imaków 2
Płytka skrawająca SOEX

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Płytka skrawająca SOEX													
			Obróbka zgrubna, głębokość skrawania ap = 1 ... 9 mm													
			vc [m/min]			∅ 24 – 32			∅ 30 – 41			∅ 39 – 53				
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf		
		[N/mm²]	min.	Start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]		
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	180	200	220	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554		
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	180	200	220	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554		
2.0	Stale automatowe	< 850	160	180	200	0,24	2046	491	0,28	1614	452	0,40	1246	498		
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	160	180	190	0,24	2046	491	0,28	1614	452	0,40	1246	498		
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	180	200	220	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554		
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	180	200	220	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554		
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	120	140	150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388		
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	120	140	150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388		
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	120	140	150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388		
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	180	200	220	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554		
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	180	200	210	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554		
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	120	140	150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388		
7.0	Stale do azotowania	< 1000	120	140	150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388		
7.1	Stale do azotowania	> 1000	120	140	150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388		
8.0	Stale narzędziowe	< 850	180	200	210	0,24	2274	546	0,28	1793	502	0,40	1384	554		
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	130	140	150	0,24	1592	382	0,28	1255	351	0,40	969	388		
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	110	120	130	0,20	1364	273	0,24	1076	258	0,30	830	249		
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	–			–			–			–				
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–			–			–			–				
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–			–			–			–				
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–			–			–			–				
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	–			–			–			–				
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–			–			–			–				
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	–			–			–			–				
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	110	120	130	0,20	1364	273	0,24	1076	258	0,30	830	249		
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	110	120	130	0,20	1364	273	0,24	1076	258	0,30	830	249		
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	80	90	100	0,20	1023	205	0,24	807	194	0,30	623	187		
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	80	90	100	0,20	1023	205	0,24	807	194	0,30	623	187		
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–			–			–			–				
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	160	180	200	0,30	2046	614	0,40	1614	646	0,50	1246	623		
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	160	180	200	0,30	2046	614	0,40	1614	646	0,50	1246	623		
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	130	140	150	0,30	1592	477	0,40	1255	502	0,50	969	484		
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	90	100	110	0,24	1137	273	0,30	897	269	0,40	692	277		
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–			–			–			–				
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–			–			–			–				
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	220	250	280	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865		
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		230	250	270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865		
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		180	200	220	0,30	2274	682	0,40	1793	717	0,50	1384	692		
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	220	250	280	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865		
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	230	250	270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865		
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	230	250	270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865		
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	230	250	270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865		
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	230	250	270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865		
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	230	250	270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865		
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	230	250	270	0,30	2842	853	0,40	2242	897	0,50	1730	865		
19.0	Grafit		–			–			–			–				
20.0	Termoplasty		–			–			–			–				
20.1	Duroplasty		–			–			–			–				
20.2	GFK i CFK		–			–			–			–				

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości początkowej prędkości skrawania.





∅ 51 – 71			∅ 64 – 91			∅ 83 – 124			Zalecany materiał narzędzia skrawającego
f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	Gatunek/Geometria
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	BK 84/..010
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	BK 84/..010
0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	554	388	BK 84/..010
0,50	939	470	0,60	739	444	0,70	554	388	BK 79/..010
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	BK 84/..010
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	BK 84/..010
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	BK 79/..010
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	BK 79/..010
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	BK 79/..010
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	BK 84/..010
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	BK 79/..010
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	BK 79/..010
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	BK 79/..010
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	BK 79/..010
0,50	1044	522	0,60	821	493	0,70	615	431	BK 79/..010
0,50	731	365	0,60	575	345	0,70	431	301	BK 79/..010
0,40	626	250	0,50	493	246	0,50	369	185	BK 79/..010
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
	–			–			–		
0,40	626	250	0,50	493	246	0,50	369	185	BK 79/..130
0,40	626	250	0,50	493	246	0,50	369	185	BK 84/..130
0,40	470	188	0,50	370	185	0,50	277	138	BK 84/..130
0,40	470	188	0,50	370	185	0,50	277	138	BK 79/..130
	–			–			–		
0,60	939	564	0,70	739	518	0,80	544	443	BK 62/..010/K10/..110
0,60	939	564	0,70	739	518	0,80	544	443	BK 62/..010/K10/..110
0,60	731	438	0,70	575	403	0,80	431	344	BK 62/..010/K10/..110
0,40	522	209	0,50	411	205	0,60	308	185	BK 84/..010
	–			–			–		–
	–			–			–		–
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	K10/..110
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	BK 77/..110
0,60	1044	626	0,70	821	575	0,80	615	492	BK 77/..110
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	K10/..110
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	BK 77/..110
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	K10/..110
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	BK 77/..110
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	BK 77/..110
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	BK 84/..010
0,60	1305	783	0,70	1027	719	0,80	769	615	BK 84/..010
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–
	–			–			–		–

Tabela 3.46 KOMET Głowica przestawna precyzyjna (B301/M302)

Nuer katalogowy 235800 z 235805
Liczba ostrzy efektywnych 1

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc	< ∅ 29,5 – 50			∅ 47 – 83		
				f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	[m/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	300	0,08	3237	259	0,10	2032	203
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	250	0,08	2698	216	0,12	1693	203
2.0	Stale automatowe	< 850	300	0,10	3237	324	0,15	2032	305
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	250	0,08	2698	216	0,12	1693	203
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	240	0,08	2590	207	0,10	1625	163
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	240	0,08	2590	207	0,10	1625	163
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	240	0,08	2590	207	0,10	1625	163
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	240	0,08	2590	207	0,10	1625	163
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	200	0,06	2158	129	0,10	1355	135
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	240	0,08	2590	207	0,10	1625	163
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	200	0,06	2158	129	0,10	1355	135
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	200	0,06	2158	129	0,10	1355	135
7.0	Stale do azotowania	< 1000	240	0,08	2590	207	0,10	1625	163
7.1	Stale do azotowania	> 1000	200	0,06	2158	129	0,10	1355	135
8.0	Stale narzędziowe	< 850	240	0,08	2590	207	0,10	1625	163
8.1	Stale narzędziowe	850– 1100	200	0,06	2158	129	0,10	1355	135
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	200	0,06	2158	129	0,10	1355	135
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	120	0,06	1295	78	0,08	813	65
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	90	0,06	971	58	0,08	610	49
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	90	0,06	971	58	0,08	610	49
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	50	0,06	540	32	0,08	339	27
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	50	0,06	540	32	0,08	339	27
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	50	0,06	540	32	0,08	339	27
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	200	0,08	2158	173	0,10	1355	135
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	200	0,08	2158	173	0,10	1355	135
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	180	0,06	1942	117	0,10	1219	122
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	120	0,06	1295	78	0,10	813	81
14.0	Stopy specjalne	< 1200	50	0,06	540	32	0,08	339	27
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	240	0,15	2590	388	0,20	1625	325
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	200	0,15	2158	324	0,20	1355	271
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	180	0,10	1942	194	0,15	1219	183
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	160	0,10	1726	173	0,15	1084	163
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	30	0,06	324	19	0,08	203	16
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	30	0,06	324	19	0,08	203	16
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	380	0,08	4100	328	0,12	2574	309
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		300	0,10	3237	324	0,15	2032	305
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		250	0,10	2698	270	0,15	1693	254
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	300	0,10	3237	324	0,15	2032	305
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	300	0,10	3237	324	0,15	2032	305
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	300	0,10	3237	324	0,15	2032	305
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	300	0,10	3237	324	0,15	2032	305
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	300	0,10	3237	324	0,15	2032	305
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	300	0,10	3237	324	0,15	2032	305
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	300	0,10	3237	324	0,15	2032	305
19.0	Grafit		–		–			–	
20.0	Termoplasty		–		–			–	
20.1	Duroplasty		–		–			–	
20.2	GFK i CFK		–		–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą najmniejszej średnicy głowicy.





∅ 79 – 199			Zalecany materiał narzędzia skrawającego
f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	Gatunek/Geometria
0,15	1209	181	W57..140 / BK84
0,20	1007	201	W57..140 / BK84
0,25	1209	302	W57..140 / BK84
0,20	1007	201	W57..140 / BK84
0,20	967	193	W57..140 / BK84
0,20	967	193	W57..140 / CK32
0,20	967	193	W57..140 / CK32
0,20	967	193	W57..140 / CK32
0,15	806	121	W57..140 / CK32
0,20	967	193	W57..140 / CK32
0,15	806	121	W57..140 / CK32
0,15	806	121	W57..140 / CK32
0,20	967	193	W57..140 / CK32
0,15	806	121	W57..140 / CK32
0,20	967	193	W57..140 / CK32
0,15	806	121	W57..140 / CK32
0,15	806	121	W57..140 / CK32
0,12	484	58	W30..60 / K10
0,10	363	36	W30..60 / K10
0,10	363	36	W30..60 / K10
	–		
0,10	201	20	W57..140 / CK32
0,10	201	20	W57..140 / CK32
0,10	201	20	W57..140 / CK32
0,15	806	121	W57..140 / CK32
0,15	806	121	W57..140 / CK32
0,15	725	109	W57..140 / CK32
0,15	484	73	W57..140 / CK32
0,10	201	20	W57..140 / CK32
0,30	967	290	W30..60 / K10
0,30	806	242	W30..60 / K10
0,25	725	181	W30..60 / K10
0,25	645	161	W30..60 / K10
0,10	121	12	W30..120 / K10
0,10	121	12	W30..120 / K10
0,15	1531	230	W57..140 / K10
0,20	1209	242	W57..140 / K10
0,20	1007	201	W57..140 / K10
0,20	1209	242	W57..140 / K10
0,20	1209	242	W57..140 / K10
0,20	1209	242	W57..140 / K10
0,20	1209	242	W57..140 / K10
0,20	1209	242	W57..140 / K10
0,20	1209	242	W57..140 / K10
	–		–
	–		–
	–		–
	–		–

Tabela 3.47 KOMET – Mechaniczne głowice przestawne precyzyjne (M03 Speed)

Numer katalogowy 235810 z 235812; 235830 z 235820/235814
Liczba ostrzy efektywnych 1

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc	< ∅ 24,8 – 39			∅ 38 – 63		
				f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	[m/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	300	0,08	3851	308	0,08	2513	201
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	250	0,08	3209	257	0,08	2094	168
2.0	Stale automatowe	< 850	300	0,08	3851	308	0,08	2513	201
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	250	0,08	3209	257	0,08	2094	168
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	240	0,08	3080	246	0,08	2010	161
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	240	0,08	3080	246	0,08	2010	161
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	240	0,08	3080	246	0,08	2010	161
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	240	0,08	3080	246	0,08	2010	161
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	200	0,06	2567	154	0,06	1675	101
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	240	0,08	3080	264	0,08	2010	161
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	200	0,06	2567	154	0,06	1675	101
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	200	0,06	2567	154	0,06	1675	101
7.0	Stale do azotowania	< 1000	240	0,08	3080	264	0,08	2010	161
7.1	Stale do azotowania	> 1000	200	0,06	2567	154	0,06	1675	101
8.0	Stale narzędziowe	< 850	240	0,08	3080	246	0,08	2010	161
8.1	Stale narzędziowe	850– 1100	200	0,06	2567	154	0,06	1675	101
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	200	0,06	2567	154	0,06	1675	101
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	120	0,06	1540	92	0,06	1005	60
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	90	0,06	1155	69	0,06	754	45
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	90	0,06	1155	69	0,06	754	45
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	50	0,06	642	39	0,06	419	25
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	50	0,06	642	39	0,06	419	25
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	50	0,06	642	39	0,06	419	25
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	200	0,08	2567	205	0,08	1675	134
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	200	0,08	2567	205	0,08	1675	134
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	180	0,06	2310	139	0,06	1508	90
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	120	0,06	1540	92	0,06	1005	60
14.0	Stopy specjalne	< 1200	50	0,06	642	39	0,06	419	25
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	240	0,15	3080	462	0,15	2010	302
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	200	0,15	2567	385	0,15	1675	251
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	180	0,10	2310	231	0,10	1508	151
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	160	0,10	2054	205	0,10	1340	134
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	30	0,06	385	23	0,06	251	15
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	30	0,06	385	23	0,06	251	15
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	380	0,08	4877	390	0,08	3183	255
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		300	0,10	3851	385	0,10	2513	251
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		250	0,10	3209	321	0,10	2094	209
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	300	0,10	3851	385	0,10	2513	251
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	300	0,10	3851	385	0,10	2513	251
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	300	0,10	3851	385	0,10	2513	251
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	300	0,10	3851	385	0,10	2513	251
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	300	0,10	3851	385	0,10	2513	251
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	300	0,10	3851	385	0,10	2513	251
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	300	0,10	3851	385	0,10	2513	251
19.0	Grafit		–		–			–	
20.0	Termoplasty		–		–			–	
20.1	Duroplasty		–		–			–	
20.2	GFK i CFK		–		–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą najmniejszej średnicy głowicy.

∅ 62 – 103			∅ 100 – 206			Zalecany materiał narzędzia skrawającego
f	n	vf	f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	Gatunek/Geometria
0,10	1540	154	0,10	955	95	W57..140 / BK84
0,12	1284	154	0,12	796	95	W57..140 / BK84
0,10	1540	154	0,10	955	95	W57..140 / BK84
0,12	1284	154	0,12	796	95	W57..140 / BK84
0,10	1232	123	0,10	764	76	W57..140 / BK84
0,10	1232	123	0,10	764	76	W57..140 / CK32
0,10	1232	123	0,10	764	76	W57..140 / CK32
0,10	1232	123	0,10	764	76	W57..140 / CK32
0,10	1027	103	0,10	637	64	W57..140 / CK32
0,10	1232	123	0,10	764	76	W57..140 / CK32
0,10	1027	103	0,10	637	64	W57..140 / CK32
0,10	1027	103	0,10	637	64	W57..140 / CK32
0,10	1232	123	0,10	764	76	W57..140 / CK32
0,10	1027	103	0,10	637	64	W57..140 / CK32
0,10	1232	123	0,10	764	76	W57..140 / CK32
0,10	1027	103	0,10	637	64	W57..140 / CK32
0,10	1027	103	0,10	637	64	W57..140 / CK32
0,08	616	49	0,08	382	31	W30..60 / K10
0,08	462	37	0,08	286	23	W30..60 / K10
0,08	462	37	0,08	286	23	W30..60 / K10
	–			–		–
0,08	257	21	0,08	159	13	W57..140 / CK32
0,08	257	21	0,08	159	13	W57..140 / CK32
0,08	257	21	0,08	159	13	W57..140 / CK32
0,10	1027	103	0,10	637	64	W57..140 / CK32
0,10	1027	103	0,10	637	64	W57..140 / CK32
0,10	924	92	0,10	573	57	W57..140 / CK32
0,10	616	62	0,10	382	38	W57..140 / CK32
0,08	257	21	0,08	159	13	W57..140 / CK32
0,20	1232	246	0,20	764	153	W30..60 / K10
0,20	1027	205	0,20	637	127	W30..60 / K10
0,15	924	139	0,15	573	86	W30..60 / K10
0,15	821	123	0,15	509	76	W30..60 / K10
0,10	154	12	0,10	95	8	W30..120 / K10
0,10	154	12	0,10	95	8	W30..120 / K10
0,15	1951	234	0,15	1210	145	W57..140 / K10
0,20	1540	231	0,20	955	143	W57..140 / K10
0,20	1284	193	0,20	796	119	W57..140 / K10
0,20	1540	231	0,20	955	143	W57..140 / K10
0,20	1540	231	0,20	955	143	W57..140 / K10
0,20	1540	231	0,20	955	143	W57..140 / K10
0,20	1540	231	0,20	955	143	W57..140 / K10
0,20	1540	231	0,20	955	143	W57..140 / K10
0,20	1540	231	0,20	955	143	W57..140 / K10
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–
	–			–		–



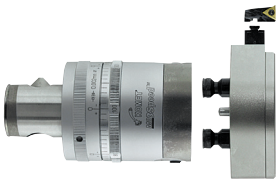
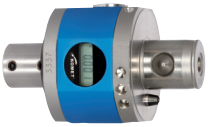


Tabela 3.48 Elektroniczne głowice przestawne precyzyjne (M040) / zestaw precyzyjnej głowicy do wytaczania (M020)

Numer katalogowy 235840; 235860
Liczba ostrzy efektywnych 1

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc	< ∅ 5,6 – 6,5			∅ 7,9 – 11		
				f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	[m/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	300	0,04	17052	682	0,07	12088	846
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	250	0,04	14210	568	0,06	10073	604
2.0	Stale automatowe	< 850	300	0,04	17052	682	0,07	12088	846
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	250	0,04	14210	568	0,06	10073	604
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	240	0,03	13642	409	0,06	9670	580
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	240	0,03	13642	409	0,06	9670	580
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	240	0,03	13642	409	0,06	9670	580
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	240	0,03	13642	409	0,06	9670	580
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	200	0,03	11368	341	0,06	8085	403
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	240	0,03	13642	409	0,06	9670	580
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	200	0,03	11368	341	0,05	8085	403
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	200	0,03	11368	341	0,05	8085	403
7.0	Stale do azotowania	< 1000	240	0,03	13642	409	0,05	9670	580
7.1	Stale do azotowania	> 1000	200	0,03	11368	341	0,05	8085	403
8.0	Stale narzędziowe	< 850	240	0,03	13642	409	0,06	9670	580
8.1	Stale narzędziowe	850– 1100	200	0,03	11368	341	0,05	8085	403
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	200	0,03	11368	341	0,05	8085	403
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	120	0,02	6821	136	0,04	4835	193
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	90		–		0,05	3626	181
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	90		–		0,05	3626	181
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	50	0,01	2842	28	0,04	2015	81
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	50	0,01	2842	28	0,04	2015	81
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	50	0,01	2842	28	0,04	2015	81
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	200	0,01	11368	114	0,05	8085	403
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	200	0,01	11368	114	0,05	8085	403
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	180	0,01	10231	102	0,05	7253	363
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	120	0,01	6821	68	0,04	4835	193
14.0	Stopy specjalne	< 1200	50	0,01	2842	28	0,04	2015	81
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	240	0,05	13642	682	0,10	9670	967
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	200	0,05	11368	568	0,10	8085	806
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	180	0,04	10231	409	0,08	7253	580
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	160	0,04	9095	364	0,08	6447	516
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	30	0,01	1705	17	0,04	1209	48
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	30	0,01	1705	17	0,04	1209	48
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	380	0,02	21600	432	0,06	15311	919
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		300	0,05	17052	853	0,08	12088	967
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		250	0,05	14210	711	0,08	10073	806
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	300	0,05	17052	853	0,08	12088	967
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	300	0,05	17052	853	0,08	12088	967
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	300	0,05	17052	853	0,08	12088	967
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	300	0,05	17052	853	0,08	12088	967
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	300	0,05	17052	853	0,08	12088	967
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	300	0,05	17052	853	0,08	12088	967
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	300	0,05	17052	853	0,08	12088	967
19.0	Grafit		–		–			–	
20.0	Termoplasty		–		–			–	
20.1	Duroplasty		–		–			–	
20.2	GFK i CFK		–		–			–	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą najmniejszej średnicy głowicy.













∅ 10,9 – 32			Zalecany materiał narzędzia skrawającego
f	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	Gatunek/Geometria
0,10	8761	876	W57..140 / BK84
0,12	7301	876	W57..140 / BK84
0,10	8761	876	W57..140 / BK84
0,12	7301	876	W57..140 / BK84
0,10	7009	701	W57..140 / BK84
0,10	7009	701	W57..140 / CK32
0,10	7009	701	W57..140 / CK32
0,10	7009	701	W57..140 / CK32
0,10	5841	584	W57..140 / CK32
0,10	7009	701	W57..140 / CK32
0,10	5841	584	W57..140 / CK32
0,10	5841	584	W57..140 / CK32
0,10	7009	701	W57..140 / CK32
0,10	5841	584	W57..140 / CK32
0,10	7009	701	W57..140 / CK32
0,10	5841	584	W57..140 / CK32
0,10	5841	584	W57..140 / CK32
0,08	3504	280	W30..60 / K10
0,08	2628	210	W30..60 / K10
0,08	2628	210	W30..60 / K10
	–		
0,08	1460	117	W57..140 / CK32
0,08	1460	117	W57..140 / CK32
0,08	1460	117	W57..140 / CK32
0,10	5841	584	W57..140 / CK32
0,10	5841	584	W57..140 / CK32
0,10	5256	526	W57..140 / CK32
0,08	3504	280	W57..140 / CK32
0,08	1460	117	W57..140 / CK32
0,15	7009	1051	W30..60 / K10
0,15	5841	876	W30..60 / K10
0,15	5256	788	W30..60 / K10
0,15	4672	701	W30..60 / K10
0,08	876	70	W30..120 / K10
0,08	876	70	W30..120 / K10
0,10	11097	1110	W57..140 / K10
0,12	8761	1051	W57..140 / K10
0,12	7301	876	W57..140 / K10
0,12	8761	1051	W57..140 / K10
0,12	8761	1051	W57..140 / K10
0,12	8761	1051	W57..140 / K10
0,12	8761	1051	W57..140 / K10
0,12	8761	1051	W57..140 / K10
0,12	8761	1051	W57..140 / K10
	–		–
	–		–
	–		–
	–		–

Tabela 3.49 GARANT – Narzędzie do toczenia i wiercenia „5 w 1“ 1,5xD/2,25xD

Numer katalogowy 268900/268901; 268905/268906
Liczba ostrzy efektywnych 1

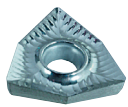
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	HB7130			HB7120			HU70AL			∅ 8					
			vc [m/min]			vc [m/min]			vc [m/min]			f	HB7130		HB7120		HU70AL	
													n	vf	n	vf	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	min.	Start	maks.	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznacz.	< 500	160	200	280	180	220	320		–		0,035	7958	279	7958	306	–	
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznacz.	500 – 850	140	190	260	150	200	300		–		0,035	7560	265	7958	279	–	
2.0	Stale automatowe	< 850	160	220	300	180	230	350		–		0,035	8754	306	9151	320	–	
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	140	190	280	160	210	320		–		0,035	7560	265	8356	292	–	
3.0	Niestop. stale do ulepsz. ciepln.	< 700	120	180	250	170	200	300		–		0,035	7162	251	7958	279	–	
3.1	Niestop. stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	100	140	200	150	180	255		–		0,035	5570	195	7162	251	–	
3.2	Niestop. stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	70	110	180	100	140	200		–		0,035	4377	153	5570	195	–	
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	70	110	180	80	130	160		–		0,035	4377	153	5173	181	–	
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	50	90	150	70	110	140		–		0,035	3581	125	4377	153	–	
5.0	Niestop. stale do nawęglania	< 750	80	120	200	150	180	250		–		0,035	4775	167	7162	251	–	
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	70	110	180	120	150	200		–		0,035	4377	153	5968	209	–	
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	70	120	150	90	130	160		–		0,035	4775	167	5173	181	–	
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50	100	180	130	160	215		–		0,035	3979	139	6366	223	–	
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50	80	120	80	110	140		–		0,035	3183	111	4377	153	–	
8.0	Stale narzędziowe	< 850	70	120	150	120	140	180		–		0,035	4775	167	5570	195	–	
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	60	110	140	100	120	160		–		0,035	4377	153	4775	167	–	
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	50	90	100	70	110	120		–		0,035	3581	125	4377	153	–	
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–				–		–		–
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–				–		–		–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–				–		–		–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–				–		–		–
11.0	Stale konstr. odp. na ścieranie	1350		–			–			–				–		–		–
11.1	Stale konstr. odp. na ścieranie	1800		–			–			–				–		–		–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–			–				–		–		–
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	90	120	160	90	120	160		–		0,035	4775	167	4775	167	–	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	80	110	150		–			–		0,035	4377	153		–		–
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	50	90	125		–			–		0,035	3581	125		–		–
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	70	100	120	120	150	220		–		0,035	3979	139	5968	209	–	
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–				–		–		–
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB		–			–			–				–		–		–
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB		–			–			–				–		–		–
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–				–		–		–
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–				–		–		–
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–			–			–				–		–		–
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–			–			–				–		–		–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350		–			–		400	600	2400	0,050		–		–	23873	1194
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			–			–		240	400	950	0,050		–		–	15915	796
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			–			–		160	300	800	0,050		–		–	11937	597
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–			–		200	350	520	0,050		–		–	13926	696
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–			–		200	400	800	0,050		–		–	15915	796
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–			–		200	350	600	0,050		–		–	13926	696
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–		120	200	320	0,050		–		–	7958	398
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–		100	190	280	0,050		–		–	7560	378
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			–		100	180	230	0,050		–		–	7162	358
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–		80	110	180	0,050		–		–	4377	219
19.0	Grafit			–			–			–				–		–		–
20.0	Termoplasty			–			–			–				–		–		–
20.1	Duroplasty			–			–			–				–		–		–
20.2	GFK i CFK			–			–			–				–		–		–

Wskazówka: W przypadku materiałów o wyższej wytrzymałości (1000 N/mm²) należy rozpoczynać wiercenie najniższymi wartościami posuwu (f = 0,01/0,2 mm) i po osiągnięciu głębokości wiercenia 1 mm zwiększyć wartość posuwu zgodnie z tabelą.
Parametry toczenia są podane w tabeli 9.22 (rozdział „Toczenie“).









∅ 10 – 11							∅ 15							Płytki skrawające zalecane/gatunek (powlekane/niepowlekane)
f	HB7130		HB7120		HU70AL		f	HB7130		HB7120		HU70AL		
	n	vf	n	vf	n	vf		n	vf	n	vf	n	vf	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	
0,040	5787	231	6366	255	–		0,060	4244	255	4669	280	–		HB7130/HB7120
0,040	5498	220	5787	231	–		0,060	4032	242	4244	255	–		HB7130/HB7120
0,040	6366	255	6656	266	–		0,060	4669	280	4881	293	–		HB7130/HB7120
0,040	5498	220	6077	243	–		0,060	4032	242	4456	267	–		HB7130/HB7120
0,040	5209	208	5787	231	–		0,060	3820	229	4244	255	–		HB7130/HB7120
0,040	4051	162	5209	208	–		0,060	2971	178	3820	229	–		HB7130/HB7120
0,040	3183	127	4051	162	–		0,060	2334	140	2971	178	–		HB7130/HB7120
0,040	3183	127	3762	150	–		0,060	2334	140	2759	166	–		HB7130/HB7120
0,040	2604	104	3183	127	–		0,060	1910	115	2334	140	–		HB7130/HB7120
0,040	3472	139	5209	208	–		0,060	2546	153	3820	229	–		HB7130/HB7120
0,040	3183	127	4341	174	–		0,060	2334	140	3183	191	–		HB7130/HB7120
0,040	3472	139	3762	150	–		0,060	2546	153	2759	166	–		HB7130/HB7120
0,040	2894	116	4630	185	–		0,060	2122	127	3395	204	–		HB7130/HB7120
0,040	2315	93	3183	127	–		0,060	1698	102	2334	140	–		HB7130/HB7120
0,040	3472	139	4051	162	–		0,060	2546	153	2971	178	–		HB7130/HB7120
0,040	3183	127	3472	139	–		0,060	2334	140	2546	153	–		HB7130/HB7120
0,040	2604	104	3183	127	–		0,060	1910	115	2334	140	–		HB7130/HB7120
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
0,040	3472	139	3472	139	–		0,060	2546	153	2546	153	–		HB7130/HB7120
0,040	3183	127	–		–		0,060	2334	140	–		–		HB7130
0,040	2604	104	–		–		0,060	1910	115	–		–		HB7130
0,040	2894	116	4341	174	–		0,060	2122	127	3183	191	–		HB7130/HB7120
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
0,055	–		–		17362	955	0,085	–		–		12732	1082	HU70AL
0,055	–		–		11575	637	0,085	–		–		8488	722	HU70AL
0,055	–		–		8681	477	0,085	–		–		6366	541	HU70AL
0,055	–		–		10128	557	0,085	–		–		7427	631	HU70AL
0,055	–		–		11575	637	0,085	–		–		8488	722	HU70AL
0,055	–		–		10128	557	0,085	–		–		7427	631	HU70AL
0,055	–		–		5787	318	0,085	–		–		4244	361	HU70AL
0,055	–		–		5498	302	0,085	–		–		4032	343	HU70AL
0,055	–		–		5209	286	0,085	–		–		3820	325	HU70AL
0,055	–		–		3183	175	0,085	–		–		2334	198	HU70AL
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–
	–		–		–			–		–		–		–

Tabela 3.49 (c.d.) GARANT – Narzędzie do toczenia i wiercenia „5 w 1“ 1,5xD/2,25xD

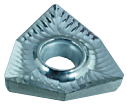
Numer katalogowy 268900/268901; 268905/268906
Liczba ostrzy efektywnych 1

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	HB7130	HB7120	HB7120	∅ 18					
			vc [m/min]	vc [m/min]	vc [m/min]	f	HB7130		HB7120		HU70AL	
							n	vf	n	vf	n	vf
		[N/mm²]	min. start maks.	min. start maks.	min. start maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznacz.	< 500	160 – 200 – 280	180 – 220 – 320	–	0,080	3537	283	3890	311	–	
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznacz.	500 – 850	140 – 190 – 260	150 – 200 – 300	–	0,080	3360	269	3537	283	–	
2.0	Stale automatowe	< 850	160 – 220 – 300	180 – 230 – 350	–	0,080	3890	311	4067	325	–	
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	140 – 190 – 280	160 – 210 – 320	–	0,080	3360	269	3714	297	–	
3.0	Niestop. stale do ulepsz. cieplн.	< 700	120 – 180 – 250	170 – 200 – 300	–	0,080	3183	255	3537	283	–	
3.1	Niestop. stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	100 – 140 – 200	150 – 180 – 255	–	0,080	2476	198	3183	255	–	
3.2	Niestop. stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	70 – 110 – 180	100 – 140 – 200	–	0,080	1945	156	2476	198	–	
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	70 – 110 – 180	80 – 130 – 160	–	0,080	1945	156	2299	184	–	
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	50 – 90 – 150	70 – 110 – 140	–	0,080	1592	127	1945	156	–	
5.0	Niestop. stale do nawęglania	< 750	80 – 120 – 200	150 – 180 – 250	–	0,080	2122	170	3183	255	–	
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	70 – 110 – 180	120 – 150 – 200	–	0,080	1945	156	2653	212	–	
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	70 – 120 – 150	90 – 130 – 160	–	0,080	2122	170	2299	184	–	
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50 – 100 – 180	130 – 160 – 215	–	0,080	1768	141	2829	226	–	
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50 – 80 – 120	80 – 110 – 140	–	0,080	1415	113	1945	156	–	
8.0	Stale narzędziowe	< 850	70 – 120 – 150	120 – 140 – 180	–	0,080	2122	170	2476	198	–	
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	60 – 110 – 140	100 – 120 – 160	–	0,080	1945	156	2122	170	–	
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	50 – 90 – 100	70 – 110 – 120	–	0,080	1592	127	1945	156	–	
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	–	–	–		–		–		–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–	–	–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–	–	–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–	–	–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odp. na ścieranie	1350	–	–	–		–		–		–	
11.1	Stale konstr. odp. na ścieranie	1800	–	–	–		–		–		–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	–	–	–		–		–		–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	90 – 120 – 160	90 – 120 – 160	–	0,080	2122	170	2122	170	–	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	80 – 110 – 150	–	–	0,080	1945	156	–		–	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	50 – 90 – 125	–	–	0,080	1592	127	–		–	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	70 – 100 – 120	120 – 150 – 220	–	0,080	1768	141	2653	212	–	
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–	–	–		–		–		–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	–	–	–		–		–		–	
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	–	–	–		–		–		–	
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	–	–	–		–		–		–	
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–		–		–		–	
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–	–	–		–		–		–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–	–	–		–		–		–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	–	–	400 – 600 – 2400	0,115	–		–		10610	1220
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		–	–	240 – 400 – 950	0,115	–		–		7074	813
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		–	–	160 – 300 – 800	0,115	–		–		5305	610
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	–	–	200 – 350 – 520	0,115	–		–		6189	712
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	–	–	200 – 400 – 800	0,115	–		–		7074	813
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	–	–	200 – 350 – 520	0,115	–		–		6189	712
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	–	–	120 – 200 – 320	0,115	–		–		3537	407
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	–	–	100 – 190 – 280	0,115	–		–		3360	386
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	–	–	100 – 180 – 230	0,115	–		–		3183	366
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	–	–	80 – 110 – 180	0,115	–		–		1945	224
19.0	Grafit		–	–	–		–		–		–	
20.0	Termoplasty		–	–	–		–		–		–	
20.1	Duroplasty		–	–	–		–		–		–	
20.2	GFK i CFK		–	–	–		–		–		–	

Wskazówka: W przypadku materiałów o wyższej wytrzymałości (1000 N/mm²) należy rozpoczynać wiercenie najniższymi wartościami posuwu (f = 0,01/0,2 mm) i po osiągnięciu głębokości wiercenia 1 mm zwiększyć wartość posuwu zgodnie z tabelą.
Parametry toczenia są podane w tabeli 9.22 (rozdział „Toczenie“).







∅ 20						∅ 26						∅ 33						Płytki skrawające
f	HB7130		HB7120		HU70AL	f	HB7130		HB7120		HU70AL	f	HB7130		HB7120		HU70AL	zalecane/gatunek
	n	vf	n	vf	n vf		n	vf	n	vf	n vf		n	vf	n	vf	n vf	(powlekane/niepowlekane)
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min] [mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min] [mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[1/min]	[mm/min]	[1/min] [mm/min]	
0,09	3183	286	3501	315	–	0,12	2449	294	2693	323	–	0,15	1929	289	2122	318	–	HB7130/HB7120
0,09	3024	272	3183	286	–	0,12	2326	279	2449	294	–	0,15	1833	275	1929	289	–	HB7130/HB7120
0,09	3501	315	3661	329	–	0,12	2693	323	2816	338	–	0,15	2122	318	2219	333	–	HB7130/HB7120
0,09	3024	272	3342	301	–	0,12	2326	279	2571	309	–	0,15	1833	275	2026	304	–	HB7130/HB7120
0,09	2865	258	3183	386	–	0,12	2204	264	2449	294	–	0,15	1736	260	1929	289	–	HB7130/HB7120
0,09	2228	201	2865	258	–	0,12	1714	206	2204	264	–	0,15	1350	203	1736	260	–	HB7130/HB7120
0,09	1751	158	2228	201	–	0,12	1347	162	1714	206	–	0,15	1061	159	1350	203	–	HB7130/HB7120
0,09	1751	158	2069	186	–	0,12	1347	162	1592	191	–	0,15	1061	159	1254	188	–	HB7130/HB7120
0,09	1432	129	1751	158	–	0,12	1102	132	1347	162	–	0,15	888	130	1061	159	–	HB7130/HB7120
0,09	1910	172	2865	258	–	0,12	1469	176	2204	264	–	0,15	1157	174	1736	260	–	HB7130/HB7120
0,09	1751	158	2387	215	–	0,12	1347	162	1836	220	–	0,15	1061	159	1447	217	–	HB7130/HB7120
0,09	1910	172	2069	186	–	0,12	1469	176	1592	191	–	0,15	1157	174	1254	188	–	HB7130/HB7120
0,09	1592	143	2546	229	–	0,12	1224	147	1959	235	–	0,15	965	145	1543	231	–	HB7130/HB7120
0,09	1273	115	1751	158	–	0,12	979	118	1347	162	–	0,15	772	116	1061	159	–	HB7130/HB7120
0,09	1910	172	2228	201	–	0,12	1469	176	1714	206	–	0,15	1157	174	1350	203	–	HB7130/HB7120
0,09	1751	158	1910	172	–	0,12	1347	162	1469	176	–	0,15	1061	159	1157	174	–	HB7130/HB7120
0,09	1432	129	1751	158	–	0,12	1102	132	1347	162	–	0,15	868	130	1061	159	–	HB7130/HB7120
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
0,09	1910	172	1910	172	–	0,12	1469	176	1469	176	–	0,15	1157	174	1157	174	–	HB7130/HB7120
0,09	1751	158	–		–	0,12	1347	162	–		–	0,15	1061	159	–		–	HB7130
0,09	1432	129	–		–	0,12	1102	132	–		–	0,15	868	130	–		–	HB7130
0,09	1592	143	2387	215	–	0,12	1224	147	1836	220	–	0,15	965	145	1447	217	–	HB7130/HB7120
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
0,13	–		–		9549 1241	0,18	–		–		7346 1322	0,22	–		–		5787 1273	HU70AL
0,13	–		–		6366 828	0,18	–		–		4897 881	0,22	–		–		3858 849	HU70AL
0,13	–		–		4775 621	0,18	–		–		3673 661	0,22	–		–		2894 637	HU70AL
0,13	–		–		5570 724	0,18	–		–		4285 771	0,22	–		–		3376 743	HU70AL
0,13	–		–		6366 828	0,18	–		–		4897 881	0,22	–		–		3858 849	HU70AL
0,13	–		–		5570 724	0,18	–		–		4285 771	0,22	–		–		3376 743	HU70AL
0,13	–		–		3183 414	0,18	–		–		2449 441	0,22	–		–		1929 424	HU70AL
0,13	–		–		3024 393	0,18	–		–		2326 419	0,22	–		–		1833 403	HU70AL
0,13	–		–		2865 372	0,18	–		–		2204 397	0,22	–		–		1736 382	HU70AL
0,13	–		–		1751 228	0,18	–		–		1347 242	0,22	–		–		1061 233	HU70AL
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–
	–		–		–		–		–		–		–		–		–	–

Spis treści



Wykaz tabel - wytyczne technologiczne do gwintowania 293
Przegląd - gwintowniki ręczne i maszynowe do otworów przelotowych 294
Przegląd gwintowników maszynowych do otworów nieprzelotowych 296
Przegląd gwintowników bezwiórowych i frezów do gwintów 298
Gwintowanie przy użyciu płytek skrawających 299
Rodzaje gwintów 300
Tabele otworów pod gwint 302
System mikrosmarowania 306

1 Metody wykonywania gwintów 307

2 Gwintowanie otworów 307

2.1 Opis metody 307
2.2 Rodzaje gwintowników 308
2.3 Zużycie i droga pracy gwintownika odpowiadająca jego okresowi trwałości 308
2.4 Podział warstwy skrawanej przy gwintowaniu 309
2.5 Siły i zapotrzebowanie mocy przy gwintowaniu 310
2.6 Wskaźniki technologiczne dla gwintowników 311

3 Gwintowanie bezwiórowe 312

4 Frezowanie gwintów 313

4.1 Zasada frezowania gwintów krótkich 313
4.2 Obliczanie czasu głównego 313
4.3 Cechy szczególne gwintowania za pomocą frezów 314
4.4 Wykonywanie gwintów za pomocą frezów wiercąco-gwintujących 315
4.5 Frezowanie gwintów za pomocą frezów trzpieniowych 317
4.6 Frezowanie gwintów z użyciem płytek skrawających 319
4.7 Frezowanie obiegowe i frezowanie gwintów przy zastosowaniu płytek skrawających wielobocznych i trójkątnych 322

5 Toczenie gwintów 325

5.1 Wybór prawidłowej metody obróbki i płytki podporowej 326
5.2 Wybór dosuwu 328
5.2.1 Dosuw promieniowy 328
5.2.2 Dosuw wzdłuż boku zarysu gwintu 329
5.2.3 Dosuw naprzemienny 329
5.2.4 Liczba przejść i dosuw w każdym przejściu 329
5.3 Czas główny przy toczeniu gwintów 330
5.4 Przykład toczenia gwintów 331
5.5 Usuwanie usterek przy toczeniu gwintów 332
5.6 Zalecenia technologiczne GARANT do toczenia gwintów 333

Wykaz tabel - wytyczne technologiczne do gwintowania

		Materiał narzędzia skrawającego / powłoka	Nr tabeli	Strona
Gwintowanie otworów	Gwintowniki maszynowe do obróbki materiałów twardych	Wykonane całkowicie ze stopów twardych	4.1	311
Frezowanie gwintów	Frezy maszynowe wiercąco-gwintujące	Wykonane całkowicie ze stopów twardych/TiAlN	4.2	316
	Frezy maszynowe trzpieniowe do gwintowania	Wykonane całkowicie ze stopów twardych/TiAlN	4.3	318
	Frezy trzpieniowe do gwintowania w stalach hartowanych z pogłębiaczem	Wykonane całkowicie ze stopów twardych	4.4	319
	Frezy do gwintowania z płytkami skrawającymi i chłodzeniem wewnętrznym	Stop twardy / TiAlN	4.7	321
	Frezy obwiedniowe i do gwintowania z płytkami wielobocznymi i trójkątnymi	Stop twardy	4.8	324
Toczenie gwintów	GARANT Toczenie gwintów	Stop twardy / TiN / TiAlN	4.13	333



Przegląd - gwintowniki ręczne i maszynowe do otworów przelotowych



rodzaj gwintu ▶	M			M-LH	MF	G	BSW	UNC	UNF	M			
barwny pierścień ▶													
numer katalogowy	**130150**	**130400**	**130450**	**130460**	**130470**	**130550**	**130670**	**130700**	**130750**	**131100**	**131120**	**131130**	**131140**
do otworów przelotowych	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D
do otworów nieprzelotowych	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D			3×D	3×D
nakrój (kształt)	A/D/C	A/D/C	A/D/C	A/D/C	D/C	D/C	A/D/C	D/C	D/C	B	B	E	C
tolerancja	6H	6H	6HX	6H	6H	ISO 228	średnie	2B	2B	6H	6H	6H	6HX
materiał skrawający	HSS	HSS/E	HSS/E	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HM
powłoka			azotow.							wap.	tw. chrom	**TiAlN**	
wewn. kanały chłodzące (IK)												IK	
zakres wielkości	1 – 30	2 – 20	2 – 20	2 – 20	2 – 52	1/8″–2″	1/8″–1″	nr 2–1″	nr 4–1″	1,6 – 24	2 – 20	1,6 – 12	3 – 12
▼ przeznaczenie	**prędkość skrawania Vc = m / min.**												
aluminium dające długi wiór	○			○	○	○	○	○	○	9 – 16	**10 – 21**		
aluminium dające krótki wiór	○			○	○	○	○	○	○	**9 – 16**	**10 – 21**	**10 – 21**	**15 – 21**
odlew aluminiowy > 10% Si	○	○	○	○	○	○	○	○	○		10 – 21		**9 – 16**
stal < 500 N/mm²	●			●	●	●	●	●	●	**9 – 20**	9 – 30		9 – 30
stal < 750 N/mm²	●	●		●	●	●	●	●	●				
stal < 900 N/mm²	●	●		●	●	●	●	●	●				
stal < 1100 N/mm²		○	●										
stal < 1400 N/mm²			●										
stal > 45 HRC													
INOX < 900 N/mm²		●											
INOX > 900 N/mm²		○											
stopy Ti > 850 N/mm²		●											
żeliwo szare (G)	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
mosiądze										9 – 16	10 – 21	10 – 21	
grafit i G(C)FK, duroplasty	○	○	○	○	○	○	○	○	○				**5 – 30**
uniwersalne	○	○		○	○	○	○	○	○				

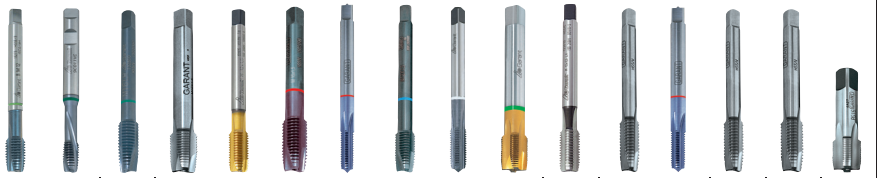


rodzaj gwintu ▶	M												
barwny pierścień ▶													
numer katalogowy	**132080**	**132150**	**132160**	**132170**	**132400**	**132420**	**132450**	**132500**	**132550**	**132570**	**132600**	**132640**	**132700**	**132720**
do otworów przelotowych	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D
do otworów nieprzelotowych	2×D							3×D	3×D	3×D	3×D			
nakrój (kształt)	D	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	B	CS	B
tolerancja	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6HX	6H	6H	6H	6H
materiał skrawający	VHM	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E
powłoka	**TiAlN**	wap.	**TiCN**	**TiCN**		azotow.	**TiCN**	azotow.	**TiCN**			wap.	**TiN**	**TiCN**
wewn. kanały chłodzące (IK)														
zakres wielkości	3 – 12	2 – 24	1,6 – 24	1,6 – 20	2,5 – 16	2 – 24	3 – 24	2 – 20	2 – 20	3 – 16	2 – 10	1 – 30	3 – 16	3 – 16
▼ przeznaczenie	**prędkość skrawania Vc = m / min.**													
aluminium dające długi wiór														
aluminium dające krótki wiór		9 – 16	10 – 21		10 – 19							9 – 16	10 – 21	10 – 21
odlew aluminiowy > 10% Si					10 – 19									
stal < 500 N/mm²		**9 – 20**	**9 – 30**	**23 – 30**								**9 – 20**	**9 – 30**	**9 – 30**
stal < 750 N/mm²		**9 – 20**	**8 – 30**	**15 – 30**								**9 – 20**	**8 – 30**	**8 – 30**
stal < 900 N/mm²		9 – 20	8 – 30	15 – 30	9 – 26	9 – 26						**9 – 20**	**8 – 30**	**8 – 30**
stal < 1100 N/mm²					**6 – 11**	**6 – 11**						4 – 8	**6 – 11**	**6 – 11**
stal < 1400 N/mm²					**2 – 5**	**2 – 5**								
stal > 45 HRC	**1 – 4**													
INOX < 900 N/mm²		**4 – 9**	5 – 11	**8 – 10**								**4 – 9**	**5 – 11**	**5 – 11**
INOX > 900 N/mm²			**4 – 8**	**5 – 9**			4 – 8							
stopy Ti > 850 N/mm²					**2 – 6**	**2 – 6**	**2 – 4**							
żeliwo szare (G)								**6 – 11**	**6 – 21**	**10 – 15**				
mosiądze		9 – 16	10 – 21					9 – 16	**10 – 21**	**10 – 30**	**9 – 16**	9 – 16	10 – 21	10 – 21
grafit i G(C)FK, duroplasty	**5 – 30**				5 – 28	5 – 28								5 – 25
uniwersalne												**4 – 20**	**5 – 30**	**5 – 30**

● / pismo pogrubione = nadają się bardzo dobrze; ○ / pismo normalne = przydatne warunkowo



								M								
131150 – 131200	131250	131280	131290	131300 – 131350	131450	131650	131700	131750	131760	131800	131850	131900	131920	131930	131950	132050
2×D	2×D	3×D	3×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	3×D	2×D	3×D	2×D	3×D	3×D	1,5×D	1,5×D
															1,5×D	1,5×D
B	C	B	CS	B	B	B	D	D	B	A	B	B	B	B	C	C
6H	6H	6H	6H	6G	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6HX	6HX	6HX	6HX
HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E
	TiN												wap.	TiCN		TiN
																IK
1 – 36	3 – 20	3 – 20	3 – 20	2 – 20	2 – 16	2 – 20	2 – 30	3 – 12	3 – 20	2 – 16	2 – 20	3 – 20	2 – 24	3 – 24	2,5 – 20	6 – 16
prędkość skrawania Vc = m/min.																
9 – 16	10 – 21			9 – 16	**9 – 16**	**9 – 16**	**9 – 16**	**9 – 16**	**9 – 16**	**9 – 16**		9 – 16				
												9 – 16				
9 – 20	**9 – 30**	**9 – 26**	**9 – 26**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	9 – 20	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	9 – 20	9 – 20	9 – 30		
9 – 20	**8 – 30**	**9 – 26**	**9 – 26**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 - 20**	9 – 20	9 – 20	8 – 30	9 – 20	8 – 30
		9 – 26	**9 – 26**								**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**8 – 30**	**9 – 20**	**8 – 30**
		6 – 11	6 – 11									**4 – 8**	**4 – 8**	**6 – 11**	**4 – 8**	**6 – 11**
															2 – 4	**2 – 5**
								2 – 3								
						6 – 11	6 – 11		**6 – 11**	**6 – 11**	6 – 11					
											9 – 16	**9 – 16**				
4 – 20	5 – 30	5 – 26	5 – 26	4 – 20	4 – 20	4 – 20	4 – 20	**4 – 20**	4 – 20	4 – 20						



M		M-LH			MF					MF-LH	G		UNC	UNF	PG
132730	132740	132800	132830	132835	132860	132862	132870	132880	132900	133010	133300	133320	133350	133400	133450
3×D	3×D	3×D	2×D	2×D	2×D	2×D	3×D	3×D	3×D	2×D	1,5×D	2×D	3×D	3×D	3×D
						2×D		3×D		2×D		2×D			3×D
B	B	B	B	CS	B	D	B	C	B	C	B	D	B	B	D
6H	6H	6H	6H	6H	6H	6HX	6HX	6HX	6H	6H	ISO 228	ISO 228	2B	2B	
HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	VHM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	VHM	HSS/E	HSS/E	HSS/E
TiAlN	TiCN	wap.		TiN	TiCN	TiAlN	wap.	azotow.	TiN			TiAlN			
IK															
6 – 20	3 – 20	3 – 24	2 – 63	5 – 24	3 – 30	8 – 12	4 – 24	4 – 22	3 – 30	8 – 16	1/8″–1″	1/8″–1/4″	nr 4 – 1″	nr 10 – 1″	7 – 36
prędkość skrawania Vc = m/min.															
16 – 40	10 – 21	9 – 16	**9 – 16**	**16 – 40**			9 – 16		10 – 21		9 – 16		**9 – 16**	**9 – 16**	**9 – 16**
23 – 30	**9 – 30**		**9 – 20**	**23 – 30**			**9 – 20**		**9 – 30**	**9 – 20**	9 – 20		**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**
15 – 30	**8 – 30**	**9 – 20**	**9 – 20**	**15 – 30**	8 – 30		**9 – 20**		**8 – 30**	**9 – 20**	**9 – 20**		**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**
15 – 30	**8 – 30**	**9 – 20**			**8 – 30**		9 – 20		**8 – 30**	**9 – 20**					
11 – 15	**6 – 11**	**4 – 8**			**6 – 11**				**6 – 11**						
						1 – 4						**1 – 4**			
8 – 10	5 – 11	4 – 9					**4 – 9**		**5 – 11**						4 – 9
								6 – 11							
25 – 31	10 – 21	9 – 16					9 – 16	9 – 16	10 – 21						9 – 16
						5 – 30		5 – 25				**5 – 30**			
8 – 40	**5 – 30**	**4 – 20**							**5 – 30**				4 – 20	4 – 20	4 – 20

pismo pogrubione = nadają się bardzo dobrze; pismo normalne = przydatne warunkowo

Przegląd gwintowników maszynowych do otworów nieprzelotowych



rodzaj gwintu ▶	M										
barwny pierścień ▶											
nr katalogowy	**134200**	**134250**	**134270**	**134600**	**134620**	**134650**	**134660**	**134850**	**135100**	**135150**	**135290**
do otworów nieprzelotowych	3×D	3×D	2×D	2×D	3×D	2×D	3×D	3×D	3×D	3×D	2×D
nakrój (forma)	C	C	C	D	C	C	C	C	C	C	C
tolerancja	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H
materiał skrawający	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	VHM
powłoka		wap.	chrom tw.						TiN	wap.	
wewn. kanały chłodzące (IK)											IK
zakres wielkości	2 – 10	1,6 – 24	1,6 – 20	2 – 30	3 – 20	3 – 12	3 – 20	2 – 30	3 – 20	2 – 20	6 – 16
▼ przeznaczenie	**prędkość skrawania Vc = m / min.**										
aluminium dające długi wiór	**9 – 16**	**9 – 16**	**16 – 40**								
aluminium dające krótki wiór	**9 – 16**	9 – 16	**16 – 40**			**9 – 16**	**9 – 16**	9 – 16	10 – 21		
odlew aluminiowy > 10% Si			14 – 31								
stal < 500 N/mm²		**9 – 20**	23 – 30	**9 – 20**	9 – 26	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 30**	**9 – 20**	9 – 30
stal < 750 N/mm²				**9 – 20**	**9 – 26**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**8 – 30**	**9 – 20**	**8 – 30**
stal < 900 N/mm²					**9 – 26**			**9 – 20**	**8 – 30**	**9 – 20**	**8 – 30**
stal < 1100 N/mm²					6 – 11						
stal < 1400 N/mm²											
stal > 45 HRC											
INOX < 900 N/mm²											
INOX > 900 N/mm²											
stopy Ti > 850 N/mm²											
żeliwo szare (G)							**6 – 11**	6 – 11	6 – 21	6 – 11	
mosiądze		9 – 16	25 – 31					9 – 16	10 – 21	9 – 16	
grafit i G(C)FK, duroplasty											5 – 30
uniwersalne				4 – 20		4 – 20	4 – 20				



rodzaj gwintu ▶	M							M-LH	MF			
barwny pierścień ▶												
nr katalogowy	**135900**	**135950**	**136050**	**136150**	**136155**	**136160**	**136170**	**136180**	**136210**	**136250**	**136260**	**136270**
do otworów nieprzelotowych	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	3×D	2×D	2×D	2×D	2×D
nakrój (forma)	C	C	E	E	C	C	C	C	C	D	C	C
tolerancja	6H	6H	6H	6H	6G	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H
materiał skrawający	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E
powłoka	**TiN**	**TiCN**	wap.	**TiN**	**TiAlN**	**TiAlN**	**TiCN**	wap.	wap.		wap.	**TiCN**
wewn. kanały chłodzące (IK)						IK						
zakres wielkości	2 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	6 – 16	3 – 20	3 – 24	3 – 24	4 – 36	3 – 30	4 – 24
▼ przeznaczenie	**prędkość skrawania Vc = m / min.**											
aluminium dające długi wiór									9 – 16			
aluminium dające krótki wiór	10 – 21	10 – 21	9 – 16	10 – 21	16 – 40	16 – 40	10 – 21	9 – 16	**9 – 16**	**9 – 16**	**9 – 16**	
odlew aluminiowy > 10% Si												
stal < 500 N/mm²	**9 – 30**	**9 – 30**	**9 – 20**	**9 – 30**	**23 – 30**	**23 – 30**	**9 – 30**		**9 – 20**		**9 – 20**	9 – 30
stal < 750 N/mm²	**8 – 30**	**8 – 30**	**9 – 20**	**8 – 30**	**15 – 30**	**15 – 30**	**8 – 30**	**9 – 20**		**9 – 20**	**9 – 20**	8 – 30
stal < 900 N/mm²	**8 – 30**	**8 – 30**	**9 – 20**	**8 – 30**	**15 – 30**	**15 – 30**	**8 – 30**	**9 – 20**		**9 – 20**	**9 – 20**	**8 – 30**
stal < 1100 N/mm²	**6 – 11**	**6 – 11**	4 – 8	**6 – 11**	**11 – 15**	**11 – 15**	**6 – 11**	**4 – 8**				**6 – 11**
stal < 1400 N/mm²												
stal > 45 HRC												
INOX < 900 N/mm²	**5 – 11**	**5 – 11**	**4 – 9**	**5 – 11**	**8 – 10**	**8 – 10**	5 – 11	4 – 9				
INOX > 900 N/mm²												
stopy Ti > 850 N/mm²												
żeliwo szare (G)											6 – 11	
mosiądze	10 – 21	10 – 21	9 – 16	10 – 21	25 – 31	25 – 31	10 – 21	9 – 16	9 – 16		9 – 16	
grafit i G(C)FK, duroplasty												
uniwersalne	**5 – 30**	**5 – 30**	**4 – 20**	**5 – 30**	**8 – 40**	**8 – 40**	**5 – 30**	**4 – 20**		4 – 20	4 – 20	

pismo pogrubione = nadają się bardzo dobrze; pismo normalne = przydatne warunkowo



M												
135300	135320	135360	135370	135375	135450 – 135550	135600	135650	135700	135730	135750	135760	135850
2×D	2×D	2×D	2×D	3×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	3×D
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
6H	6H	6H	6H	6H	6H	6G	6H	6H	6H	6HX	6HX	6H
HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E
wap.	TiCN	wap.	TiCN	TiN/wap.	wap.	wap.	wap.	TiCN	TiCN	wap.	TiCN	wap.
2 – 24	3 – 24	3 – 24	3 – 24	4 – 24	2 – 30	2 – 20	2 – 24	3 – 24	2 – 20	2 – 20	2 – 20	2 – 30
prędkość skrawania Vc = m/min.												
					9 – 16	9 – 16	9 – 16	10 – 21				9 – 16
9 – 20	9 – 30			**23 – 30**	9 – 20	9 – 20	9 – 20	9 – 30	**23 – 30**			**9 – 20**
9 – 20	8 – 30	9 – 20	8 – 30	**15 – 30**	**9 – 20**	**9 – 20**	**9 – 20**	**8 – 30**	**15 – 30**			**9 – 20**
9 – 20	**8 – 30**	**9 – 20**	**8 – 30**	**15 – 30**	9 – 20	9 – 20	9 – 20	8 – 30	15 – 30	9 – 26	15 – 30	**9 – 20**
4 – 8	**6 – 11**	**4 – 8**	**6 – 11**	**11 – 15**						**6 – 11**	**11 – 15**	4 – 8
		2 – 4	**2 – 5**	**7 – 8**						**2 – 5**	**7 – 8**	
					4 – 9	**4 – 9**	4 – 9	5 – 11	**8 – 10**			**4 – 9**
							3 – 6	**4 – 8**	**5 – 9**			
				4 – 7						**2 – 6**	**4 – 7**	
					9 – 16	9 – 16	9 – 16	10 – 21				9 – 16
												4 – 20



MF			G						UNC	UNF	NPT
137050	137055	137150	137340	137350	137410	137450	137700	137800	137860	138000	138100
2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D	2×D
C	C	C	C	C	C	C	C	E	C	C	C
6H	6HX	6H	ISO 228	ISO 228	ISO 228	ISO 228	ISO 228	ISO 228	2B	2B	
HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS/E	HSS-PM
wap.	wap.	TiN	chrom tw.	wap.	TiCN	wap.	TiCN	TiN			TiAlN
4 – 24	5 – 16	4 – 30	1/8″ – 1″	1/8″ – 2″	1/8″ – 1″	1/8″ – 1″	1/8″ – 2″	1/8″ – 1/2″	nr 4 – 1″	nr 10 – 1″	1/8″ – 1″
prędkość skrawania Vc = m/min.											
9 – 16		10 – 21	**16 – 40**	9 – 16		9 – 16	10 – 21	10 – 21	**9 – 16**	**9 – 16**	
			14 – 31								
9 – 20		**9 – 30**	23 – 30	**9 – 20**		**9 – 20**	**9 – 30**	**9 – 30**	**9 – 20**	**9 – 20**	
9 – 20		**8 – 30**		**9 – 20**	15 – 30	**9 – 20**	**8 – 30**	**8 – 30**	**9 – 20**	**9 – 20**	
9 – 20	9 – 26	**8 – 30**		**9 – 20**	**15 – 30**	**9 – 20**	**8 – 30**	**8 – 30**			**15 – 30**
	6 – 11	**6 – 11**			**11 – 15**			**6 – 11**			**11 – 15**
	2 – 5				**7 – 8**						7 – 8
4 – 9		**5 – 11**				**4 – 9**	5 – 11	**5 – 11**			
							4 – 8				
	2 – 6										
		6 – 21									
9 – 16		10 – 21	25 – 31	9 – 16		9 – 16	10 – 21	10 – 21			
		5 – 30						**5 – 30**			

pismo pogrubione = nadają się bardzo dobrze; pismo normalne = przydatne warunkowo

Przegląd gwintowników bezwiórowych i frezów do gwintów



rodzaj gwintu ▶	M									MF		G	
pierścień barwny ▶													
nr katalogowy	139110	139120	139140	139145	139150	139160	139240	139242	139244	139245	139360	139410	139460
głębokość gwintu	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D	4×D
rowek smarowy				rowek	rowek	rowek	rowek	rowek	rowek	rowek	rowek	rowek	rowek
nakrój (kształt)	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
tolerancja	6HX	6HX	6GX	6HX	6HX	6HX	6GX	6HX	6HX	6HX	6HX	ISO 228	ISO 228
materiał skrawający	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	HSS-PM	HSS-PM	HSS/E	HSS/E	VHM	VHM	HSS-PM	HSS/E	HSS-PM	HSS/E
powłoka	TiN	TiAlN	TiAlN	TiAlN-S	TiN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiN	TiAlN	TiN	TiAlN
wewn. kanały chłodz. (IK)									IK				
zakres wielkości	2 – 16	1 – 16	2 – 12	2 – 12	2 – 16	2 – 16	2 – 12	3 – 5	6 – 12	8 – 20	6 – 20	1/8″–1/2″	1/8″–1/2″
▼ przeznaczenie	prędkość skrawania Vc = m/min.												
Al dające długi wiór				15 – 31				25 – 40	25 – 40				
Al dające krótki wiór		15 – 31	15 – 31	15 – 31		15 – 31	15 – 31				15 – 31		15 – 31
odlew al. > 10 % Si													
stal < 500 N/mm²	15 – 31	15 – 31	15 – 31	15 – 31	15 – 31	15 – 31	15 – 31	40 – 70	40 – 70	15 – 31	15 – 31	15 – 31	15 – 31
stal < 750 N/mm²	14 – 30	14 – 30	14 – 30		14 – 30	14 – 30	14 – 30	40 – 60	40 – 60	14 – 30	14 – 30	14 – 30	14 – 30
stal < 900 N/mm²		14 – 30	14 – 30			14 – 30	14 – 30	25 – 50	25 – 50		14 – 30		14 – 30
stal < 1100 N/mm²								20 – 40	20 – 40				
stal < 1400 N/mm²													
stal > 45 HRC													
INOX < 900 N/mm²	6 – 15	6 – 15	6 – 15		6 – 15	6 – 15	6 – 15			6 – 15	6 – 15	6 – 15	6 – 15
INOX > 900 N/mm²													
stopy Ti > 850 N/mm²													
żeliwo szare (G)													
mosiądze		9 – 15	9 – 15			9 – 15	9 – 15				9 – 15		9 – 15
grafit i G(C)FK, duroplasty													
uniwersalne		6 – 31	6 – 31			6 – 31	6 – 31				6 – 31		6 – 31

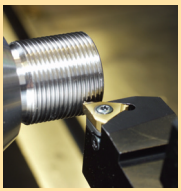


rodzaj gwintu ▶	frezy palcowe do gwintów M			frezy palcowe do gwintów M						MF			G		NPT
pierścień barwny ▶															
nr katalogowy	139480	139510	139515	139650	139652	139655	139658	139660	139670	139685	139688	139710	139720	139730	
głębokość gwintu	2×D	1,5×D	2×D	2×D	1,5×D	1,5×D	2×D	2,5×D	2×D	1,5×D	2×D	2×D	2×D	2×D	
pogłębiacz	90°	90°	90°		90°	90°	90°	90°		90°	90°		90°	90°	
materiał skrawający	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	
powłoka	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	
wewn. kanały chłodz. (IK)	IK	IK	IK	IK		IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	IK	
zakres wielkości	6 – 18	4 – 10	4 – 14	3 – 24	4 – 16	4 – 20	4 – 20	5 – 12	2,5 – 24	8 – 12	8 – 16	1/16″–1″	1/8″–1/4″	1/8″–3/8″	
▼ przeznaczenie	orientacyjne prędkości skrawania Vc = m/min. / posuw na ząb* fz = mm/ząb														
Al dające długi wiór	250/0,075			220/0,065		220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	
Al dające krótki wiór	250/0,075	220/0,065	220/0,065	220/0,065		220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	
odlew al. > 10 % Si	250/0,075	220/0,065	220/0,065	220/0,065		220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	220/0,065	
stal < 500 N/mm²	200/0,065			80/0,065		80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	
stal < 750 N/mm²	200/0,065			80/0,065		80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	80/0,065	
stal < 900 N/mm²	200/0,065					80/0,065	80/0,065			80/0,065	80/0,065		80/0,065	80/0,065	
stal < 1100 N/mm²	175/0,040					80/0,065	80/0,065			80/0,065	80/0,065		80/0,065	80/0,065	
stal < 1400 N/mm²	150/0,040				30/0,025	60/0,025	60/0,025			60/0,025	60/0,025		60/0,025	60/0,025	
stal > 45 HRC	65/0,025				35/0,010										
INOX < 900 N/mm²	150/0,040			50/0,040		50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	50/0,040	
INOX > 900 N/mm²	150/0,040					50/0,040	50/0,040			50/0,040	50/0,040		50/0,040	50/0,040	
stopy Ti > 850 N/mm²						60/0,030	60/0,030	60/0,030		60/0,030	60/0,030		60/0,030	60/0,030	
żeliwo szare (G)	250/0,065	90/0,065	90/0,065	88/0,065		88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	88/0,065	
mosiądze		330/0,040	330/0,040	225/0,065		225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	225/0,065	
grafit i G(C)FK, duroplasty	280/0,065			100/0,065		100/0,065	100/0,065	100/0,065	100/0,065	100/0,065	100/0,065	100/0,065	100/0,065	100/0,065	
uniwersalne	●			●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	

● / pismo pogrubione = nadają się bardzo dobrze; pismo normalne = przydatne warunkowo

* posuw dotyczy zarysu

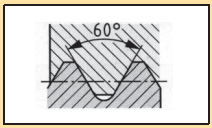
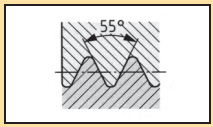
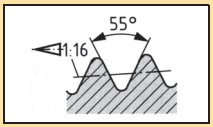
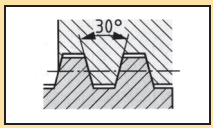
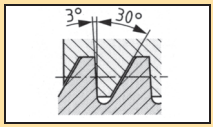
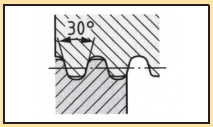
Gwintowanie przy użyciu płytek skrawających

		Zakres	P Stal	M INOX	K GG(G)	N Al, met. nieżel.	S Tytan	H >45 HRC
Frezowanie gwintów								
 	GARANT Frezowanie obwiedniowe przy użyciu płytek wielobocznych Płytki trójkątne	od M20 od M16	●	●	●	●	●	●
Toczenie gwintów								
	KOMET UniTurn Toczenie dokładne	od M6	●	●	●	●	●	
	GARANT Toczenie gwintów	od M10	●	●	●	●	●	○

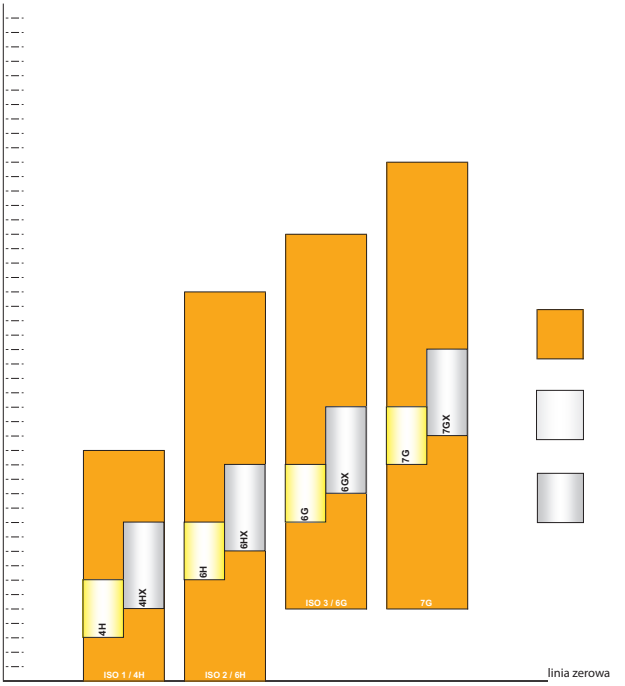
Rodzaje gwintów

Zależnie od przeznaczenia, gwinty różnią się zarysem, liczbą zwojów, skokiem, wymiarem, wybiegiem i zbieżnością.

DIN 202 przewiduje następujące rodzaje gwintów, podzielone według głównych dziedzin zastosowania:

Nazwa	Zarys	Oznaczenie	Zastosowanie
Gwint metryczny ISO		M M20; M20x1	Gwinty zwykłe, gwinty drobnozwojne
Gwint rurowy wakowy		G G 1 ¼	Gwint zewnętrzny rur,
		Rp Rp 1/8	Gwint wewnętrzny rur gwintowanych
Gwint rurowy stożkowy		R R ¾	Gwint zewnętrzny rur gwintowanych
Metryczny gwint trapezowy ISO		Tr Tr 40x7	Zastosowanie ogólne
Metryczny gwint trapezowy niesymetryczny		S S 48x8	
Okrągły gwint wakowy		Rd Rd 40x 1/6	

Schemat tolerancji stosowanych przy wykonywaniu gwintów metrycznych i właściwych dla nich tolerancji gwintowników



Tabele otworów pod gwint

Gwintowniki:

Gwint metryczny ISO DIN 13

M	Skok mm	⌀ wewn. nakrętki Tol. ISO 2 (6 H) maks. mm	⌀ otworu pod gwint DIN 336 mm
1	0,25	*0,785	0,75
1,1	0,25	*0,885	0,85
1,2	0,25	*0,985	0,95
1,4	0,3	*1,142	1,10
1,6	0,35	1,321	1,25
1,8	0,35	1,521	1,45
2	0,4	1,679	1,6
2,2	0,45	1,838	1,75
2,5	0,45	2,138	2,05
3	0,5	2,599	2,5
3,5	0,6	3,010	2,9
4	0,7	3,422	3,3
4,5	0,75	3,878	3,7
5	0,8	4,334	4,2
6	1	5,153	5
7	1	6,153	6
8	1,25	6,912	6,8
9	1,25	7,912	7,8
10	1,5	8,676	8,5
11	1,5	9,676	9,5
12	1,75	10,441	10,2
14	2	12,210	12
16	2	14,210	14
18	2,5	15,744	15,5
20	2,5	17,744	17,5
22	2,5	19,744	19,5
24	3	21,252	21
27	3	24,252	24
30	3,5	26,771	26,5
33	3,5	29,771	29,5
36	4	32,270	32
39	4	35,270	35
42	4,5	37,799	37,5
45	4,5	40,799	40,5
48	5	43,297	43
52	5	47,297	47
56	5,5	50,796	50,5
60	5,5	54,796	54,5
64	6	58,305	58
68	6	62,305	62

*) Pole tolerancji ISO 1 (4 H)

(Poprzedni profil DIN, tol. średnia)

1,7	0,35	1,346	1,3
2,3	0,4	1,920	1,9
2,6	0,45	2,176	2,1

Gwint drobnozwojny ISO DIN 13

MF	⌀ wewn. nakrętki Tol. ISO 2 (6 H) maks. mm	⌀ otworu pod gwint DIN 336 mm
2 x 0,25	*1,774	1,75
2,2 x 0,25	*1,974	1,95
2,3 x 0,25	2,071	2,05
2,5 x 0,35	*2,184	2,15
2,6 x 0,35	2,252	2,20
3 x 0,35	*2,684	2,65
3,5 x 0,35	*3,184	3,15
4 x 0,35	*3,684	3,65
4 x 0,5	3,599	3,50
5 x 0,5	4,599	4,50
6 x 0,5	5,599	5,50
6 x 0,75	5,378	5,20
7 x 0,75	6,378	6,20
8 x 0,5	7,599	7,50
8 x 0,75	7,378	7,20
8 x 1	7,153	7
9 x 0,75	8,378	8,20
9 x 1	8,153	8
10 x 0,5	9,599	9,50
10 x 0,75	9,378	9,20
10 x 1	9,153	9
10 x 1,25	8,912	8,80
11 x 1	10,153	10
12 x 0,75	11,378	11,20
12 x 1	11,153	11
12 x 1,25	10,912	10,80
12 x 1,5	10,676	10,50
13 x 1	12,153	12
14 x 1	13,153	13
14 x 1,25	12,912	12,80
14 x 1,5	12,676	12,50
15 x 1	14,153	14
15 x 1,5	13,676	13,50
16 x 1	15,153	15
16 x 1,5	14,676	14,50
18 x 1	17,153	17
18 x 1,5	16,676	16,50
18 x 2	16,210	16
20 x 1	19,153	19
20 x 1,5	18,676	18,50
20 x 2	18,210	18
22 x 1	21,153	21
22 x 1,5	20,676	20,50
22 x 2	20,210	20

*) Pole tolerancji ISO 1 (4 H)

MF	⌀ wewn. nakrętki Tol. ISO 2(6 H) maks. mm	⌀ otworu pod gwint DIN 336 mm
24 x 1	23,153	23
24 x 1,5	22,676	22,50
24 x 2	22,210	22
25 x 1	24,153	24
25 x 1,5	23,676	23,50
26 x 1,5	24,676	24,50
27 x 1,5	25,676	25,50
27 x 2	25,210	25
28 x 1,5	26,676	26,50
28 x 2	26,210	26
30 x 1	29,153	29
30 x 1,5	28,676	28,50
30 x 2	28,210	28
32 x 1,5	30,676	30,50
33 x 1,5	31,676	31,50
33 x 2	31,210	31
34 x 1,5	32,676	32,50
35 x 1,5	33,676	33,50
36 x 1,5	34,676	34,50
36 x 2	34,210	34
36 x 3	33,252	33
38 x 1,5	36,676	36,50
39 x 1,5	37,676	37,50
39 x 2	37,210	37
39 x 3	36,252	36
40 x 1,5	38,676	38,50
40 x 2	38,210	38
40 x 3	37,252	37
42 x 1,5	40,676	40,50
42 x 2	40,210	40
42 x 3	39,252	39
45 x 1,5	43,676	43,50
45 x 2	43,210	43
45 x 3	42,252	42
48 x 1,5	46,676	46,50
48 x 2	46,210	46
48 x 3	45,252	45
50 x 1,5	48,676	48,50
50 x 2	48,210	48
50 x 3	47,252	47
52 x 1,5	50,676	50,50
52 x 2	50,210	50
52 x 3	49,252	49

Wskazówka: Gwint metryczny ISO i metryczny gwint drobnozwojny ISO dla gwintowników bezwiórowych na stronie 305.

Tabele otworów pod gwint

Gwintowniki:

Amerykański gwint grubozwojny ASME B1.1

UNC	⌀ zewnętrzna gwintu mm	⌀ wewn. nakrętki Tol. ISO 3 B maks. mm	⌀ otworu pod gwint mm
Nr 1 – 64	1,854	1,582	1,55
Nr 2 – 56	2,184	1,872	1,85
Nr 3 – 48	2,515	2,146	2,1
Nr 4 – 40	2,845	2,385	2,35
Nr 5 – 40	3,175	2,697	2,65
Nr 6 – 32	3,505	2,896	2,85
Nr 8 – 32	4,166	3,528	3,5
Nr 10 – 24	4,826	3,950	3,9
Nr 12 – 24	5,486	4,590	4,5
1/4" – 20	6,350	5,250	5,1
5/16" – 18	7,938	6,680	6,6
3/8" – 16	9,525	8,082	8
7/16" – 14	11,112	9,441	9,4
1/2" – 13	12,700	10,881	10,8
9/16" – 12	14,288	12,301	12,2
5/8" – 11	15,875	13,693	13,5
3/4" – 10	19,050	16,624	16,5
7/8" – 9	22,225	19,520	19,5
1" – 8	25,400	22,344	22,25
1 1/8" – 7	28,575	25,082	25
1 1/4" – 7	31,750	28,258	28
1 3/8" – 6	34,925	30,851	30,75
1 1/2" – 6	38,100	34,026	34
1 3/4" – 5	44,450	39,560	39,5
2" – 4 1/2	50,800	45,367	45
2 1/4" – 4 1/2	57,150	51,717	51,5
2 1/2" – 4	63,500	57,389	57,25
2 3/4" – 4	69,850	63,739	63,5
3" – 4	76,200	70,089	70
3 1/4" – 4	82,550	76,439	76,2
3 1/2" – 4	88,900	82,789	82,6
3 3/4" – 4	95,250	89,139	88,9
4" – 4	101,600	95,489	95,25

Amerykański gwint grubozwojny ASME B1.1

UNF	⌀ zewnętrzna gwintu mm	⌀ wewn. nakrętki Tol. ISO 3 B maks. mm	⌀ otworu pod gwint mm
Nr 0 – 80	1,524	1,306	1,25
Nr 1 – 72	1,854	1,613	1,55
Nr 2 – 64	2,184	1,913	1,9
Nr 3 – 56	2,515	2,197	2,15
Nr 4 – 48	2,845	2,459	2,4
Nr 5 – 44	3,175	2,741	2,7
Nr 6 – 40	3,505	3,012	2,95
Nr 8 – 36	4,166	3,597	3,5
Nr 10 – 32	4,826	4,168	4,1
Nr 12 – 28	5,486	4,717	4,7
1/4" – 28	6,350	5,563	5,5
5/16" – 24	7,938	6,995	6,9
3/8" – 24	9,525	8,565	8,5
7/16" – 20	11,112	9,947	9,9
1/2" – 20	12,700	11,524	11,5
9/16" – 18	14,288	12,969	12,9
5/8" – 18	15,875	14,554	14,5
3/4" – 16	19,050	17,546	17,5
7/8" – 14	22,225	20,493	20,4
1" – 12	25,400	23,363	23,25
1 1/8" – 12	28,575	26,538	26,5
1 1/4" – 12	31,750	29,713	29,5
1 3/8" – 12	34,925	32,888	32,75
1 1/2" – 12	38,100	36,063	36

Tabele otworów pod gwint

Gwintowniki:

Gwint Whitwortha BS 84

BSW	Liczba zwojów	⌀ zewnętrzna gwintu mm	⌀ wewn. nakrętki maks. mm	⌀ otworu pod gwint mm
1/16“	60	1,612	1,231	1,15
3/32“	48	2,409	1,910	1,8
1/8“	40	3,203	2,590	2,6
5/32“	32	4,003	3,211	3,1
3/16“	24	4,796	3,744	3,6
7/32“	24	5,595	4,538	4,4
1/4“	20	6,389	5,224	5,1
5/16“	18	7,977	6,661	6,5
3/8“	16	9,575	8,052	7,9
7/16“	14	11,167	9,379	9,3
1/2“	12	12,755	10,610	10,5
9/16“	12	14,343	12,176	12
5/8“	11	15,930	13,598	13,5
3/4“	10	19,105	16,538	16,5
7/8“	9	22,280	19,411	19,25
1“	8	25,469	22,185	22
1 1/8“	7	28,644	24,879	24,75
1 1/4“	7	31,819	28,054	27,75
1 3/8“	6	35,008	30,555	30,2
1 1/2“	6	38,184	33,730	33,5
1 5/8“	5	41,359	35,921	35,5
1 3/4“	5	44,534	39,096	38,5
1 7/8“	4 1/2	47,717	41,648	41,5
2“	4 1/2	50,892	44,823	44,5
2 1/4“	4	57,242	50,420	50
2 1/2“	4	63,592	56,770	56,6
2 3/4“	3 1/2	69,942	62,108	62
3“	3 1/2	76,292	68,459	68

Gwint Whitwortha rurowy DIN ISO 228/1

G	Liczba zwojów	⌀ zewnętrzna gwintu mm	⌀ wewn. nakrętki maks. mm	⌀ otworu pod gwint mm
G 1/8“	28	9,728	8,848	8,8
G 1/4“	19	13,157	11,890	11,8
G 3/8“	19	16,662	15,395	15,25
G 1/2“	14	20,955	19,172	19
G 5/8“	14	22,911	21,128	21
G 3/4“	14	26,441	24,658	24,5
G 7/8“	14	30,201	28,418	28,25
G 1“	11	33,249	30,931	30,75
G 1 1/8“	11	37,897	35,579	35,3
G 1 1/4“	11	41,910	35,592	39,25
G 1 3/8“	11	44,323	42,005	41,7
G 1 1/2“	11	47,803	45,485	45,25
G 1 3/4“	11	53,746	51,428	51,1
G 2“	11	59,614	57,296	57
G 2 1/4“	11	65,710	63,392	63,1
G 2 1/2“	11	75,184	72,866	72,6
G 2 3/4“	11	81,534	79,216	78,9
G 3“	11	87,884	85,566	85,3
G 3 1/4“	11	93,980	91,662	91,5
G 3 1/2“	11	100,330	98,012	97,7
G 3 3/4“	11	106,680	104,362	104
G 4“	11	113,030	110,712	110,4

Gwintowniki bezwiórowe:

Gwinty rurowe Whitwortha DIN ISO 228/1

G	Liczba zwojów	⌀ zewnętrzna gwintu mm	⌀ otworu mm
G 1/8“	28	9,728	9,35
G 1/4“	19	13,157	12,55
G 3/8“	19	16,662	16,05
G 1/2“	14	20,955	20,15

Tabele otworów pod gwint

Gwint do rurek pancernych

DIN 40 430

Pg	⌀ zewnętrzna gwintu mm	⌀ wewn. nakrętki maks. mm	⌀ otworu pod gwint mm
Pg 7	12,5	11,43	11,4
Pg 9	15,2	14,01	14
Pg 11	18,6	17,41	17,25
Pg 13,5	20,4	19,21	19
Pg 16	22,5	21,31	21,25
Pg 21	28,3	27,03	27
Pg 29	37,0	35,73	35,5
Pg 36	47,0	45,73	45,5
Pg 42	54,0	52,73	52,5
Pg 48	59,3	58,03	58

Gwint rurowy stożkowy NPT stożek 1:16, wykonać otwór wstępny wakowy bez użycia rozwiertaka

NPT	Liczba zwojów Gg/1"	⌀ otworu pod gwint mm	Min. głębokość otworu pod gwint mm
1/16"	27	6,15	12
1/8"	27	8,5	12
1/4"	18	11	17,5
3/8"	18	14,5	17,6
1/2"	14	17,9	22,9
3/4"	14	23,2	23
1"	11 1/2	29	27,4
1 1/4"	11 1/2	37,8	28,1
1 1/2"	11 1/2	44	28,4
2"	11 1/2	56	28,4

Gwintowniki bezwiórowe: Gwint metryczny ISO DIN 13

M	Skok mm	⌀ otworu mm
1	0,25	0,9
1,1	0,25	1
1,2	0,25	1,1
1,4	0,3	1,25
1,6	0,35	1,45
1,7	0,35	1,55
1,8	0,35	1,65
2	0,4	1,8
2,2	0,45	2
2,3	0,4	2,1
2,5	0,45	2,3
2,6	0,45	2,4
3	0,5	2,80
3,5	0,6	3,25
4	0,7	3,70
5	0,8	4,65
6	1	5,55
8	1,25	7,45
10	1,5	9,35
12	1,75	11,20
14	2	13,10
16	2	15,10
18	2,5	16,90
20	2,5	18,90

Gwint metryczny drobnozwojny ISO DIN 13

MF	⌀ otworu mm
4 x 0,5	3,8
5 x 0,5	4,8
6 x 0,5	5,8
6 x 0,75	5,65
8 x 0,75	7,65
8 x 1	7,55
10 x 1	9,55
12 x 1	11,55
12 x 1,5	11,35
14 x 1,5	13,35
16 x 1	15,55
16 x 1,5	15,35
18 x 1	17,55
18 x 1,5	17,35
20 x 1	19,55
20 x 1,5	19,35
22 x 1,5	21,35
24 x 1,5	23,35
26 x 1,5	25,35
28 x 1,5	27,35
30 x 1,5	29,35

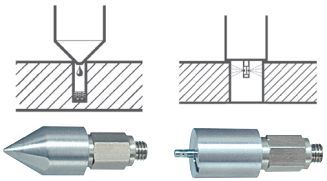
System mikrosmarowania

Wykonanie: Stabilna obudowa ze stali VA z **3-komorowym układem ciśnieniowym, zapewniającym dokładne dozowanie** środka.

Zalety:
→ bardzo łatwe zastosowanie w centrum obróbkowym
→ wyeliminowanie kłopotliwego i niedokładnego smarowania ręcznego
→ dłuższe okresy trwałości gwintowników maszynowych i pewność przebiegu procesu
→ nadaje się do wszystkich olejów chłodząco-smarujących do gwintowania o lepkości do 570 mm^2/s



Zastosowanie dysz



Zastosowanie: W centrach obróbkowych **system mikrosmarowania, stosowany w układzie poziomym i pionowym** jest włączony w proces produkcji. Olej jest rozprowadzany systemem **mechaniczno-hydraulicznym** z zasobnika za pomocą dyszy (mikrorozdzielacz albo mikrosmoczek), dokładnie punktowo, na ściankę otworu pod gwint. Zużywa się do tego, w optymalny sposób, bardzo niewielkich ilości oleju. System mikrosmarowania zapobiega negatywnym zmianom w konsystencji emulsji w centrum obróbkowym. Eliminuje tym samym konieczność istotnie droższego przestawienia się na emulsję zawierającą co najmniej 8% smaru, co jest konieczne dla zapewnienia niezawodności procesu gwintowania.

Typy dysz: **Typ GL** (mikroiniektor) dla otworów nieprzelotowych do M 2,5
Typ DL (mikrorozdzielacz) dla otworów nieprzelotowych i przelotowych do M 12

Przykład: zalecana ilość oleju dla otworów pod gwint						
Średnica otworu pod gwint [mm]	1	3	5	10	20	30
Ilość oleju [μl]	8	30	50	80	120	150
Posuw w osi Z [mm]	0,05	0,15	0,25	0,4	0,6	0,75

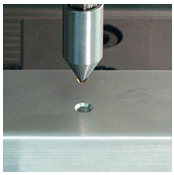
System mikrosmarowania zapewnia istotne zalety:



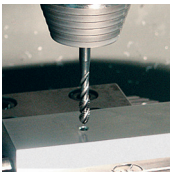
Wiercenie i pogłębianie w obrabianym przedmiocie



Nie występuje konieczność przerywania procesu obróbki, tym samym oszczędność czasu



Punktowe i oszczędne, automatyczne użycie oleju chłodząco-smarującego do gwintowania w układzie poziomym i pionowym, zarówno dla dysz typu GL jak i DL



Idealnie przygotowuje do prawidłowego przebiegu procesu gwintowania

1 Metody wykonywania gwintów

Gwinty są wykonywane między innymi następującymi metodami:

- gwintowanie otworów,
- gwintowanie bezwiórowe,
- frezowanie gwintów,
- toczenie gwintów.

2 Gwintowanie otworów

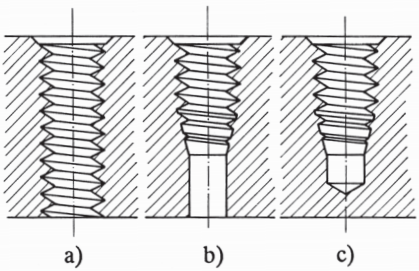
2.1 Opis metody

Gwintowanie otworów jest to rozwiercanie połączone z wykonaniem gwintu wewnętrznego.

Najmniej problemów sprawia wykonywanie gwintów w otworach przelotowych. Umożliwia ono stosowanie narzędzi z długim nakrojem i odpowiednio małą grubością warstwy skrawanej. Wióry mogą być odprowadzane w kierunku otworu. Nie występuje zagrożenie pęknięcia narzędzia przy zmianie kierunku ruchu.

W przypadku otworów przelotowych z wybiegiem gwintu (por. *Rys. 4.1*) należy się natomiast liczyć z powstaniem szczytowej wartości momentu obrotowego przy zmianie kierunku obrotów.

Gwintowanie otworów nieprzelotowych stawia jeszcze inne wymagania narzędziu, gdyż wióry nie mogą być odprowadzane do przodu, ale muszą być wycofywane przez rowek wiórowy. Powoduje to dodatkowe utrudnienie przepływu środka chłodzącego.



a) gwint w otworze przelotowym
b) gwint z wybiegiem w otworze przelotowym
c) gwint w otworze nieprzelotowym

Rys. 4.1 Kształty wybiegu gwintu

2.2 Rodzaje gwintowników

Kształt gwintownika musi być dostosowany zwłaszcza do rodzaju wiórów (krótkie, łamliwe albo długie) i do kierunku ich odprowadzania (do przodu lub do tyłu). Kilka kształtów przedstawiono na *Rys. 4.2*.

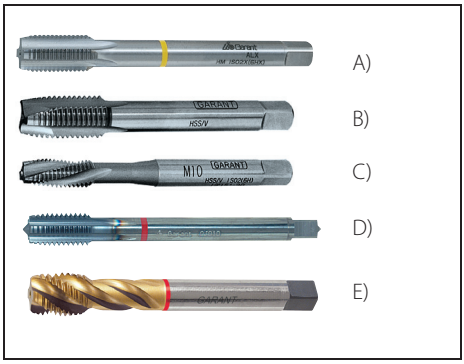
A) Gwintowniki z rowkami prostymi do otworów przelotowych.

B) Jak A), jednak ze ścięciem w nakroju, do gwintowania stali.

C) Gwintowniki z lewoskrętną linią spiralną do gwintowania otworów przelotowych w materiałach dających długi wiór.

D) Gwintowniki z prostymi rowkami do obróbki materiałów twardych.

E) Gwintowniki z prawoskrętną linią spiralną do gwintowania otworów nieprzelotowych w stali.



Rys. 4.2 Kształty niektórych gwintowników GARANT

2.3 Zużycie i droga pracy gwintownika odpowiadająca okresowi jego trwałości

Przy gwintowaniu problem sprawiają często występujące wykruszenia krawędzi skrawających. Mogą one wystąpić zarówno w nakroju, jak i w części prowadzącej, podczas nacinania, a także wycofywania. Wykruszanie przy nacinaniu występuje najczęściej przez zakleszczenie drobnych wiórów. Wykruszanie krawędzi skrawających przy wycofywaniu jest najczęściej spowodowane zgrzewaniem zachodzącym na powierzchniach przyłożenia i ścinaniem, przy zmianie kierunku obrotów, strefy odkształceń obrabianego materiału, poprzedzającej powstanie wióra.

Okres trwałości i droga pracy gwintownika, odpowiadająca jego okresowi trwałości, wynikają z mierzalnych kryteriów jakościowych wykonywanych gwintów, takich jak np.:

- średnica podziałowa,
- średnica otworu pod gwint,
- chropowatość powierzchni nośnej gwintu,
- skok,
- moment obrotowy skrawania lub pobór mocy.

2.4 Podział warstwy skrawanej przy gwintowaniu

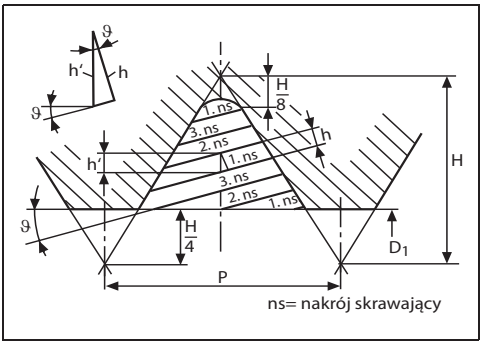
Kształt przekroju warstwy skrawanej A wynika z przedstawionego na *Rys. 4.3* podziału warstwy skrawanej (gwintownik z trzema nakrojami skrawającymi). Kąt nakroju ϑ określa ukośne położenie poszczególnych przejść narzędzia i liczbę zwojów gwintu z_g, na które rozkłada się nakrój.

$$\cos \vartheta = \frac{h}{h'}$$

ϑ kąt nakroju
h grubość warstwy skrawanej
h' wysokość pojedynczego przekroju

$$z_g = \frac{H \cdot \Delta H}{P \cdot tg\,\vartheta} \qquad \text{(równ. 4.1)}$$

Z_g liczba zwojów gwintu
H wysokość gwintu
ΔH wartość H
P skok
ϑ kąt nakroju



Rys. 4.3 Podział przekroju warstwy skrawanej w zwoju gwintu na ostrza gwintownika z trzema nakrojami skrawającymi

Wysokość gwintu H musi zostać przy tym zmniejszona o wartość ΔH (por. *rys. 4.3*).

$$\Delta H = \frac{H}{8} + \frac{H}{4}$$

Wysokość jednostkowa przekroju h' wynika z zależności:

$$h' = \frac{P}{z} \cdot tg\,\vartheta$$

P skok
Z liczba krawędzi skrawających
ϑ kąt nakroju albo kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej

a grubość warstwy skrawanej h z zależności:

$$h = h' \cdot \cos \vartheta = \frac{P}{z} \cdot \sin \vartheta \qquad \text{(równ. 4.2)}$$

Całkowity **przekrój warstwy skrawanej** A oblicza się z powierzchni gwintu pomniejszonej o dwa małe obszary na wierzchołku i rdzeniu gwintu.

$$A = 0{,}4 \cdot P^2 \qquad \text{(równ. 4.3)}$$

A przekrój warstwy skrawanej
P skok

2.5 Siły i zapotrzebowanie mocy przy gwintowaniu

Siłę skrawania F_C oblicza się z zależności:

$$F_C = \frac{1}{z} \cdot A \cdot k_C \cdot f_{Gs} \cdot K_{Ver}$$

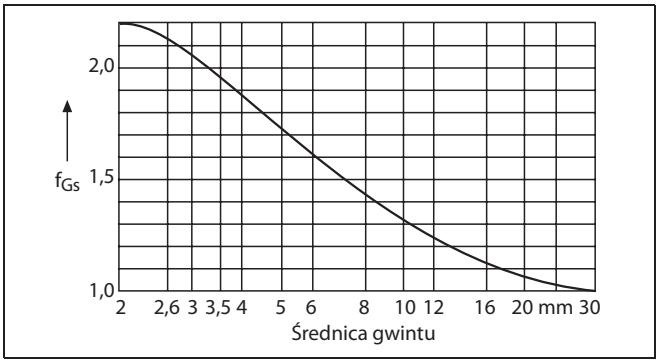
(równ. 4.4)

z liczba krawędzi skrawających
A przekrój warstwy skrawanej
k_C właściwy opór skrawania (por. *równ. 2.14*)
f_{Gs} współczynnik technologiczny gwintowania
K_{Ver} współczynnik korekcyjny uwzględniający zużycie (por. *Tabela 2.12*)

Wpływ różnych warunków skrawania (tarcie o powierzchnię nośną gwintu, kąt natarcia, prędkość skrawania, dodatkowe odkształcenie wiórów itd.) jest uwzględniony przez współczynnik technologiczny f_{Gs}. Wynosi on dla:

- żeliwa
- stali

$f_{Gs} = 1{,}1$
f_{Gs} jest zależny od średnicy gwintu (por. *Rys. 4.4*)



Rys. 4.4 Określanie współczynnika technologicznego dla gwintowania

Moment skrawania M_C i moc skrawania P_C oblicza się następująco:

$$M_C = F_C \cdot z \cdot \frac{D_2}{2}$$

(równ. 4.5)

M_c moment obrotowy skrawania [Nm]
F_c siła skrawania
z liczba krawędzi skrawających
D_2 średnica podziałowa gwintu

$$P_C = \frac{M_C \cdot n}{9554}$$

P_c moc skrawania [kW]
n prędkość obrotowa [obr./min]

(równ. 4.6)

2.6 Wytyczne technologiczne dla gwintowników

***Tabela* 4.1 GARANT – Gwintowniki maszynowe (VHM) dla obróbki materiałów twardych**



Numery katalogowe: 132080; 132862; 133320

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Twardość	Gwintowanie				
			vc [m/min]			wielkość	n [obr./min]
			min.	start	maks.		
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	2	**3**	4	M 3	318
						M 4	239
						M 5	191
						M 6	159
						M 8	119
						M 10	95
						M 12	80
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	1	**2**	3	M 3	212
						M 4	159
						M 5	127
						M 6	106
						M 8	80
						M 10	64
						M 12	53

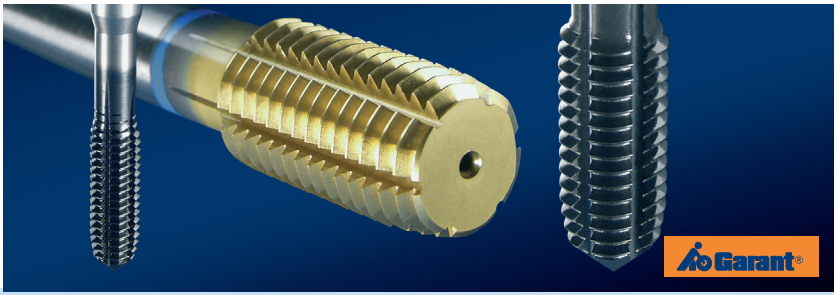
Wskazówki technologiczne dla gwintowników maszynowych wykonanych całkowicie ze stopów twardych:

Zastosowanie tylko z uchwytem posiadającym kompensację długości, także na obrabiarkach z synchronizowanym napędem wrzeciona.

Zalecenie:

- Średnicę otworu pod gwint wykonać o około 0,1 do 0,2 mm większą od średnicy przewidzianej w normie DIN.
- Koniecznie stosować smarowanie olejem chłodząco-smarującym.
- Po każdym przejściu narzędzia oczyszczać gwintownik.
- Przestrzegać zalecanej prędkości skrawania.

3 Gwintowanie bezwiórowe

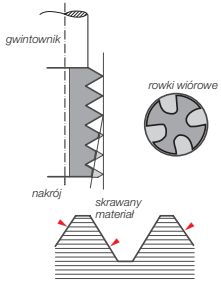


Gwintowniki bezwiórowe - wygniatające

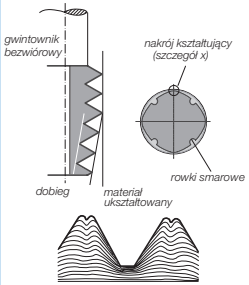
Informacja

Porównanie nacinania i bezwiórowego kształtowania gwintów

gwintowanie



bezwiórowe kształtowanie gwintu

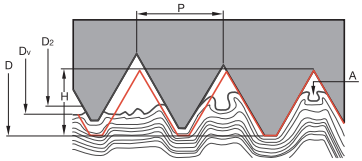


geometria narzędzia



R_1 = Ø podziałowa gwintu
R_2 = Ø nomin.

Charakterystyka płynięcia materiału przy kształtowaniu



D = Ø nomin.
D_2 = Ø podziałowa gwintu
D_v = Ø otworu
H = wysokość zarysu
P = skok gwintu
A = kieszonka (pazur)

Warunki

- **Materiały podatne na kształtowanie:**
  Niemal wszystkie metale kolorowe, Al i jego stopy, również materiały dające krótkie wióry, z wydłużeniem przy zerwaniu od 1 do 3 %. Kształtować można bardzo wiele gatunków stali, nawet stale ulepszane cieplnie, do 900 N/mm².
  Granice zastosowania mogą jednak zostać określone tylko na drodze doświadczeń praktycznych.
- **Smarowanie**
  Przy wygniataniu gwintów bardzo ważne są dobre właściwości poślizgowe. Do gwintowania bezwiórowego należy stosować środki chłodząco-smarujące lub oleje zawierające grafit, o dobrych własności smarnych lub należy dodać odpowiednie komponenty do posiadanych już smarów. Gwintowniki wygniatające powlekane dają bardzo dobre rezultaty również z emulsją.
- **Większa średnica otworu pod gwint** niż przy stosowaniu gwintowników skrawających. Zarys wyk. gwintu nie jest w pełni ukształtowany. Stopień pokrycia boku zarysu gwintu wynosi 70 – 75%.

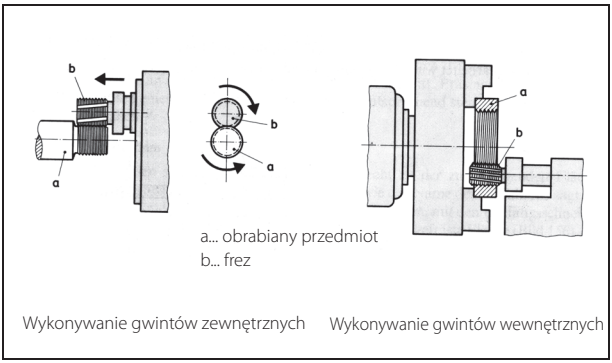
Cechy bezwiórowego wykonywania gwintów

- tylko 1 narzędzie do obróbki otworów **przelotowych i nieprzelotowych**;
- **obniżenie kosztów,** dzięki dużej trwałości i większym prędkościom wygniatania;
- **wióry przestają być problemem**;
- **bezodpadkowe wykonanie** gwintu;
- włókna nie ulegają przerwaniu, dzięki temu **większa wytrzymałość** i możliwość **większego obciążania**;
- **lepsza jakość powierzchni** nośnych gwintu;
- **do gwintów głębokich (do 4 × D).**

4 Frezowanie gwintów

4.1 Zasada frezowania gwintów krótkich

Frezy GARANT do gwintów krótkich nadają się do wykonywania zarówno gwintów wewnętrznych, jak i zewnętrznych. Szybkoobrotowy frez wcina się na pełną głębokość w obrabiany przedmiot, który powoli się przy tym obraca. Zasada jest przedstawiona schematycznie na *Rys.* 4.5.



Rys. 4.5 Frezowanie gwintów

4.2 Obliczanie czasu głównego

Przy frezowaniu stosuje się do obliczania czasu głównego t_h ogólną zależność (patrz także równanie 3.18):

t_h czas główny [min]
L całkowita droga narzędzia [mm] (równ. 4.7)
i liczba przejść (obiegów)
v_f prędkość posuwu [mm/min]
f posuw [mm/obr.]
n prędkość obrotowa [min^{-1}]

Przy **frezowaniu gwintów krótkich** dobieg freza ($\frac{1}{6}d \cdot \pi$) jest określany poniższymi równaniami:

$$L = \frac{7}{6} \cdot d \cdot \pi$$

L całkowita droga narzędzia [mm] (równ. 4.8)
d średnica gwintu [mm]

$$t_h = \frac{7d \cdot \pi}{6f \cdot n}$$

t_h czas główny [min]
d średnica zewnętrzna gwintu [mm] (równ. 4.9)
f posuw [mm/obr.]
n prędkość obrotowa [obr./min]

4.3 Cechy szczególne gwintowania przy pomocy frezów

Przy gwintowaniu przy pomocy frezów na obrabiarkach CNC należy wziąć pod uwagę, że w większości obrabiarek zaprogramowana prędkość posuwu odnosi się do osi narzędzia. Przy ruchu liniowym prędkości posuwu w osi i na krawędzi skrawającej są identyczne. W przypadku ruchu kołowego powstaje jednak znaczna różnica prędkości posuwu, którą można obliczyć według poniższych zależności (por. również *Rys. 4.6*).

Przy **frezowaniu gwintów wewnętrznych**:

$$v_{f2} = \frac{v_{f1} \cdot (d_i - D_{wz})}{d_i}$$

v_{f2} prędkość posuwu w osi narzędzia [mm/min]
v_{f1} prędkość posuwu na ostrzu [mm/min]
d_i średnica gwintu wewnętrznego [mm]
D_{wz} średnica freza [mm] (równ. 4.10)

Przy **frezowaniu gwintów zewnętrznych**:

$$v_{f2} = \frac{v_{f1} \cdot (d_a - D_{wz})}{d_a}$$

v_{f2} prędkość posuwu w osi narzędzia [mm/min]
v_{f1} prędkość posuwu na ostrzu [mm/min]
d_a średnica gwintu zewnętrznego [mm]
D_{wz} średnica freza [mm] (równ. 4.11)

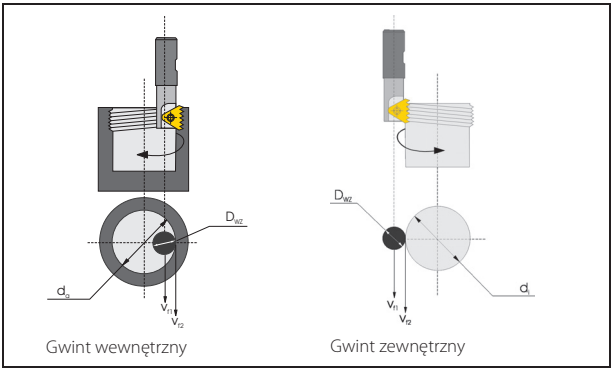
Dla obu tych metod obowiązują poza tym następujące zależności:

$$v_{f1} = f_z \cdot n \cdot z$$

v_{f1} prędkość posuwu w osi narzędzia [mm/min]
f_z posuw na ostrzu [mm/min] (równ. 4.12)
n prędkość obrotowa [obr./min]
z liczba ostrzy

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D_{wz} \cdot \pi}$$

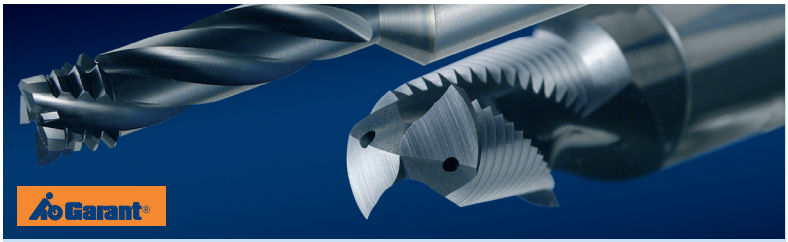
n prędkość obrotowa [obr./min]
v_c prędkość skrawania [m/min] (równ. 4.13)
D_{wz} średnica freza [mm]



Gwint wewnętrzny Gwint zewnętrzny

Rys. 4.6 Zależności geometryczne przy frezowaniu gwintów wewnętrznych i zewnętrznych

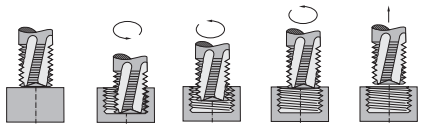
4.4 Wykonywanie gwintów przy pomocy frezów wiercąco-gwintujących



Frezy wiercąco-gwintujące

Obróbka cyrkulacyjnym frezem nr 139480:

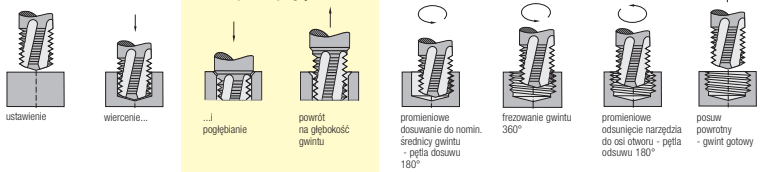
Informacja



Materiał:	prędkość skraw. v_c m/min	* posuw f_z mm
stale łatwo skrawalne do 900 N/mm²	150 – 250	0,05 – 0,08
ulepszone, żaroodporne stale do 1100 N/mm²	100 – 200	0,03 – 0,05
stale narzędziowe	100 – 200	0,03 – 0,05
stale nierdzewne	100 – 200	0,03 – 0,05
żeliwo szare	200 – 300	0,05 – 0,08
stopy aluminium	200 – 300	0,05 – 0,10
stale narzędziowe 35–45 HRc	80 – 85	0,02 – 0,03
stale narzędziowe 45–55 HRc	75 – 80	0,02 – 0,03
stale narzędziowe 55–62 HRc	70 – 75	0,02

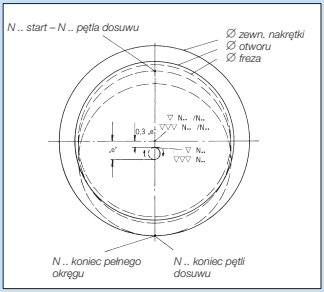
* posuw dotyczy zarysu

Kolejność obróbki **obiegowym frezem wiercąco-gwintującym w Al i żeliwie (nr 139510 – 139515):**



Wytyczne doboru prędkości skrawania i posuwu:

		stopy aluminium	żeliwo	żeliwo sferoidalne
prędk. skrawania przy wierceniu	v_c (m/min)	100 – 400	50 – 120	50 – 100
f (mm/obrót)	≤ M6	0,10 – 0,20	0,10 – 0,20	0,10 – 0,20
f (mm/obrót)	≤ M12	0,12 – 0,35	0,10 – 0,30	0,10 – 0,20
prędk. skrawania przy frezowaniu	v_c (m/min)	100 – 400	50 – 120	50 – 100
f_z (mm/ząb)	≤ M6	0,03 – 0,07	0,02 – 0,04	0,02 – 0,04
f_z (mm/ząb)	≤ M12	0,05 – 0,10	0,05 – 0,10	0,05 – 0,08



Jeżeli w programie CNC nie ma komendy „prędkość na torze frezowania zewnętrznego", wówczas parametr ten oblicza się na podst. poniższego wzoru:

$$F_{\text{frezu zew.}} = n \times z \times f_z$$

$$F_{\text{toru punktu środk.}} = \frac{n \times z \times f_z \times 2_e}{AD_M}$$

F = prędkość na torze (mm/min)
n = prędkość obrotowa (obr./min)
z = liczba zębów
f_z = posuw freza (mm/ząb)
e = mimośrodowość (mm)
AD_M = średnica zewnętrzna nakrętki (mm)

Cechy:

- tylko 1 narzędzie do obróbki otworów **przelotowych i nieprzelotowych;**
- **jednym narzędziem można wykonać w jednej operacji otwór, pogłębienie i gwint w otworze;**
- **o ponad 50% krótszy główny czas obróbki**, dzięki wyższej prędkości skrawania i większemu posuwowi;
- **nie jest konieczna wymiana narzędzi, a więc oszczędność czasu;**
- **wióry przestają być problemem** – powstają tylko krótkie wióry, które są wypłukiwane z otworu przez chłodziwo;
- **łatwe wykonywanie gwintów o innych tolerancjach**, z nadwyżką wymiarową lub naddatkiem na obróbkę;
- wysoka jakość powierzchni gwintu.

Tabela 4.2 GARANT – Frezy maszynowe wiercąco-gwintujące (VHM/TiAlN)

Numery katalogowe 139510; 139515

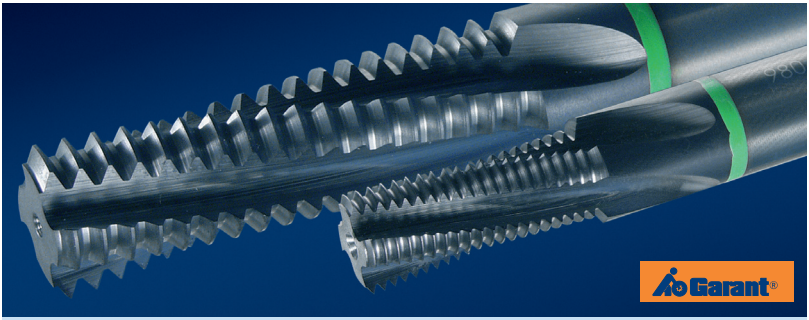
Liczba ostrzy 2



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Wiercenie								Frezowanie gwintów							Pogłębianie
			vc [m/min]			d	n	f_z [mm/ząb]		vf maks.	vc [m/min]			Wielkość	n	f_z [mm/ząb]		vf maks.	d maks.
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm]	[obr./min]	min.	maks.	[mm/min]	min.	start	maks.		[obr./min]	min.	maks.	[mm/min]	[mm]
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	50	**90**	120	3,30	8.681	0,10	0,20	1.736	50	**90**	120	M 4	7.162	0,04	0,08	573	4,5
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB				4,20	6.821			1.364				M 5	5.730			458	5,5
						5,00	5.730			1.146				M 6	4.775			382	6,6
						6,75	4.244	0,10	0,30	1.273				M 8	3.581	0,10	0,20	716	9,0
						8,50	3.370			1.011				M 10	2.865			573	11,0
						10,25	2.795			838				M 12	2.387			477	13,5
						12,00	2.387			716				M 14	2.046			409	15,5
						14,00	2.046			614				M 16	1.790			358	17,5
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	50	**70**	100	3,30	6.752	0,10	0,20	1.350	50	**70**	100	M 4	5.570	0,04	0,08	446	4,5
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB				4,20	5.305			1.061				M 5	4.456			357	5,5
						5,00	4.456			891				M 6	3.714			297	6,6
						6,75	3.301			660				M 8	2.785	0,10	0,16	446	9,0
						8,50	2.621			524				M 10	2.228			357	11,0
						10,25	2.174			435				M 12	1.857			297	13,5
						12,00	1.857			371				M 14	1.592			255	15,5
						14,00	1.592			318				M 16	1.393			223	17,5
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. pl. Mg	do 350	100	**220**	400	3,30	21.221	0,10	0,20	4.244	100	**220**	400	M 4	17.507	0,06	0,14	2.451	4,5
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór					4,20	16.673			3.335				M 5	14.006			1.961	5,5
17.2	Stopy odlewnicze alumin. >10% Si					5,00	14.006			2.801				M 6	11.671			1.634	6,6
						6,75	10.375	0,12	0,35	3.631				M 8	8.754	0,10	0,20	1.751	9,0
						8,50	8.239			2.884				M 10	7.003			1.401	11,0
						10,25	6.832			2.391				M 12	5.836			1.167	13,5
						12,00	5.836			2.042				M 14	5.002			1.000	15,5
						14,00	5.002			1.751				M 16	4.377			875	17,5

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf wynikają z wartości początkowej prędkości skrawania vc i maksymalnego posuwu na ząb fz.

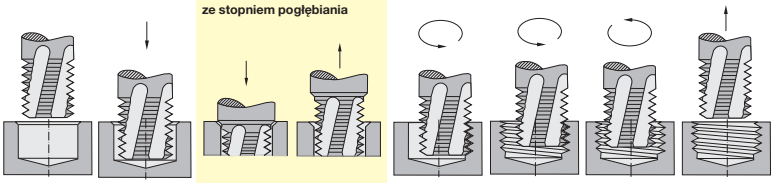
4.5 Frezowanie gwintów przy pomocy frezów trzpieniowych



Frezy trzpieniowe do gwintów

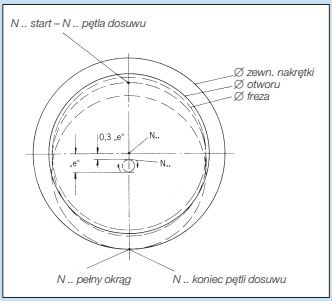
Informacja

Kolejność operacji:



Wytyczne doboru prędkości skrawania i posuwu:

	stop aluminium	żeliwo	stale niestopowe	stale nierdzewne	żeliwo sfer.	stop tytanu
prędk. skrawania przy frezowaniu v_c (m/min)	100 – 400	50 – 120	50 – 100	25 – 75	50 – 100	20 – 60
f_z (mm/ząb) ≤ M6	0,03 – 0,07	0,02 – 0,04	0,02 – 0,04	0,01 – 0,02	0,02 – 0,04	0,01 – 0,02
f_z (mm/ząb) ≤ M12	0,05 – 0,10	0,05 – 0,10	0,04 – 0,06	0,02 – 0,03	0,05 – 0,08	0,02 – 0,04



Jeżeli w programie CNC nie ma komendy „prędkość na torze frezowania zewnętrznego", wówczas parametr ten oblicza się na podstawie poniższego wzoru:

$$F_{frezu\ zew.} = n \times z \times f_z$$

$$F_{toru\ punktu\ środk.} = \frac{n \times z \times f_z \times 2_e}{AD_M}$$

F = prędkość na torze (mm/min)
n = prędkość obrotowa (obr./min)
z = liczba zębów
f_z = posuw freza (mm/ząb)
e = mimośrodowość (mm)
AD_M = średnica zewnętrzna nakrętki (mm)

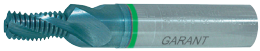
Cechy:

- tylko 1 narzędzie do obróbki otworów **przelotowych i nieprzelotowych**;
- **krótszy główny czas obróbki**, dzięki wyższej prędkości skrawania i większemu posuwowi;
- **skrócenie czasu wymiany narzędzi;**
- potrzebne jest tylko 1 narzędzie do **gwintów lewych i prawych** oraz dla różnych tolerancji;
- łatwa obróbka **materiałów trudno skrawalnych;**
- **wióry nie stwarzają problemu**, ponieważ powstają tylko krótkie wióry przy frezowaniu.

Tabela 4.3 GARANT Frezy maszynowe trzpieniowe do gwintów (VHM/TiAlN)

Numery katalogowe 139650; 139655; 139658; 139660; 139670; 139685; 139688; 139710; 139720; 139730

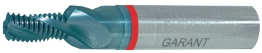
Liczba ostrzy 3 do 5



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Frezowanie gwintów							Pogłębianie
			vc [m/min]			Wielkość	n	f_z [mm/ząb]		vf maks.	d maks.
		[N/mm²]	min.	start	maks.		[obr./min]	min.	maks.	[mm/min]	[mm]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	50	80	100	M 4	6.366	0,06	0,12	764	4,5
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500–850				M 5	5.093			611	5,5
2.0	Stale automatowe	< 850				M 6	4.244			509	6,6
2.1	Stale automatowe	850–1000				M 8	3.138	0,12	0,18	573	9,0
3.0	Stale niestop. do ulepsz. ciepln.	< 700				M 10	2.546			458	11,0
3.1	Stale niestop. do ulepsz. ciepln.	700–850				M 12	2.122	0,18	0,24	509	13,5
3.2	Stale niestop. do ulepsz. ciepln.	850–1000				M 14	1.819	0,24	0,32	437	15,5
						M 16	1.592			382	17,5
						M 20	1.273	0,30	0,40	306	24,0
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	40	50	80	M 4	3.979	0,03	0,06	239	4,5
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700				M 5	3.183			191	5,5
13.1	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100				M 6	2.653			159	6,6
						M 8	3.979	0,06	0,12	477	9,0
						M 10	3.183			382	11,0
						M 12	1.326	0,09	0,18	239	13,5
						M 14	1.137	0,12	0,24	205	15,5
						M 16	995			179	17,5
						M 20	796	0,15	0,30	143	24,0
15.0	Żeliwo (GG)	> 180 HB	75	100	150	M 4	7.958	0,06	0,12	955	4,5
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB				M 5	6.366			764	5,5
						M 6	5.305			637	6,6
						M 8	3.979	0,18	0,30	1.194	9,0
						M 10	3.183			955	11,0
						M 12	2.653	0,24	0,45	1.194	13,5
						M 14	2.274	0,32	0,60	1.023	15,5
						M 16	1.989			895	17,5
						M 20	1.592	0,40	0,75	716	24,0
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	50	75	100	M 4	5.968	0,03	0,06	716	4,5
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB				M 5	4.775			573	5,5
						M 6	3.979			477	6,6
						M 8	2.984	0,03	0,09	537	9,0
						M 10	2.387			430	11,0
						M 12	1.989	0,06	0,15	477	13,5
						M 14	1.705	0,08	0,20	409	15,5
						M 16	1.492			358	17,5
						M 20	1.194	0,10	0,25	286	24,0
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	40	60	80	M 4	4.775	0,03	0,06	286	4,5
16.1	Tytan, stopy tytanu	850–1200				M 5	3.820			229	5,5
						M 6	3.183			191	6,6
						M 8	2.387	0,03	0,09	215	9,0
						M 10	1.910			172	11,0
						M 12	1.592	0,06	0,15	239	13,5
						M 14	1.364	0,08	0,20	205	15,5
						M 16	1.194			179	17,5
						M 20	955	0,10	0,25	143	24,0
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. pl. Mg	do 350	100	220	400	M 4	17.507	0,09	0,21	3.676	4,5
17.1	Stopy al. dające krótki wiór					M 5	14.006			2.941	5,5
17.2	Stopy odlewnicze al. > 10% Si					M 6	11.671			2.451	6,6
						M 8	8.754	0,15	0,24	2.101	9,0
						M 10	7.003			1.681	11,0
						M 12	5.836	0,18	0,30	1.751	13,5
						M 14	5.002	0,24	0,40	1.501	15,5
						M 16	4.377			1.313	17,5
						M 20	3.501	0,30	0,50	1.050	24,0
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	200	225	300	M 4	17.905	0,09	0,15	2.686	4,5
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850				M 5	14.324			2.149	5,5
						M 6	11.937			1.790	6,6
						M 8	8.952	0,12	0,15	1.343	9,0
						M 10	7.162			1.074	11,0
						M 12	5.968	0,15	0,24	1.432	13,5
						M 14	5.116	0,20	0,32	1.228	15,5
						M 16	4.476			1.074	17,5
						M 20	3.581	0,25	0,40	859	24,0

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf wynikają z wartości początkowej prędkości skrawania vc i maksymalnego posuwu na ząb fz.

Tabela 4.4 GARANT Frezy trzpieniowe VHM do gwintów z pogłębiaczem, do obróbki stali hartowanej

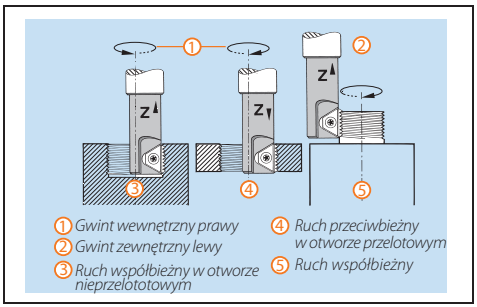


Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Twardość	Średnica nominalna	Liczba zębów	Prędkość skrawania vc [m/min]	Posuw pogłębiania fs [mm/obr.]	Posuw na ząb fz [mm/ząb]	Podział warstwy skrawanej
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	M4	4	30	0,15	0,008	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M5	4	30	0,15	0,010	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M6	4	35	0,15	0,013	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M8	4	35	0,20	0,015	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M10	5	40	0,20	0,017	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M12	5	40	0,20	0,018	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M14	5	40	0,22	0,020	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M16	5	45	0,22	0,022	dwustop. prom. (2/3–1/3)
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	M4	4	25	0,006	0,005	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M5	4	25	0,008	0,006	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M6	4	30	0,010	0,008	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M8	4	30	0,015	0,010	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M10	5	35	0,015	0,012	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M12	5	35	0,017	0,015	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M14	5	40	0,018	0,018	dwustop. prom. (2/3–1/3)
			M16	5	40	0,020	0,020	dwustop. prom. (2/3–1/3)

Wskazówka: Zalecane parametry skrawania dla zakresu do 67 HRC znajdują się aktualnie w opracowaniu.

4.6 Frezowanie gwintów z użyciem płytek skrawających

Frezy do gwintów z płytkami skrawającymi są stosowane na frezarkach CNC i w centrach obróbkowych, umożliwiających interpolację linii śrubowej dzięki sterowaniu 3-osiowemu.



Rys. 4.7 Kolejność obróbki przy frezowaniu gwintu z użyciem płytek

Ich zaleta polega na uniwersalnym zastosowaniu, jak np.:

- Do gwintów zewnętrznych i wewnętrznych.
- Do gwintów w otworach przelotowych i nieprzelotowych.
- Do gwintów cylindrycznych albo stożkowych.
- Dzięki frezowaniu współbieżnemu albo przeciwbieżnemu i zmianie osiowego kierunku posuwu mogą być wykonywane prawie wszystkie występujące w praktyce warianty gwintów.
- Gwinty o odmiennych tolerancjach nie stanowią problemów.
- Frezowanie gwintów jest możliwe w stalach, żeliwie szarym, stopach aluminium i w metalach kolorowych.
- Wyeliminowanie problemów z wiórami - powstają tylko krótkie wióry.
- Mały nacisk przy skrawaniu - istotne przy obróbce przedmiotów cienkościennych.

Długość użytkowa narzędzia (wielkość) [mm]	Skok gwintu [mm]	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4
	Średnica czynna [mm]	Najmniejsza średnica otworu [mm]										
12	11,5	12	12,5	13,2	13,9	14,5	15,1					
20	11,5	12	12,5	13,2	13,9	14,5	15,1					
22	17	17,6	18,2	19	19,6	20	20,5	21				
43	20	20,7	21,4	22	22,6	23	23,5	24				
25	22	22,7	23,4	24	24,6	25	25,5	26				
52	30	30,7	31,4	32	32,8	33,5	34,1	34,6	36,6	39	42	45
92	30	30,7	31,4	32	32,8	33,5	34,1	34,6	36,6	39	42	45
58	37	38	38,6	39,5	40,4	41	41,5	42	44	46,5	49	52
98	37	38	38,6	39,5	40,4	41	41,5	42	44	46,5	49	52

Tabela 4.5 Przyporządkowanie najmniejszych średnic otworów

Długość użytkowa narzędzia (wielkość) [mm]	Skok gwintu [mm]	19	14	11
	Średnica czynna [mm]	Najmniejsza średnica otworu [mm]		
12	11,5	13,9	15,1	
20	11,5	13,9	15,1	
22	17	19,6	20,5	21,5
43	20	22,6	23,5	24,5
25	22	24,6	25,5	26,5
52	30	32,8	34,1	35,6
92	30	32,8	34,1	35,6
58	37	40,4	41,5	43
98	37	40,4	41,5	43

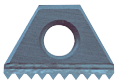
Tabela 4.6 Przyporządkowanie najmniejszych średnic otworów

Tabela 4.7 GARANT Frezy do gwintów z płytkami skrawającymi i chłodzeniem wewnętrznym (HM/TiCN)

Numer katalogowy: **139780**

Liczba płytek skrawających 1





Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Frezowanie gwintów			
			vc [m/min]			fz [mm/obr.]
		[N/mm²]	min.	start	maks.	
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	150	**160**	180	0,1-0,15
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	100	**120**	150	0,08-0,1
2.0	Stale automatowe	< 850	150	**160**	180	0,1-0,15
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	100	**120**	150	0,08-0,1
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	120	**150**	200	0,08-0,1
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	100	**130**	160	0,08-0,1
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	100	**130**	160	0,04-0,08
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	100	**120**	150	0,08-0,1
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	80	**90**	110	0,04-0,08
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	80	**90**	110	0,04-0,08
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	80	**90**	110	0,04-0,08
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	80	**90**	110	0,04-0,08
7.0	Stale do azotowania	< 1000	80	**90**	110	0,04-0,08
7.1	Stale do azotowania	> 1000		–		–
8.0	Stale narzędziowe	< 850	80	**90**	110	0,04-0,08
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100		–		–
8.0	Stale narzędziowe	1100 – 1400		–		–
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–		–
10.0	Stale hartowane	45-55 HRC		–		–
10.1	Stale hartowane	55-60 HRC		–		–
10.2	Stale hartowane	60-67 HRC		–		–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–		–
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–		–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–		–
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	130	**150**	180	0,03-0,05
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	100	**120**	150	0,02-0,03
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–		–
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	130	**150**	180	0,03-0,05
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–		–
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	130	**140**	160	0,12-0,15
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	130	**140**	160	0,12-0,15
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	100	**110**	130	0,1-0,12
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	100	**110**	130	0,1-0,12
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–		–
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–		–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	250	**260**	280	0,15-0,2
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		220	**230**	250	0,12-0,14
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		180	**200**	220	0,1-0,12
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	220	**230**	250	0,12-0,14
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	100	**110**	130	0,04-0,08
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	160	**180**	200	0,08-0,1
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	100	**110**	130	0,04-0,08
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–		–
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	220	**230**	250	0,12-0,14
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–		–
19.0	Grafit			–		–
20.0	Termoplasty		220	**240**	270	0,12-0,15
20.1	Duroplasty		220	**240**	270	0,12-0,15
20.2	GFK i CFK		100	**110**	130	0,04-0,08

4.7 Frezowanie obiegowe i frezowanie gwintów przy zastosowaniu płytek skrawających wielobocznych i trójkątnych

Nowa generacja frezów obiegowych umożliwia wykonywanie z wysoką dokładnością

- rowków pod pierścienie osadcze,
- metrycznych gwintów wewnętrznych ISO,
- gwintów rurowych Whitwortha.

Wieloboczne połączenie płytki skrawającej i korpusu freza wyraźnie poprawia ekonomiczność procesu obróbki. Skutki:

- dłuższy okres trwałości,
- większe objętości skrawanego materiału,
- większe posuwy,
- krótsze czasy obróbki.

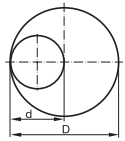
Zalecenia technologiczne są podane w niżej zamieszczonym przeglądzie.



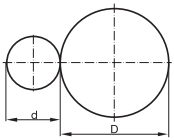
Frezowanie obiegowe z płytkami wielobocznymi i trójkątnymi

Informacja

frezowanie powierzchni wewn.

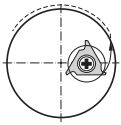


frezowanie powierzchni zewn.

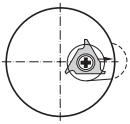


Idealny stosunek średnic otworu do narzędzia 2:1 zapewnia niewielki kąt opasania i tym samym spokojną pracę narzędzia. **Zalecane jest frezowanie współbieżne.**

wcinanie po łuku okręgu

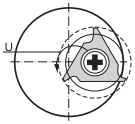


wcinanie prostoliniowe

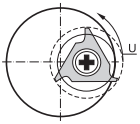


W miarę możliwości zawsze dokonywać wcinania po łuku okręgu. Przy wcinaniu prostoliniowym pracować z 1/3 posuwu, a całkowity posuw włączać dopiero po osiągnięciu zadanej głębokości wcięcia.

zaprogramowany tor posuwu odniesiony do osi narzędzia



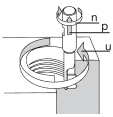
posuw efektywny odniesiony do średnicy zewnętrznej narzędzia



Zawsze zwracać uwagę na posuw rzeczywisty (efektywny) na średnicy zewnętrznej narzędzia.

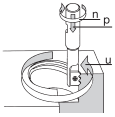
Frezowanie gwintów

gwint wewnętrzny



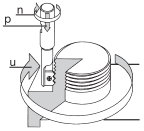
gwint prawy (frezowanie współbieżne)

gwint wewnętrzny



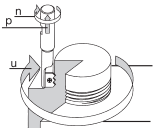
gwint lewy (frezowanie współbieżne)

gwint zewnętrzny



gwint prawy (frezowanie współbieżne)

gwint zewnętrzny



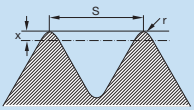
gwint lewy (frezowanie współbieżne)

Zalecane jest frezowanie współbieżne. Jeżeli długość gwintu jest większa niż długość oprawki płytki gwintującej, można uzupełnić brakujący odcinek. Jeżeli wcinanie następuje po łuku kołowym trzeba uwzględnić posuw osiowy (odpowiednio do skoku gwintu).

n = kierunek obrotów freza – zasadniczo prawy
p = osiowy kierunek posuwu (1 obr./skok)
u = promieniowy kierunek posuwu

Wartości korekcyjne przy frezowaniu gwintów wewnętrznych

Wskazówka: Gwint wewnętrzny programuje się na wymiar nominalny. W celu wykonania gwintów odpowiadających sprawdzianom konieczne jest, aby przy frezowaniu wprowadzić do układu sterowania obrabiarki promień freza, mierzony od promienia naroża (r), minus wartość korekcyjna X dla danego skoku (S).

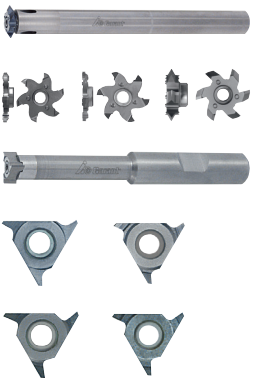


skok gwintu	0,50	0,75	0,80	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
wartość korekcyjna	0,017	0,031	0,035	0,036	0,045	0,052	0,059	0,076	0,091	0,104	0,129	0,143	0,166	0,181	0,205	0,219

Tabela 4.8 GARANT Frezy obwiedniowe i frezy do gwintowania z wielobocznymi i trójkątnymi płytkami skrawającymi

Numery katalogowe 217250; 217252; 217400; 217405
W przypadku korpusów frezów wykonanych ze stopów twardych należy przemnożyć posuw na ząb (fz) o następujący współczynnik:
Wykonanie L (długie): x 0,5 Wykonanie XL (bardzo długie): x 0,4

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Płytki wieloboczne P16 / P26		Płytki trójkątne 04, 03, 02, 01	
			vc	fz	vc	fz
		[N/mm²]	[m/min]	[mm/ząb]	[m/min]	[mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	250	0,05 – 0,25	260	0,05 – 0,12
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	180	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
2.0	Stale automatowe	< 850	180	0,05 – 0,25	260	0,05 – 0,12
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	120	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	180	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	180	0,05 – 0,25	180	0,05 – 0,12
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	120	0,05 – 0,25	160	0,05 – 0,12
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	180	0,05 – 0,25	160	0,05 – 0,12
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	100	0,05 – 0,25	140	0,05 – 0,12
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	120	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	120	0,05 – 0,25	180	0,05 – 0,12
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	100	0,05 – 0,25	140	0,05 – 0,12
7.0	Stale do azotowania	< 1000	120	0,05 – 0,25	140	0,05 – 0,12
7.1	Stale do azotowania	> 1000	100	0,05 – 0,25	120	0,05 – 0,12
8.0	Stale narzędziowe	< 850	180	0,05 – 0,25	220	0,05 – 0,12
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	120	0,05 – 0,25	140	0,05 – 0,12
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	100	0,05 – 0,25	120	0,05 – 0,12
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	120	0,05 – 0,25	120	0,05 – 0,12
10.0	Stale hartowane	45-55 HRC	100	0,05 – 0,15	120	0,05 – 0,10
10.1	Stale hartowane	55-60 HRC	100	0,05 – 0,10	100	0,05 – 0,08
10.2	Stale hartowane	60-67 HRC	100	0,05 – 0,08	80	0,05 – 0,08
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	120	0,05 – 0,15	140	0,05 – 0,12
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	100	0,05 – 0,15	120	0,05 – 0,12
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	80	0,05 – 0,15	120	0,03 – 0,08
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	180	0,05 – 0,15	180	0,05 – 0,12
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	180	0,05 – 0,15	160	0,05 – 0,12
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	120	0,05 – 0,15	130	0,05 – 0,12
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	120	0,05 – 0,15	120	0,05 – 0,12
14.0	Stopy specjalne	< 1200	120	0,05 – 0,15	120	0,05 – 0,12
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	180	0,05 – 0,25	180	0,05 – 0,12
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	180	0,05 – 0,25	140	0,05 – 0,12
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	120	0,05 – 0,25	160	0,05 – 0,12
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	100	0,05 – 0,25	140	0,05 – 0,12
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	80	0,01 – 0,08	120	0,01 – 0,05
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	60	0,01 – 0,08	100	0,01 – 0,05
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	400	0,15 – 0,40	600	0,05 –0,25
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		300	0,15 – 0,40	500	0,05 – 0,25
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		250	0,15 – 0,40	400	0,05 – 0,25
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	400	0,15 – 0,40	500	0,05 – 0,25
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	400	0,15 – 0,40	300	0,05 – 0,25
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	400	0,15 – 0,40	400	0,05 – 0,25
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	400	0,15 – 0,40	300	0,05 - 0,25
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	400	0,15 – 0,40	220	0,05 – 0,25
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	300	0,15 – 0,40	300	0,05 – 0,25
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	250	0,15 – 0,40	220	0,05 – 0,25
19.0	Grafit		–	–	–	–
20.0	Termoplasty		400	0,15 – 0,40	600	0,05 – 0,25
20.1	Duroplasty		300	0,15 – 0,40	500	0,05 – 0,25
20.2	GFK i CFK		250	0,15 – 0,40	400	0,05 – 0,25



Wskazówka: Wartości posuwu na ząb fz zależne od mocy obrabiarki.
Małe płytki stosować z mniejszymi posuwami na ząb.

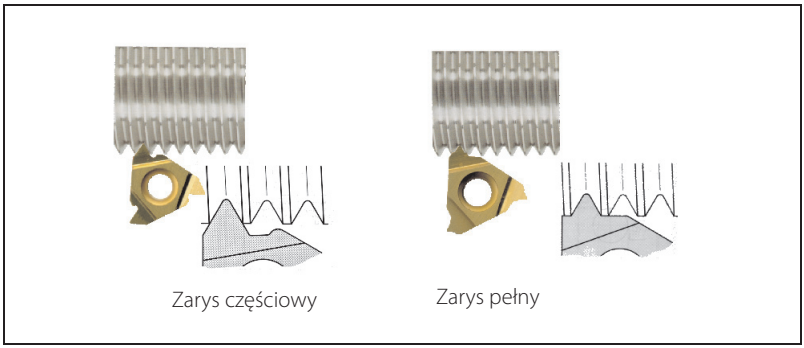
5 Toczenie gwintów

Do **toczenia gwintów zewnętrznych** stosuje się najczęściej noże tokarskie według DIN 4975, których kąt ostrza odpowiada kątowi boku zarysu nacinanego gwintu. Kąt wzniosu linii śrubowej gwintu jest ustawiany za pomocą obrotowego imaka nożowego.

Do **toczenia gwintów wewnętrznych** stosuje się najczęściej oprawki zaciskowe ze specjalnymi płytkami profilowymi do gwintów. Toczenie gwintów wewnętrznych jest jednak również możliwe z pomocą programu wytaczania i toczenia dokładnego UniTurn (patrz także rozdział „Toczenie").

Płytki skrawające pełnoprofilowe (*Rys. 4.8*) są często stosowane do toczenia gwintów. Nacinają one kompletny zarys gwintu, łącznie z wierzchołkiem. Do każdego profilu i każdego skoku konieczna jest oddzielna płytka skrawająca.

Płytki skrawające dla profilu częściowego pokrywają natomiast duży zakres różnych skoków.



Rys. 4.8 Zastosowanie płytek skrawających do zarysu pełnego lub częściowego

Płytki skrawające gwarantują uzyskanie prawidłowej wysokości zarysu gwintu oraz prawidłowego promienia na dnie i wierzchołku zarysu gwintu. Półfabrykat nie musi być przed toczeniem wstępnie obtoczony na dokładną średnicę. Po wytoczeniu gwintu nie jest potrzebne usuwanie zadziorów. Trzeba uwzględnić, że przy obróbce np. stali nierdzewnych może dojść do problemów przy zbyt małych głębokościach dosuwu, może zaistnieć problem związany ze skrawalnością.

5.1 Wybór prawidłowej metody obróbki i płytki podporowej

Wybór właściwej metody obróbki jest uzależniony od wielu czynników. Ważniejsze spośród nich to:

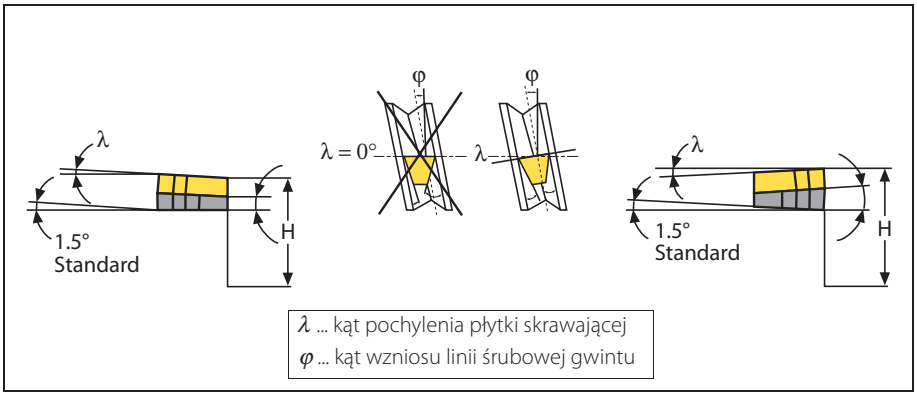
- kształt obrabianego detalu,
- posiadane narzędzia,
- typ obrabiarki i parametry eksploatacyjne,
- gwint prawy albo lewy.

Ogólnym celem powinno być zawsze **przeniesienie sił skrawania** poprzez gniazdo płytki i uchwyt narzędziowy na fundament maszyny. Jest to szczególnie ważne przy zwiększonych siłach skrawania, występujących np. przy dużych skokach. W przypadku skoków średnich i małych, decydujący wpływ powinien mieć natomiast spływ wiórów i wysoka stabilność.

W celu uzyskania większej dokładności zarysu gwintu oraz równomiernego zużycia płytek skrawających - i tym samym dłuższego okresu trwałości i lepszej jakości powierzchni - trzeba możliwie dokładnie dostosować do siebie kąt wzniosu linii śrubowej φ gwintu i kąt pochylenia λ płytki skrawającej. Zależności pomiędzy kątem wzniosu linii śrubowej i płytką podporową są przedstawione na *Rys. 4.10*.

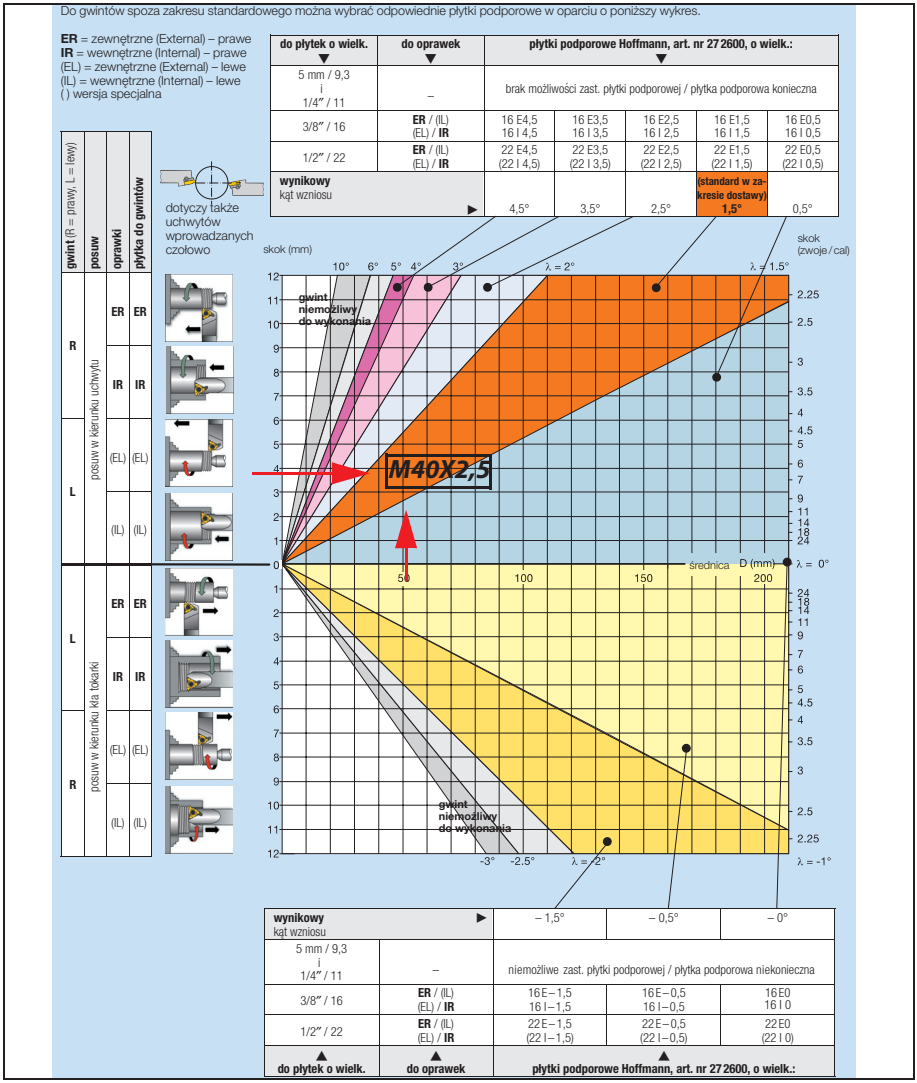
Zasadniczo możliwe są następujące **metody toczenia gwintów**:

- wrzeciono może obracać się w kierunku ruchu wskazówek zegara albo w kierunku przeciwnym
- narzędzie może przesuwać się w stronę uchwytu albo w kierunku przeciwnym
- narzędzie może być zamocowane „normalnie“ albo odwrotnie



Rys. 4.9 Zależność kąta wzniosu linii śrubowej gwintu i kąta pochylenia narzędzia

Uchwyty GARANT są standardowo dostarczane z płytkami podporowymi pozwalającymi na uzyskanie kąta wzniosu linii śrubowej wynoszącego 1,5°. Taka płytka podporowa pokrywa potrzby ponad 85% zastosowań. Wymiar *H* pozostaje stały dla wszystkich płytek podporowych i kombinacji płytek skrawających.



Rys. 4.10 Wykres doboru płytek podporowych w zależności od kąta wzniosu linii śrubowej

Przykład: gwint zewnętrzny prawy M40x2,5
posuw w kierunku uchwytu

Dla tego przykładu idealna jest standardowa płytka podporowa (1,5°) (por. *Rys. 4.9*)

Obróbka **gwintów wewnętrznych** jest trudniejsza i bardziej złożona niż gwintów zewnętrznych, co przede wszystkim wynika z wpływu odprowadzanych wiórów na proces obróbki. Inne czynniki, takie jak długość odcinka niepodpartego, otwory nieprzelotowe albo trudno obrabialne materiały mogą wywierać jeszcze dodatkowy wpływ na proces obróbki. Dlatego szczególnie ważny jest prawidłowy dosuw. Dosuw w kolejnych przejściach powinien mieścić się w obszarze od 0,06 mm do maksymalnie 0,2 mm. Jeżeli podczas obróbki dojdzie do zbyt dużego ugięcia narzędzia do toczenia wewnętrznego, wówczas może być konieczna korekta ustawiania wysokości.

5.2 Wybór dosuwu

Wybór dosuwu może mieć znaczny **wpływ** na proces obróbki. Wybór dosuwu wpływa szczególnie na:

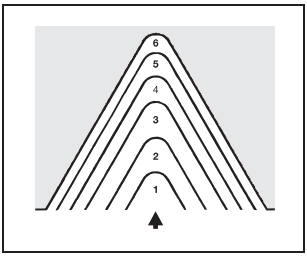
- tworzenie się wióra,
- zużycie ostrzy,
- jakość gwintu,
- osiągany okres trwałości.

Szczególnie zależne od **doboru dosuwu** są:

- obrabiarki,
- geometrii ostrzy,
- obrabianego materiału,
- skoku gwintu i
- samego procesu gwintowania.

5.2.1 Dosuw promieniowy

Dosuw promieniowy jest najprostszą i najczęściej stosowaną metodą. Dosuw następuje prostopadle do osi obrotu. Dosuw promieniowy powoduje wytworzenie wióra w kształcie V i równomiernego zużycia obu powierzchni ostrza.

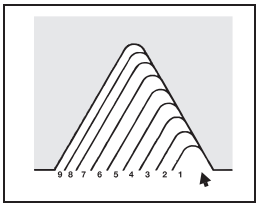


Dosuw promieniowy jest **zalecany przy**:

- skokach mniejszych niż 1,5 mm,
- materiałach utwardzanych zgniotowo (nadaje się szczególnie do austenitycznych stali nierdzewnych),
- materiałach dających krótki wiór.

Rys. 4.11 Dosuw promieniowy

5.2.2 Dosuw wzdłuż boku zarysu gwintu

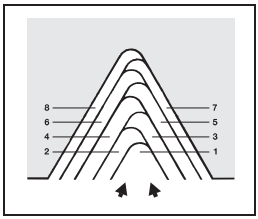


Większość obrabiarek CNC jest wstępnie zaprogramowanych na tę metodę obróbki. Metoda jest **zalecana** przy:

- skokach większych niż 1,5 mm,
- konieczności wyeliminowania drgań.

Rys. 4.12 Dosuw wzdłuż boku zarysu gwintu

5.2.3 Dosuw naprzemienny



Metoda ta umożliwia równomierne zużycie ostrzy i długi okres trwałości narzędzia. Metodę **zaleca się** przy:

- bardzo dużych skokach,
- materiałach dających długi wiór.

Rys. 4.13 Dosuw naprzemienny

5.2.4 Liczba przejść i dosuw w każdym przejściu

W *Tabeli 4.9* podano liczbę przejść narzędzia przy toczeniu gwintu. Często liczba ta jest już ustalona przez cykl pracy obrabiarki (toczenie gwintów). Należy przy tym **uwzględnić** poniższe uwagi:

- Przy 1. przejściu należy wybierać głębokości skrawania mniejsze niż 0,5 mm, aby uniknąć wykruszeń na ostrzach.
- Liczbę przejść należy zwiększyć od 2 do 6 w przypadku
  - nacinania gwintów wewnętrznych,
  - stali nierdzewnych,
  - zastosowania cermetali.
- Po wykonaniu ostatniego dosuwu należy wykonać dwa przejścia jałowe (bez dosuwu), w celu oczyszczenia gwintu z wiórów.

Skok [mm]	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00
Skok [GZ]	48	32	24	20	16	14	12	10	8	7	6	5,5	5
Liczba przejść	4 do 6	4 do 7	4 do 8	5 do 9	6 do 10	7 do 12	7 do 12	8 do 14	9 do 16	10 do 18	11 do 18	11 do 19	12 do 20

Tabela 4.9 Liczba przejść narzędzia

5.3 Czas główny przy toczeniu gwintów

Toczenie gwintów jest toczeniem wzdłużnym przy użyciu noża kształtowego, z posuwem odpowiadającym skokowi nacinanego gwintu. Liczbę zwojów gwintu uwzględnia się tylko w przypadku gwintów wielozwojnych. **Czas główny t_h** oblicza się z zależności:

$$t_h = \frac{L \cdot i \cdot g}{p \cdot n}$$

t_h czas główny [min]
L droga całkowita narzędzia [mm]
i liczba przejść narzędzia
p skok gwintu [mm]
n prędkość obrotowa [min^{-1}]
g liczba zwojów gwintu

(równ. 4.14)

Liczbę przejść *i* narzędzia można obliczyć z głębokości gwintu t i głębokości skrawania a_p.

$$i = \frac{t}{a_p}$$

t głębokość gwintu [mm]
a_p głębokość skrawania [mm]

(równ. 4.15)

Odpowiednie wartości **głębokości gwintu *t*** są podane w *Tabeli 4.11*, a **głębokości skrawania a_p** są podane w *Tabeli 4.12*.

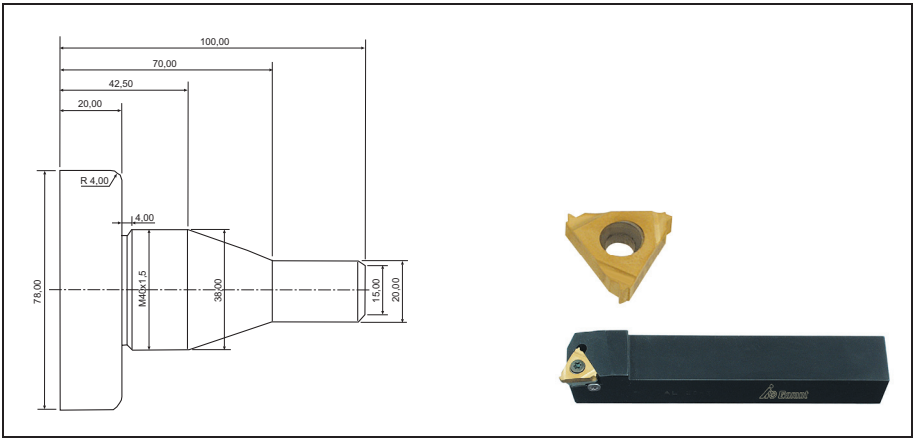
Wielkość gwintu	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Głębokość gwintu *t* [mm]	0,81	0,97	1,13	1,29	1,62	1,95	1,95	2,27

Tabela 4.10 Głębokości t gwintów metrycznych według DIN 13

Rodzaj obróbki	Gwint metryczny i gwint Whitwortha	Gwint trapezowy
Obróbka zgrubna	a_p = 0,1 ... 0,2 mm	a_p = 0,05 ... 0,1 mm
Obróbka wykańczająca	a_p = 0,05 mm	a_p = 0,03 ... 0,05 mm
Obowiązuje przybliżona zależność	$a_p = \sqrt{\frac{d}{40}}$ [mm]	d średnica zewnętrzna gwintu

Tabela 4.11 Głębokości skrawania ap przy zgrubnym i wykańczającym toczeniu gwintów

5.4 Przykład toczenia gwintów



Przykład zastosowania: Gwintowanie

Stosowane parametry:

Materiał:	X6 CrNiMoTi 17 12 (1.4571) VA (grupa materiałowa GARANT 13.2, rozdział „Materiały“, podrozdział 1.)	
Narzędzie:	Oprawka nożowa zaciskowa, wielkość 25	
Płytka skrawająca:	Płytka skrawająca pełnoprofilowa do gwintów, wielkość 60/1,5 HB 7135	
Parametry skrawania:	Prędkość skrawania	v_c = 80 m/min
	Posuw	f = 0,2 mm/obr.
Chłodzenie:	Emulsja	

5.5 Usuwanie usterek przy toczeniu gwintów

	Rodzaj usterki
1	Wykruszenie ostrza
2	Zużycie powierzchni przyłożenia
3	Wykruszenia
4	Odkształcenia plastyczne
5	Narosty
6	Drgania
7	Niewłaściwa jakość powierzchni
8	Niewłaściwe łamanie wióra

1	2	3	4	5	6	7	8	Sposób usunięcia
	●		●					Wybrać materiał narzędzia o większej odporności na zużycie
●		●						Wybrać materiał narzędzia o większej odporności na obciążenia dynamiczne
							●	Zmniejszyć liczbę przejść
●			●					Zwiększyć liczbę przejść
●					●			Kontrolować wysokość kłów
						●		Wybrać dosuw promieniowy
●	●	●				●	●	Wybrać zmodyfikowany dosuw do boku zarysu gwintu
	●		●		●			Zmniejszyć prędkość skrawania
				●		●	●	Zwiększyć prędkość skrawania
							●	Poprawić doprowadzanie cieczy chłodząco-smarującej
			●					Zwiększyć wydajność cieczy chłodząco-smarującej
				●				Nie stosować cieczy chłodząco-smarującej
●		●						Poprawić stabilność
	●							Zwiększyć dosuw na przejście narzędzia
	●							Sprawdzić, czy zastosowano właściwą płytkę podporową
			●		●			Skontrolować średnicę obrabianego przedmiotu
				●				Wybrać powlekany materiał narzędzia
						●		Sprawdzić dobór płytki podporowej

Tabela 4.12 Usterki, ich przyczyny i sposób usunięcia przy toczeniu gwintów

5.6 Zalecenia technologiczne GARANT do toczenia gwintów



Tabela 4.13 GARANT Toczenie gwintów

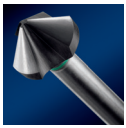
Numery katalogowe: 272010; 272060; 272120; 272160





Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm]	Narzędzia ze stopów twardych powlekanych				
			HB 7135 (PVD–TiN)			HB 7020 (PVD–TiAlN)	
			v_c [m/min]		ciecz chłodz.-smarująca	v_c [m/min]	środek chłodz.-smarujący
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	70 – **120** – 180		emulsja	70 – **160** – 200	na sucho/emulsja
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	70 – **120** – 180		emulsja	70 – **160** – 200	na sucho/emulsja
2.0	Stale automatowe	< 850	70 – **120** – 180		emulsja	70 – **160** – 200	emulsja
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	70 – **120** – 180		emulsja	70 – **160** – 200	emulsja
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	70 – **120** – 180		emulsja	70 – **160** – 200	na sucho/emulsja
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	70 – **120** – 180		emulsja	70 – **160** – 200	na sucho/emulsja
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50 – **110** – 160		emulsja/olej	70 – **130** – 180	na sucho/emulsja
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50 – **100** – 120		emulsja/olej	50 – **110** – 150	emulsja/olej
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	45 – **70** – 100		emulsja/olej	45 – **80** – 120	emulsja/olej
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	50 – **110** – 160		emulsja/olej	70 – **130** – 180	na sucho/emulsja
6.0	Stopowe stale do nawęglania	<1000	50 – **100** – 120		olej	50 – **110** – 150	emulsja/olej
6.1	Stopowe stale do nawęglania	>1000	45 – **70** – 100		emulsja/olej	45 – **80** – 120	emulsja/olejl
7.0	Stale do azotowania	<1000	50 – **70** – 100		emulsja/olej	50 – **80** – 120	emulsja/olej
7.1	Stale do azotowania	>1000	50 – **65** – 100		emulsja/olej	50 – **75** – 120	emulsja/olej
8.0	Stale narzędziowe	< 850	50 – **100** – 120		emulsja/olej	50 – **110** – 150	emulsja/olej
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	45 – **70** – 100		emulsja/olej	45 – **80** – 120	emulsja/olej
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	45 – **70** – 100		emulsja/olej	45 – **80** – 120	emulsja/olej
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	45 – **70** – 100		emulsja/olej	45 – **80** – 120	emulsja/olej
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	**–**		–	**–**	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	**–**		–	**–**	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	**–**		–	**–**	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	50 – **65** – 100		emulsja	50 – **75** – 120	emulsja
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	50 – **65** – 100		emulsja	50 – **75** – 120	emulsja
12.0	Stale sprężynowe	<1500	50 – **65** – 100		emulsja/olej	50 – **75** – 120	emulsja/olej
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	80 – **110** – 180		emulsja	**–**	–
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	80 – **110** – 180		emulsja	**–**	–
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	80 – **100** – 150		emulsja	**–**	–
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	80 – **100** – 150		emulsja	**–**	–
14.0	Stopy specjalne	< 1200	50 – **65** – 100		olej	50 – **75** – 120	olej
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	100 – **120** – 170		na sucho	100 – **140** – 185	na sucho
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	100 – **120** – 170		na sucho	100 – **140** – 185	na sucho
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	100 – **120** – 170		na sucho	100 – **140** – 185	na sucho
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	80 – **100** – 130		na sucho	80 – **130** – 150	na sucho
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	50 – **70** – 100		emulsja/olej	50 – **80** – 120	emulsja/olej
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	50 – **65** – 100		emulsja/olej	50 – **75** – 120	emulsja/olej
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	100 – **220** – 350		emulsja	100 – **220** – 350	emulsja
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		100 – **220** – 350		emulsja	100 – **220** – 350	emulsja
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		75 – **120** – 250		emulsja	75 – **200** – 300	emulsja
18.0	Miedź niskostopowa	<400	100 – **220** – 350		emulsja	100 – **220** – 350	emulsja
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	75 – **120** – 250		emulsja/na sucho	75 – **200** – 300	na sucho
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	75 – **120** – 250		emulsja/olej	75 – **200** – 300	emulsja/olej
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	75 – **120** – 250		emulsja/olej	75 – **200** – 300	emulsja/olej
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	75 – **120** – 250		emulsja/olej	75 – **200** – 300	emulsja/olej
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	75 – **120** – 250		emulsja/olej	75 – **200** – 300	emulsja/olej
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	75 – **120** – 250		emulsja/olej	75 – **200** – 300	emulsja/olej
19.0	Grafit		75 – **120** – 250		na sucho	75 – **200** – 300	na sucho
20.0	Termoplasty		100 – **220** – 350		emulsja	100 – **220** – 350	emulsja
20.1	Duroplasty		100 – **220** – 350		emulsja	100 – **220** – 350	emulsja
20.2	GFK i CFK		75 – **120** – 250		emulsja	75 – **200** – 300	emulsja

Spis treści



Wykaz tabel - parametry technologiczne dla pogłębiania 334

1 **Podział narzędzi do pogłębiania** **335**

2 **Wymiary warstwy skrawanej przy pogłębianiu** **336**

3 **Siły, moment obrotowy, zapotrzebowanie mocy przy pogłębianiu** **337**

4 **Obliczanie czasu głównego przy pogłębianiu** **338**

5 **Wytyczne do zastosowania pogłębiaczy** **339**

Wykaz tabel - parametry technologiczne dla pogłębiania

Rodzaj pogłębiacza	Materiał narzędzia / powłoka	Nr tab.	Strona
Pogłębiacze stożkowe 90°, 75° i 60°	HSS i HSS/E	5.1	340
	HSS (powlekana TiAlN/TiN)	5.2	342
	Wykonane całkowicie ze stopów twardych	5.3	344
KOMET Pogłębiacze 90° z płytkami skrawającymi KWS/F10	216600	5.4	346
KOMET Pogłębiacze z płytkami skrawającymi KWZ/F10 (wkręty z łbem walcowym i walcowym z gniazdem sześciokątnym)	216660	5.5	348
GARANT Pogłębiacze 180° skrawające w ruchu powrotnym z płytkami skrawającymi	217180	5.6	350
GARANT Pogłębiacze frezujące regulowane z płytkami skrawającymi	216620	5.7	352



1 Podział narzędzi do pogłębiania

Odpowiednio do różnych zadań, wykonywanych przez pogłębiacze, takich jak np.:
- powiększanie otworów (**rozwiercanie wstępne** przy użyciu rozwiertaków - zdzieraków trzpieniowych krętych albo pogłębiaczy nasadzanych) albo
- wykonywanie otworów o określonych kształtach, o powierzchniach stożkowych lub płaskich (**pogłębianie kształtowe** pogłębiaczami stożkowymi albo płaskimi do pogłębiania używa się różnych narzędzi).

Rozwiertaki - zdzieraki trzpieniowe kręte są często używane do powiększania otworów. W przeciwieństwie do wierteł krętych posiadają trzy albo cztery ostrza i płytsze rowki. Rozwiertaki - zdzieraki prowadzą się dzięki temu lepiej w otworze i pracują spokojniej. Można je stosować do obróbki na wymiar końcowy (obróbka wykańczająca) i do rozwiercania z naddatkiem na obróbkę, jeżeli otwór ma jeszcze zostać poddany rozwiercaniu dokładnemu (patrz rozdział „Rozwiercanie dokładne").

Pogłębiacze nasadzane są używane do większych średnic.

Narzędzia do pogłębiania kształtowego występują w wykonaniach z czopami prowadzącymi i bez czopów prowadzących. Czopy prowadzące mogą być wymienne, aby np. umożliwić dostosowanie do średnicy otworu gwintowanego. W przypadku dużych tolerancji albo zwykłego usuwania zadziorów z otworów nie jest konieczne żadne prowadzenie. Przy pomocy **pogłębiaczy płaskich** wykonuje się w otworach zagłębienia o płaskiej powierzchni czołowej, np. pogłębienia dla łba i szyjki śrub z łbem walcowym i walcowym z gniazdem sześciokątnym albo płaskie, zewnętrzne powierzchnie czołowe.

Pogłębiacze stożkowe służą do fazowania i usuwania zadziorów z otworów, ale również do pogłębiania pod łby wkrętów albo nitów z łbem stożkowym płaskim.



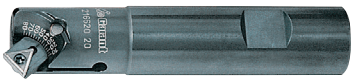
GARANT-Pogłębiacz płaski



GARANT-Pogłębiacz stożkowy 90°



GARANT-Pogłębiacz
skrawający w ruchu powrotnym



GARANT - Nastawowy
pogłębiacz frezujący
z płytkami skrawającymi

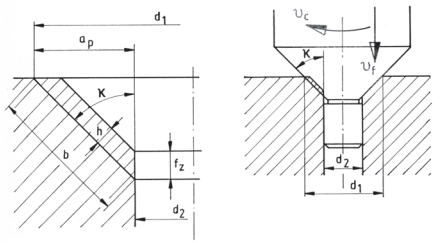
Rys. 5.1 GARANT-Narzędzia do pogłębiania

2 Wymiary warstwy skrawanej przy pogłębianiu

Przekrój warstwy skrawanej A określa w znacznym stopniu siłę skrawania (por. rozdział „Podstawy", podrozdział 1.4). Na *Rys. 5.2* przedstawiono wymiary warstwy skrawanej na przykładzie pogłębiacza stożkowego.

Grubość warstwy skrawanej *h* i **szerokość warstwy skrawanej *b*** są - analogicznie do rozwiercania (por. opis w rozdziale „Wiercenie") - zależne od:

- **posuwu na ząb f_z** (liczba ostrzy pogłębiaczy jest często większa niż dwa → Z = 3 ...4),
- **kąta przystawienia głównej krawędzi skrawającej κ** lub
- **głębokości skrawania a_p**.



d_1 średnica zewnętrzna [mm] v_c prędkość skrawania [m/min]
d_2 średnica wewnętrzna [mm] v_f prędkość posuwu [mm/min]
a_p głębokość skrawania [mm] h grubość warstwy skrawanej [mm]
f_z posuw na ząb [mm/ząb] b szerokość warstwy skrawanej [mm]
k kąt przystawienia gł. krawędzi skrawającej [°]

Rys. 5.2 Wymiary warstwy skrawanej przy skrawaniu za pomocą pogłębiacza stożkowego

Głębokość skrawania a_p jest w przypadku pogłębiaczy stożkowych początkowo mała i zwiększa się potem, aż do swojego maksimum.

Obowiązuje zależność:

$$a_{p\max} = \frac{1}{2}\left(d_{1\,\max} - d_2\right)$$

(por. *Rys. 5.2*) (równ. 5.1)

Przekrój warstwy skrawanej *A* ma odpowiednio swoje maksimum na końcu obróbki.

Tym samym dla **przekroju warstwy skrawanej *A***:

$$A = f_z \cdot a_p = b \cdot h$$

A przekrój warstwy skrawanej [mm^2]
f_z posuw na ząb [mm/ząb]
a_p głębokość skrawania [mm]
b szerokość warstwy skrawanej [mm]
h grubość warstwy skrawanej [mm]

(równ. 3.5)

3 Siły, moment obrotowy, zapotrzebowanie mocy przy pogłębianiu

Ponieważ przy pogłębianiu występują w zasadzie takie same warunki jak przy rozwiercaniu, więc do obliczenia siły skrawania F_c można wykorzystać równanie zamieszczone w rozdziale „Wiercenie", *Tabela 3.1* Jako współczynnik technologiczny dla pogłębiania f_{Se} przyjmuje się wartość f_{Se} = 1,0.

Tak więc dla **siły skrawania na ostrze F_{cz}** obowiązuje przy pogłębianiu zależność:

$$F_{cz} = \frac{(d_{1\,max} - d_2)}{2 \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_{Se}}$$

F_{cz} siła skrawania na ostrze [N]
przy $f_{Se} \approx 1{,}0$ (równ. 5.2)

Moment obrotowy M_d otrzymuje się według *Rys. 5.3* z zależności:

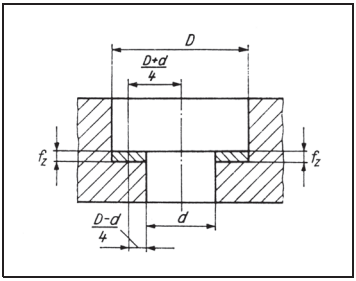
$$M_d = \frac{F_{cz} \cdot Z \cdot (D + d)}{4000}$$

M_d moment obrotowy [Nm]
F_{cz} siła skrawania na ostrze [N]
Z liczba ostrzy pogłębiacza (równ. 5.3)
D średnica zewnętrzna [mm]
d średnica wewnętrzna [mm]

Moc skrawania P_c oblicza się analogicznie do rozwiercania (*Tabela 3.1*) z zależności:

$$P_c = \frac{M_d \cdot n}{9554}$$

P_c moc skrawania [kW]
n prędk. obrotowa [min^{-1}]
(3.15)



Rys. 5.3 Odległość punktu przyłożenia siły od osi pogłębiacza

albo

$$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c \cdot \left(1 + \frac{d}{D}\right)}{60000}$$

P_c moc skrawania [kW]
F_{cz} siła skrawania na ostrze [N] (równ. 3.17)
D średnica zewnętrzna [mm]
d średnica wewnętrzna [mm]
v_c prędkość skrawania [m/min]

4 Obliczanie czasu głównego przy pogłębianiu

Do określania **czasu głównego t_h** przyjmuje się takie same zależności, jak przy wierceniu (patrz rozdział „Wiercenie"):

$$t_h = \frac{L}{f \cdot n}$$

t_h czas główny [min]
L droga całkowita [mm]
f posuw [mm/ząb]
n prędkość obrotowa [min^{-1}]

(równ. 3.18)

Przy pogłębianiu przyjmuje się dobieg $l_a \approx 3$ mm i wybieg $l_u \approx 3$ mm, w związku z czym zależność na **odcinek drogi całkowitej *L*** przyjmuje postać:

$$L = l + l_a + l_u = l + 6$$

L droga całkowita [mm]
l grubość obrabianego przedmiotu [mm]
l_a dobieg [mm]
l_u wybieg [mm]

(równ. 5.4)

5 Wytyczne do zastosowania pogłębiaczy

Przykład sposobu korzystania z tabel wskaźników technologicznych

Zadanie obróbkowe:

Wykonanie pogłębień 90° w otworach o średnicy D = 6 mm, w materiale X210Cr12.

Sposób wykonania:

1. Dobór narzędzia do pogłębiania z katalogu głównego — Ho-Nr. 150175; D = 10 mm
2. Dobór grupy materiałowej (rozdział „Materiały", podrozdział 1.) — Grupa materiałowa 8.2
3. Dobór parametrów skrawania:
   - 3.1 Wybór tabeli wskaźników technologicznych — Tabela 5.1
     Narzędzie 150175 → pogłębiacze stożkowe 90°, 75° i 60° (HSS)
   - 3.2 Dobór parametrów skrawania

***Tabela 5.1* GARANT Pogłębiacze stożkowe 90°, 75° i 60° (HSS i HSS/E)**

Numery katalogowe 150150; 150175; 150371; 150372; 150378; 150390; 150395; 150425; 150820; 150860
DIN 335-C; 335-D; 334
Liczba zębów 3

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 4			∅ 6			∅ 10		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	Start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	26	28	30	0,07	2228	160	0,09	1485	134	0,12	891	107
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
2.0	Stale automatowe	< 850	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	<700	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	<750	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
7.0	Stale do azotowania	< 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
7.1	Stale do azotowania	> 1000	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
8.0	Stale narzędziowe	< 850	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	2	3,5	5	0,09	279	25	0,03	186	6	0,04	111	5
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–			–			–			–		

Prędkość skrawania: wartość początkowa v_c = **3,5 m/min** zakres: 2... 5 m/min

Posuw: f = **0,04 mm/obr.**

Prędkość obrotowa: n = **111 obr./min**

Prędkość posuwu: v_f = **5 mm/min**

Tabela 5.1 GARANT Pogłębiacze stożkowe 90°, 75° i 60° (HSS i HSS/E)

Nry katalogowe 150050; 150065; 150150; 150175; 150371; 150372; 150378; 150390; 150395; 150425; 150820; 150860
DIN 335-C; 335-D; 334
Liczba zębów 3

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 4			∅ 6			∅ 10		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	26	28	30	0,07	2228	160	0,09	1485	134	0,12	891	107
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
2.0	Stale automatowe	< 850	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	25	26,5	28	0,06	2109	127	0,08	1406	114	0,10	844	86
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
7.0	Stale do azotowania	< 1000	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
7.1	Stale do azotowania	> 1000	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
8.0	Stale narzędziowe	< 850	18	22	25	0,04	1751	74	0,06	1167	70	0,08	700	57
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	2	3,5	5	0,09	279	25	0,03	186	6	0,04	111	5
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–			–			–			–		
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–			–			–			–		
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–			–			–			–		
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	2	3,5	5	0,09	279	25	0,03	186	6	0,04	111	5
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	2	3,5	5	0,09	279	25	0,03	186	6	0,04	111	5
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	6	8	10	0,03	637	19	0,04	424	18	0,05	255	13
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	4	7	10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	4	7	10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	4	7	10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	4	7	10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
14.0	Stopy specjalne	< 1200	2	3,5	5	0,09	279	25	0,03	186	6	0,04	111	5
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	15	20	24	0,08	1592	129	0,10	1061	108	0,12	637	76
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	9	12	15	0,06	955	57	0,07	637	46	0,08	382	31
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	9	12	15	0,06	955	57	0,07	637	46	0,08	382	31
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	9	12	15	0,06	955	57	0,07	637	46	0,08	382	31
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	4	7	10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	4	7	10	0,04	557	23	0,05	371	19	0,06	223	13
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	50	70	90	0,10	5570	568	0,12	3714	446	0,14	2228	314
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		25	33	40	0,08	2626	213	0,10	1751	179	0,12	1050	126
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		10	20	30	0,08	1592	129	0,10	1061	108	0,12	637	76
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	25	33	40	0,08	2626	213	0,10	1751	179	0,12	1050	126
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	50	65	80	0,10	5173	528	0,12	3448	414	0,14	2069	292
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	30	40	50	0,10	3183	325	0,12	2122	255	0,14	1273	180
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	50	65	80	0,10	5173	528	0,12	3448	414	0,14	2069	292
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	50	65	80	0,10	5173	528	0,12	3448	414	0,14	2069	292
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	30	40	50	0,10	3183	325	0,12	2122	255	0,14	1273	180
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	30	40	50	0,10	3183	325	0,12	2122	255	0,14	1273	180
19.0	Grafit		15	20	24	0,08	1592	129	0,10	1061	108	0,12	637	76
20.0	Termoplasty		10	30	50	0,10	2387	244	0,12	1592	191	0,14	955	135
20.1	Duroplasty		10	35	60	0,10	2785	284	0,12	1857	223	0,14	1114	157
20.2	GFK i CFK		–			–			–			–		







∅ 16			∅ 20			∅ 25			∅ 40			∅ 63			Środek chłodząco--smarujący
f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	
0,14	557	79	0,16	446	72	0,20	357	72	0,25	223	56	0,35	141	50	emulsja
0,12	527	63	0,14	422	59	0,18	337	61	0,22	211	47	0,30	134	40	emulsja
0,12	527	63	0,14	422	59	0,18	337	61	0,22	211	47	0,30	134	40	emulsja
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	emulsja
0,12	527	63	0,14	422	59	0,18	337	61	0,22	211	47	0,30	134	40	emulsja
0,12	527	63	0,14	422	59	0,18	337	61	0,22	211	47	0,30	134	40	emulsja
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	emulsja
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	emulsja
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	emulsja
0,12	527	63	0,14	422	59	0,18	337	61	0,22	211	47	0,30	134	40	emulsja
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	emulsja
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	emulsja
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	emulsja
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	emulsja
0,10	438	45	0,12	350	42	0,14	280	39	0,18	175	32	0,25	111	28	emulsja
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	emulsja
0,05	70	4	0,06	56	3	0,08	45	4	0,12	28	3	0,14	18	2	olej chłodząco-smarujący
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	emulsja
	–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–		
0,05	70	4	0,06	56	3	0,08	45	4	0,12	28	3	0,14	18	2	olej chłodząco-smarujący
0,05	70	4	0,06	56	3	0,08	45	4	0,12	28	3	0,14	18	2	olej chłodząco-smarujący
0,09	159	14	0,08	127	10	0,10	102	10	0,12	64	8	0,16	40	7	olej chłodząco-smarujący
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	olej chłodząco-smarujący
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	olej chłodząco-smarujący
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	olej chłodząco-smarujący
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	olej chłodząco-smarujący
0,05	70	4	0,06	56	3	0,08	45	4	0,12	28	3	0,14	18	2	olej chłodząco-smarujący
0,16	398	64	0,20	318	64	0,25	255	64	0,30	159	48	0,32	101	32	na sucho
0,12	239	29	0,16	191	31	0,20	153	31	0,25	95	24	0,28	61	17	na sucho
0,12	239	29	0,16	191	31	0,20	153	31	0,25	95	24	0,28	61	17	emulsja
0,12	239	29	0,16	191	31	0,20	153	31	0,25	95	24	0,28	61	17	emulsja
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	olej chłodząco-smarujący
0,07	139	10	0,08	111	9	0,09	89	8	0,12	56	7	0,14	35	5	olej chłodząco-smarujący
0,18	1393	251	0,22	1114	247	0,26	891	233	0,30	557	167	0,40	354	142	emulsja
0,14	657	93	0,18	525	95	0,22	420	93	0,26	263	69	0,30	167	50	emulsja
0,14	398	56	0,18	318	57	0,22	255	57	0,26	159	42	0,30	101	30	emulsja
0,14	657	93	0,18	525	95	0,22	420	93	0,26	263	69	0,30	167	50	emulsja
0,18	1293	233	0,20	1035	208	0,24	828	199	0,30	517	155	0,40	328	132	emulsja
0,18	796	143	0,20	637	128	0,24	509	122	0,30	318	95	0,40	202	81	olej chłodząco-smarujący
0,18	1293	233	0,20	1035	208	0,24	828	199	0,30	517	155	0,40	328	132	emulsja
0,18	1293	233	0,20	1035	208	0,24	828	199	0,30	517	155	0,40	328	132	emulsja
0,18	796	143	0,20	637	128	0,24	509	122	0,30	318	95	0,40	202	81	olej chłodząco-smarujący
0,18	796	143	0,20	637	128	0,24	509	122	0,30	318	95	0,40	202	81	olej chłodząco-smarujący
0,16	398	64	0,20	318	64	0,25	255	64	0,30	159	48	0,32	101	32	na sucho
0,18	597	107	0,20	477	96	0,24	382	92	0,30	239	72	0,40	152	61	na sucho
0,18	696	125	0,20	557	112	0,24	446	107	0,30	279	84	0,40	177	71	na sucho
	–			–			–			–			–		

Tabela 5.2 GARANT Pogłębiacze stożkowe 90° i 60° HSS powlekane (TiAlN; TiN)

Numery katalogowe 150170; 150180; 150396; 150840
DIN 335-C; 335-D; 334
Liczba zębów 3

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 4			∅ 6			∅ 10		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	31	34	36	0,07	2706	195	0,09	1804	162	0,12	1082	130
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	30	32	36	0,06	2546	153	0,08	1698	138	0,10	1019	104
2.0	Stale automatowe	< 850	30	32	36	0,06	2546	153	0,08	1698	138	0,10	1019	104
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	22	26	30	0,04	2069	87	0,06	1379	83	0,08	828	67
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	<700	30	32	34	0,06	2546	153	0,08	1698	138	0,10	1019	104
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	30	32	34	0,06	2546	153	0,08	1698	138	0,10	1019	104
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	22	26	30	0,04	2069	87	0,06	1379	83	0,08	828	67
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	22	26	30	0,04	2069	87	0,06	1379	83	0,08	828	67
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	7	10	12	0,03	796	24	0,04	531	22	0,05	318	16
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	<750	30	32	34	0,06	2546	153	0,08	1698	138	0,10	1019	104
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	21	26	30	0,04	2069	87	0,06	1379	83	0,08	828	67
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	7	10	12	0,03	796	24	0,04	531	22	0,05	318	16
7.0	Stale do azotowania	< 1000	22	26	30	0,04	2069	87	0,06	1379	83	0,08	828	67
7.1	Stale do azotowania	> 1000	7	10	12	0,03	796	24	0,04	531	22	0,05	318	16
8.0	Stale narzędziowe	< 850	22	26	30	0,04	2069	87	0,06	1379	83	0,08	828	67
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	7	10	12	0,03	796	24	0,04	531	22	0,05	318	16
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	2,5	4,5	6	0,09	358	32	0,03	239	7	0,04	143	6
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	7	10	12	0,03	796	24	0,04	531	22	0,05	318	16
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	2,5	4,5	6	0,09	358	32	0,03	239	7	0,04	143	6
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	2,5	4,5	6	0,09	358	32	0,03	239	7	0,04	143	6
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	7	10	12	0,03	796	24	0,04	531	22	0,05	318	16
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	5	8,5	12	0,04	676	28	0,05	451	23	0,06	271	16
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	5	8,5	12	0,04	676	28	0,05	451	23	0,06	271	16
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	5	8,5	12	0,04	676	28	0,05	451	23	0,06	271	16
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	5	8,5	12	0,04	676	28	0,05	451	23	0,06	271	16
14.0	Stopy specjalne	< 1200	2,5	4,5	6	0,09	358	32	0,03	239	7	0,04	143	6
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	20	25	30	0,08	1989	161	0,10	1326	135	0,12	796	95
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	11	15	18	0,06	1194	72	0,07	796	57	0,08	477	39
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	11	15	18	0,06	1194	72	0,07	796	57	0,08	477	39
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	11	15	18	0,06	1194	72	0,07	796	57	0,08	477	39
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	5	8,5	12	0,04	676	28	0,05	451	23	0,06	271	16
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	5	8,5	12	0,04	676	28	0,05	451	23	0,06	271	16
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	60	85	110	0,10	6764	690	0,12	4509	541	0,14	2706	381
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		30	40	50	0,08	3183	258	0,10	2122	216	0,12	1273	153
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		15	25	35	0,08	1989	161	0,10	1326	135	0,12	796	95
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	30	40	50	0,08	3183	258	0,10	2122	216	0,12	1273	153
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	60	80	100	0,10	6366	649	0,12	4244	509	0,14	2546	359
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	35	50	60	0,10	3979	406	0,12	2653	318	0,14	1592	224
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	60	80	100	0,10	6366	649	0,12	4244	509	0,14	2546	359
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	60	80	100	0,10	6366	649	0,12	4244	509	0,14	2546	359
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	35	50	60	0,10	3979	406	0,12	2653	318	0,14	1592	224
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	35	50	60	0,10	3979	406	0,12	2653	318	0,14	1592	224
19.0	Grafit		20	25	30	0,08	1989	161	0,10	1326	135	0,12	796	95
20.0	Termoplasty		10	30	50	0,10	2387	244	0,12	1592	191	0,14	955	135
20.1	Duroplasty		10	35	60	0,10	2785	284	0,12	1857	223	0,14	1114	157
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	



∅ 16			∅ 20			∅ 25			∅ 40			∅ 63			Środek chłodząco--smarujący
f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	
0,14	676	95	0,16	541	88	0,20	433	87	0,25	271	68	0,35	172	60	emulsja
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	emulsja
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	emulsja
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	emulsja
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	emulsja
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	emulsja
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	emulsja
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	emulsja
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	emulsja
0,12	637	76	0,14	509	72	0,18	407	73	0,22	255	57	0,30	162	49	emulsja
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	emulsja
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	emulsja
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	emulsja
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	emulsja
0,10	517	53	0,12	414	50	0,14	331	47	0,18	207	37	0,25	131	33	emulsja
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	emulsja
0,05	90	5	0,06	72	4	0,08	57	5	0,12	36	4	0,14	23	3	olej chłodząco-smarujący
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	emulsja
	–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–		
	–			–			–			–			–		
0,05	90	5	0,06	72	4	0,08	57	5	0,12	36	4	0,14	23	3	olej chłodząco-smarujący
0,05	90	5	0,06	72	4	0,08	57	5	0,12	36	4	0,14	23	3	olej chłodząco-smarujący
0,09	199	18	0,08	159	13	0,10	127	13	0,12	80	10	0,16	51	8	olej chłodząco-smarujący
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	olej chłodząco-smarujący
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	olej chłodząco-smarujący
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	olej chłodząco-smarujący
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	olej chłodząco-smarujący
0,05	90	5	0,06	72	4	0,08	57	5	0,12	36	4	0,14	23	3	olej chłodząco-smarujący
0,16	497	81	0,20	398	80	0,25	318	80	0,30	199	60	0,32	126	41	na sucho
0,12	298	36	0,16	239	39	0,20	191	38	0,25	119	30	0,28	76	21	na sucho
0,12	298	36	0,16	239	39	0,20	191	38	0,25	119	30	0,28	76	21	emulsja
0,12	298	36	0,16	239	39	0,20	191	38	0,25	119	30	0,28	76	21	emulsja
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	olej chłodząco-smarujący
0,07	169	12	0,08	135	11	0,09	108	10	0,12	68	8	0,14	43	6	olej chłodząco-smarujący
0,18	1691	304	0,22	1353	300	0,26	1082	282	0,30	676	203	0,40	429	173	emulsja
0,14	796	112	0,18	637	115	0,22	509	113	0,26	318	83	0,30	202	61	emulsja
0,14	497	70	0,18	398	72	0,22	318	71	0,26	199	52	0,30	126	38	emulsja
0,14	796	112	0,18	637	115	0,22	509	113	0,26	318	83	0,30	202	61	emulsja
0,18	1592	286	0,20	1273	256	0,24	1019	244	0,30	637	191	0,40	404	162	emulsja
0,18	995	179	0,20	796	160	0,24	637	153	0,30	398	119	0,40	253	102	olej chłodząco-smarujący
0,18	1592	286	0,20	1273	256	0,24	1019	244	0,30	637	191	0,40	404	162	emulsja
0,18	1592	286	0,20	1273	256	0,24	1019	244	0,30	637	191	0,40	404	162	emulsja
0,18	995	179	0,20	796	160	0,24	637	153	0,30	398	119	0,40	253	102	olej chłodząco-smarujący
0,18	995	179	0,20	796	160	0,24	637	153	0,30	398	119	0,40	253	102	olej chłodząco-smarujący
0,16	497	81	0,20	398	80	0,25	318	80	0,30	199	60	0,32	126	41	na sucho
0,18	597	107	0,20	477	96	0,24	382	92	0,30	239	72	0,40	152	61	na sucho
0,18	696	125	0,20	557	112	0,24	446	107	0,30	279	84	0,40	177	71	na sucho
	–			–			–			–			–		

Tabela 5.3 GARANT Pogłębiacze stożkowe 90° (wykonane całkowicie ze stopów twardych)

Numery katalogowe 150382; 150386; 150855
DIN 335-C; 334
Liczba zębów 3

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 4			∅ 6			∅ 10		
						f	n	vf	f	n	vf	f	n	vf
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	55	65	70	0,07	5173	372	0,09	3448	310	0,12	2069	248
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	55	60	65	0,06	4775	286	0,08	3183	258	0,10	1910	195
2.0	Stale automatowe	< 850	55	60	65	0,06	4775	286	0,08	3183	258	0,10	1910	195
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	40	50	55	0,04	3979	167	0,06	2653	159	0,08	1592	129
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	55	60	65	0,06	4775	286	0,08	3183	258	0,10	1910	195
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	55	60	65	0,06	4775	286	0,08	3183	258	0,10	1910	195
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	40	45	55	0,04	3581	150	0,06	2387	143	0,08	1432	116
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	40	45	55	0,04	3581	150	0,06	2387	143	0,08	1432	116
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	13	18	22	0,03	1432	43	0,04	955	40	0,05	573	29
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	55	60	65	0,06	4775	286	0,08	3183	258	0,10	1910	195
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	40	50	55	0,04	3979	167	0,06	2653	159	0,08	1592	129
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	13	18	22	0,03	1432	43	0,04	955	40	0,05	573	29
7.0	Stale do azotowania	< 1000	40	50	55	0,04	3979	167	0,06	2653	159	0,08	1592	129
7.1	Stale do azotowania	> 1000	13	18	22	0,03	1432	43	0,04	955	40	0,05	573	29
8.0	Stale narzędziowe	< 850	40	50	55	0,04	3979	167	0,06	2653	159	0,08	1592	129
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	13	18	22	0,03	1432	43	0,04	955	40	0,05	573	29
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	5	8	12	0,09	637	57	0,03	424	13	0,04	255	11
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	13	18	22	0,03	1432	43	0,04	955	40	0,05	573	29
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	5	8	12	0,09	637	57	0,03	424	13	0,04	255	11
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	5	8	12	0,09	637	57	0,03	424	13	0,04	255	11
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	5	8	12	0,09	637	57	0,03	424	13	0,04	255	11
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	5	8	12	0,09	637	57	0,03	424	13	0,04	255	11
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	13	18	22	0,03	1432	43	0,04	955	40	0,05	573	29
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	10	16	22	0,04	1273	53	0,05	849	43	0,06	509	31
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	10	16	22	0,04	1273	53	0,05	849	43	0,06	509	31
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	10	16	22	0,04	1273	53	0,05	849	43	0,06	509	31
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	10	16	22	0,04	1273	53	0,05	849	43	0,06	509	31
14.0	Stopy specjalne	< 1200	5	8	12	0,09	637	57	0,03	424	13	0,04	255	11
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	35	45	55	0,08	3581	290	0,10	2387	244	0,12	1432	172
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	20	25	35	0,06	1989	119	0,07	1326	95	0,08	796	64
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	20	25	35	0,06	1989	119	0,07	1326	95	0,08	796	64
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	20	25	35	0,06	1989	119	0,07	1326	95	0,08	796	64
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	10	16	22	0,04	1273	53	0,05	849	43	0,06	509	31
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	10	16	22	0,04	1273	53	0,05	849	43	0,06	509	31
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	110	160	200	0,10	12732	1299	0,12	8488	1019	0,14	5093	718
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		55	75	90	0,08	5968	483	0,10	3979	406	0,12	2387	286
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		25	45	70	0,08	3581	290	0,10	2387	244	0,12	1432	172
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	55	75	90	0,08	5968	483	0,10	3979	406	0,12	2387	286
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	110	145	175	0,10	11539	1177	0,12	7692	923	0,14	4615	651
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	70	90	110	0,10	7162	731	0,12	4775	573	0,14	2865	404
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	110	145	175	0,10	11539	1177	0,12	7692	923	0,14	4615	651
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	110	145	175	0,10	11539	1177	0,12	7692	923	0,14	4615	651
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	70	90	110	0,10	7162	731	0,12	4775	573	0,14	2865	404
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	70	90	110	0,10	7162	731	0,12	4775	573	0,14	2865	404
19.0	Grafit		35	45	55	0,08	3581	290	0,10	2387	244	0,12	1432	172
20.0	Termoplasty		20	40	60	0,10	3183	325	0,12	2122	255	0,14	1273	180
20.1	Duroplasty		20	45	65	0,10	3581	365	0,12	2387	286	0,14	1432	202
20.2	GFK i CFK		25	45	70	0,08	3581	290	0,10	2387	244	0,12	1432	172



∅ 16			∅ 20			∅ 25			∅ 40			∅ 63			Środek chłodząco- -smarujący
f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/Uobr.	n [1/min]	vf [mm/min]	
0,14	1293	182	0,16	1035	168	0,20	828	166	0,25	517	130	0,35	328	115	emulsja
0,12	1194	143	0,14	955	135	0,18	764	138	0,22	477	106	0,30	303	91	emulsja
0,12	1194	143	0,14	955	135	0,18	764	138	0,22	477	106	0,30	303	91	emulsja
0,10	995	101	0,12	796	95	0,14	637	90	0,18	398	72	0,25	253	64	emulsja
0,12	1194	143	0,14	955	135	0,18	764	138	0,22	477	106	0,30	303	91	emulsja
0,12	1194	143	0,14	955	135	0,18	764	138	0,22	477	106	0,30	303	91	emulsja
0,10	895	91	0,12	716	86	0,14	573	81	0,18	358	64	0,25	227	57	emulsja
0,10	895	91	0,12	716	86	0,14	573	81	0,18	358	64	0,25	227	57	emulsja
0,09	358	32	0,08	286	23	0,10	229	23	0,12	143	17	0,16	91	15	emulsja
0,12	1194	143	0,14	955	135	0,18	764	138	0,22	477	106	0,30	303	91	emulsja
0,10	995	101	0,12	796	95	0,14	637	90	0,18	398	72	0,25	253	64	emulsja
0,09	358	32	0,08	286	23	0,10	229	23	0,12	143	17	0,16	91	15	emulsja
0,10	995	101	0,12	796	95	0,14	637	90	0,18	398	72	0,25	253	64	emulsja
0,09	358	32	0,08	286	23	0,10	229	23	0,12	143	17	0,16	91	15	emulsja
0,10	995	101	0,12	796	95	0,14	637	90	0,18	398	72	0,25	253	64	emulsja
0,09	358	32	0,08	286	23	0,10	229	23	0,12	143	17	0,16	91	15	emulsja
0,05	159	8	0,06	127	8	0,08	102	8	0,12	64	8	0,14	40	6	emulsja
0,09	358	32	0,08	286	23	0,10	229	23	0,12	143	17	0,16	91	15	emulsja
0,05	159	8	0,06	127	8	0,08	102	8	0,12	64	8	0,14	40	6	emulsja
0,05	159	8	0,06	127	8	0,08	102	8	0,12	64	8	0,14	40	6	emulsja
	–			–			–			–			–		
0,05	159	8	0,06	127	8	0,08	102	8	0,12	64	8	0,14	40	6	emulsja
0,05	159	8	0,06	127	8	0,08	102	8	0,12	64	8	0,14	40	6	emulsja
0,09	358	32	0,08	286	23	0,10	229	23	0,12	143	17	0,16	91	15	emulsja
0,07	318	23	0,08	255	21	0,09	204	18	0,12	127	15	0,14	81	11	emulsja
0,07	318	23	0,08	255	21	0,09	204	18	0,12	127	15	0,14	81	11	emulsja
0,07	318	23	0,08	255	21	0,09	204	18	0,12	127	15	0,14	81	11	emulsja
0,07	318	23	0,08	255	21	0,09	204	18	0,12	127	15	0,14	81	11	emulsja
0,05	159	8	0,06	127	8	0,08	102	8	0,12	64	8	0,14	40	6	emulsja
0,16	895	145	0,20	716	144	0,25	573	144	0,30	358	107	0,32	227	73	na sucho
0,12	497	60	0,16	398	64	0,20	318	64	0,25	199	50	0,28	126	36	na sucho
0,12	497	60	0,16	398	64	0,20	318	64	0,25	199	50	0,28	126	36	emulsja
0,12	497	60	0,16	398	64	0,20	318	64	0,25	199	50	0,28	126	36	emulsja
0,07	318	23	0,08	255	21	0,09	204	18	0,12	127	15	0,14	81	11	emulsja
0,07	318	23	0,08	255	21	0,09	204	18	0,12	127	15	0,14	81	11	emulsja
0,18	3183	573	0,22	2546	565	0,26	2037	532	0,30	1273	382	0,40	808	325	emulsja
0,14	1492	210	0,18	1194	215	0,22	955	212	0,26	597	156	0,30	379	114	emulsja
0,14	895	126	0,18	716	129	0,22	573	127	0,26	358	93	0,30	227	68	emulsja
0,14	1492	210	0,12	1194	215	0,22	955	212	0,26	597	156	0,30	379	114	emulsja
0,18	2885	519	0,20	2308	464	0,24	1846	443	0,30	1154	346	0,40	733	295	emulsja
0,18	1790	322	0,20	1432	288	0,24	1146	275	0,30	716	215	0,40	455	183	emulsja
0,18	2885	519	0,20	2308	464	0,24	1846	443	0,30	1154	346	0,40	733	295	emulsja
0,18	2885	519	0,20	2308	464	0,24	1846	443	0,30	1154	346	0,40	733	295	emulsja
0,18	1790	322	0,20	1432	288	0,24	1146	275	0,30	716	215	0,40	455	183	emulsja
0,18	1790	322	0,20	1432	288	0,24	1146	275	0,30	716	215	0,40	455	183	emulsja
0,16	895	145	0,20	716	144	0,25	573	144	0,30	358	107	0,32	227	73	na sucho
0,18	796	143	0,20	637	128	0,24	509	122	0,30	318	95	0,33	202	67	na sucho
0,18	895	161	0,20	716	144	0,24	573	138	0,30	358	107	0,33	227	75	na sucho
0,16	895	145	0,20	716	144	0,22	573	127	0,26	358	93	0,30	227	68	na sucho

Tabela 5.4 KOMET Pogłębiacze 90°- z płytkami skrawającymi KWS/F10

Numer katalogowy 216600

Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc	∅ 19 – 37			Środek chłodząco--smarujący	Zalecane płytki skrawające
				f	n	vf		
		[N/mm²]	[m/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]		
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	250	0,16	2842	455	emulsja	BK 84
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	200	0,20	2274	455	emulsja	BK 84
2.0	Stale automatowe	< 850	250	0,16	2842	455	emulsja	BK 84
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	200	0,20	2274	455	emulsja	BK 84
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	200	0,20	2274	455	emulsja	BK 84
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	200	0,20	2274	455	emulsja	BK 84
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	150	0,20	1705	341	emulsja	BK 84
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	200	0,20	2274	455	emulsja	BK 84
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	150	0,20	1705	341	emulsja	BK 84
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	200	0,20	2274	455	emulsja	BK 84
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	200	0,20	2274	455	emulsja	BK 84
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	150	0,20	1705	341	emulsja	BK 84
7.0	Stale do azotowania	< 1000	150	0,20	1705	341	emulsja	BK 84
7.1	Stale do azotowania	> 1000	150	0,20	1705	341	emulsja	BK 84
8.0	Stale narzędziowe	< 850	150	0,20	1705	341	emulsja	BK 84
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	150	0,20	1705	341	emulsja	BK 84
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	120	0,15	1364	205	emulsja	BK 84
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	100	0,18	1137	205	emulsja	BK 84
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	50	0,15	586	85	emulsja	K 10
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	50	0,10	284	28	emulsja	K 10
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	25	0,10	284	28	emulsja	K 10
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	50	0,12	568	68	emulsja	BK 84
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	50	0,12	568	68	emulsja	BK 84
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	50	0,12	568	68	emulsja	BK 84
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	160	0,15	1819	273	emulsja	BK 84
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	120	0,15	1364	205	emulsja	BK 84
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	120	0,15	1364	205	emulsja	BK 84
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	100	0,15	1137	171	emulsja	BK 84
14.0	Stopy specjalne	< 1200	50	0,12	568	68	emulsja	BK 84
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	150	0,40	1705	682	na sucho	K 10
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	150	0,40	1705	682	na sucho	K 10
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	120	0,30	1364	409	emulsja	K 10
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	100	0,20	1137	227	emulsja	K 10
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	100	0,20	1137	227	emulsja	prosimy o kontakt
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	100	0,20	1137	227	emulsja	prosimy o kontakt
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	250	0,20	2842	568	emulsja	P 25M
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		250	0,20	2842	568	emulsja	P 25M
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		120	0,25	1364	341	emulsja	P 25M
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	250	0,30	2842	853	emulsja	P 25M
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	250	0,30	2842	853	emulsja	P 25M
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	250	0,30	2842	853	emulsja	P 25M
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	250	0,30	2842	853	emulsja	P 25M
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	250	0,30	2842	853	emulsja	P 25M
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	250	0,30	2842	853	emulsja	P 25M
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	250	0,30	2842	853	emulsja	P 25M
19.0	Grafit		–		–		–	prosimy o kontakt
20.0	Termoplasty		30 – 80 – 100	0,30	909	273	na sucho	prosimy o kontakt
20.1	Duroplasty		80	0,30	909	273	na sucho	prosimy o kontakt
20.2	GFK i CFK		–		–			prosimy o kontakt

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy otworu.







Tabela 5.5 KOMET Pogłębiacze z płytkami skrawającymi KWZ/F10

Numer katalogowy 216660

Liczba zębów 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			∅ 10 – 15				∅ 18 – 20			
						f		n	vf	f		n	vf
						min. – maks.				min. – maks.			
		[N/mm²]	min.	start	max.	[mm/obr.]		[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]		[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	180	200	240	0,06	0,12	4897	294	0,12	0,20	3351	402
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	180	200	240	0,06	0,12	4897	294	0,12	0,20	3351	402
2.0	Stale automatowe	< 850	180	200	240	0,06	0,12	4897	294	0,12	0,20	3351	402
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	180	200	240	0,06	0,12	4897	294	0,12	0,20	3351	402
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	180	200	240	0,06	0,12	4897	294	0,12	0,20	3351	402
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	180	200	240	0,06	0,12	4897	294	0,12	0,20	3351	402
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000		140		0,06	0,10	3428	206		0,18	2345	402
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	180	200	240	0,06	0,12	4897	294	0,12	0,20	3351	402
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200		140		0,06	0,10	3428	206		0,18	2345	422
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	180	200	240	0,06	0,12	4897	294	0,12	0,20	3351	402
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	180	200	240	0,06	0,12	4897	294	0,12	0,20	3351	402
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000		140		0,06	0,10	3428	206		0,18	2345	422
7.0	Stale do azotowania	< 1000		140		0,06	0,10	3428	206		0,18	2345	422
7.1	Stale do azotowania	> 1000		140		0,06	0,10	3428	206		0,18	2345	422
8.0	Stale narzędziowe	< 850		140		0,06	0,10	3428	206		0,18	2345	422
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100		140		0,06	0,10	3428	206		0,18	2345	422
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400		120		0,04	0,08	2938	118		0,15	2010	302
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–				–				–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		50			0,05	1224	61		0,10	838	84
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–				–				–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–				–				–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		30			0,05	735	37		0,10	503	50
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		30			0,05	735	37		0,10	503	50
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		30			0,05	735	37		0,10	503	50
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700		120			0,08	2938	235		0,15	2010	302
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		120			0,08	2938	235		0,15	2010	302
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		120			0,08	2938	235		0,15	2010	302
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		100			0,05	2449	122		0,10	1675	168
14.0	Stopy specjalne	< 1200		30			0,05	735	37		0,10	503	50
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB		160			0,15	3918	588		0,30	2681	804
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB		160			0,15	3918	588		0,30	2681	804
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB		140			0,15	3428	514		0,25	2345	586
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB		120			0,10	2938	294		0,18	2010	362
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		30			0,05	735	37		0,10	503	50
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		30			0,05	735	37		0,10	503	50
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350		300			0,05	7346	367		0,12	5026	603
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			300			0,05	7346	367		0,12	5026	603
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			200			0,10	4897	490		0,20	3351	670
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		300			0,05	7346	367		0,10	5026	503
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		300			0,05	7346	367		0,10	5026	503
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		300			0,05	7346	367		0,10	5026	503
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		300			0,05	7346	367		0,10	5026	503
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		300			0,05	7346	367		0,10	5026	503
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		300			0,05	7346	367		0,10	5026	503
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		300			0,05	7346	367		0,10	5026	503
19.0	Grafit			–				–				–	
20.0	Termoplasty		30	80	100	0,10	0,40	1959	784	0,10	0,40	1340	536
20.1	Duroplasty			80		0,10	0,30	1959	588	0,10	0,30	1340	402
20.2	GFK i CFK			–				–				–	




∅ 24 – 30					∅ 33					Środek chłodząco- -smarujący	Zalecane płytki skrawające
f			n	vf	f			n	vf		
min.		maks.			min		maks.				
[mm/obr.]			[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]			[1/min]	[mm/min]		gatunek / geometria
0,15	–	0,25	2358	354	0,10	–	0,15	1929	193	emulsja	BK 84/..–010
0,15	–	0,25	2358	354	0,10	–	0,15	1929	193	emulsja	BK 84/..–010
0,15	–	0,25	2358	354	0,10	–	0,15	1929	193	emulsja	BK 84/..–010
0,15	–	0,25	2358	354	0,10	–	0,15	1929	193	emulsja	BK 84/..–010
0,15	–	0,25	2358	354	0,10	–	0,15	1929	193	emulsja	BK 84/..–010
0,15	–	0,25	2358	354	0,10	–	0,15	1929	193	emulsja	BK 84/..–010
0,20	–	0,35	1650	330	0,25	–	0,40	1350	338	emulsja	BK 84/..–010
0,15	–	0,25	2358	354	0,10	–	0,15	1929	193	emulsja	BK 84/..–010
0,20	–	0,35	1650	330	0,25	–	0,40	1350	338	emulsja	BK 84/..–010
0,15	–	0,25	2358	354	0,10	–	0,15	1929	193	emulsja	BK 84/..–010
0,15	–	0,25	2358	354	0,10	–	0,15	1929	193	emulsja	BK 84/..–010
0,20	–	0,35	1650	330	0,25	–	0,40	1350	338	emulsja	BK 84/..–010
0,20	–	0,35	1650	330	0,25	–	0,40	1350	338	emulsja	BK 84/..–010
0,20	–	0,35	1650	330	0,25	–	0,40	1350	338	emulsja	BK 84/..–010
0,20	–	0,35	1650	330	0,25	–	0,40	1350	338	emulsja	BK 84/..–010
0,20	–	0,35	1650	330	0,25	–	0,40	1350	338	emulsja	BK 84/..–010
0,20	–	0,30	1415	283	0,20	–	0,35	1157	231	emulsja	BK 84/..–010
			–					–		–	–
		0,15	589	88			0,20	482	96	emulsja	BK 84/..–010
			–					–		–	–
			–					–		–	–
		0,12	354	42			0,15	289	43	emulsja	BK 84/..–010
		0,12	354	42			0,15	289	43	emulsja	BK 84/..–010
		0,12	354	42			0,15	289	43	emulsja	BK 84/..–010
		0,16	1415	226			0,18	1157	208	emulsja	BK 7930/..–010
		0,16	1415	226			0,18	1157	208	emulsja	BK 7930/..–010
		0,16	1415	226			0,18	1350	208	emulsja	BK 7930/..–010
		0,10	1179	118			0,12	965	116	emulsja	BK 7930/..–010
		0,12	354	42			0,15	289	43	emulsja	BK 7930/..–010
		0,04	1886	75			0,06	1543	93	na sucho	BK 62/..–010
		0,04	1886	75			0,06	1543	93	na sucho	BK 62/..–010
		0,30	1650	495			0,35	1543	473	emulsja	BK 62/..–010
		0,25	1415	354			0,30	1157	347	emulsja	BK 62/..–010
		0,12	354	42			0,15	289	43	emulsja	BK 4/..–010
		0,12	354	42			0,15	289	43	emulsja	BK 4/..–010
		0,15	3537	531			0,20	2894	579	emulsja	BK 4/..–010
		0,15	3537	531			0,20	2894	579	emulsja	BK 4/..–010
		0,25	2358	589			0,30	1929	579	emulsja	BK 4/..–010
		0,12	3537	424			0,15	2894	434	emulsja	BK 4/..–010
		0,12	3537	424			0,15	2894	434	emulsja	BK 4/..–010
		0,12	3537	424			0,15	2894	434	emulsja	BK 4/..–010
		0,12	3537	424			0,15	2894	434	emulsja	BK 4/..–010
		0,12	3537	424			0,15	2894	434	emulsja	BK 4/..–010
		0,12	3537	424			0,15	2894	434	emulsja	BK 4/..–010
		0,12	3537	424			0,15	2894	434	emulsja	BK 4/..–010
			–					–		–	prosimy o kontakt
0,10	–	0,40	943	377	0,10	–	0,40	772	309	na sucho	prosimy o kontakt
0,10	–	0,30	943	283	0,10	–	0,30	772	231	na sucho	prosimy o kontakt
			–					–		–	prosimy o kontakt

Tabela 5.6 GARANT Pogłębiacze 180°-skrawające w ruchu powrotnym

Numer katalogowy 217180

Liczba zębów 1

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	vc [m/min]	∅ 18 – 33 f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	Materiał narzędzia
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
2.0	Stale automatowe	< 850	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7035
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7035
8.0	Stale narzędziowe	< 850	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010 / HB 7035
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	–		–		
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010 / HB 7035
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–		–		
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	–		–		
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7035
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7035
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7035
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7035
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–		–		
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7035
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7035
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7035
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	50 – **65** – 80	0,10	828	83	HB 7010
19.0	Grafit		–		–		–
20.0	Termoplasty		–		–		–
20.1	Duroplasty		–		–		–
20.2	GFK i CFK		–		–		–

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą początkowej wartości prędkości i średniej średnicy pogłębiania.



Zalecane płytki skrawające	
∅ pogłębiania 18 – 30	∅ pogłębiania 33
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
–	–
–	–
–	–
–	–
284064/F2	284104/F2
–	–
–	–
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
–	–
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
284064/F2	284104/F2
–	–
–	–
–	–
–	–

Tabela 5.7 GARANT Pogłębiacze nastawne frezujące z płytkami skrawającymi

Numer katalogowy 216620
Liczba zębów 1
Bezstopniowo regulowane w zakresie kątów od 10° do 80°

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	vc [m/min] [m/min]	10° do 40° f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	powyżej 40° do 80° f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	Ciecz chłodząco-smarująca	Zalecane płytki skrawające
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	250	0,08	4190	335	0,10	3600	360	emulsja	BK 84
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	200	0,10	3350	335	0,12	2920	350	emulsja	BK 84
2.0	Stale automatowe	< 850	250	0,08	4190	335	0,10	3600	360	emulsja	BK 84
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	200	0,10	3350	335	0,12	2920	350	emulsja	BK 84
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	200	0,10	3350	335	0,12	2920	350	emulsja	BK 84
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	200	0,10	3350	335	0,12	2920	350	emulsja	BK 84
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	150	0,10	2500	250	0,12	2170	260	emulsja	BK 84
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	200	0,10	3350	335	0,12	2920	350	emulsja	BK 84
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	150	0,10	2500	250	0,12	2170	260	emulsja	BK 84
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	200	0,10	3350	335	0,12	2920	350	emulsja	BK 84
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	200	0,10	3350	335	0,12	2920	350	emulsja	BK 84
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	150	0,10	2500	250	0,12	2170	260	emulsja	BK 84
7.0	Stale do azotowania	< 1000	150	0,10	2500	250	0,12	2170	260	emulsja	BK 84
7.1	Stale do azotowania	> 1000	150	0,10	2500	250	0,12	2170	260	emulsja	BK 84
8.0	Stale narzędziowe	< 850	150	0,10	2500	250	0,12	2170	260	emulsja	BK 84
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	150	0,10	2500	250	0,12	2170	260	emulsja	BK 84
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	120	0,08	2000	150	0,08	1750	140	emulsja	BK 84
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	100	0,09	1670	150	0,10	1450	145	emulsja	BK 84
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	50	0,06	840	50	0,07	710	50	emulsja	BK 84
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	25	0,05	405	20	0,05	300	15	emulsja	BK 84
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	25	0,05	405	20	0,05	300	15	emulsja	BK 84
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	50	0,06	840	50	0,07	720	50	emulsja	BK 84
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	50	0,06	840	50	0,07	720	50	emulsja	BK 84
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	50	0,06	840	50	0,07	720	50	emulsja	BK 84
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	160	0,08	2670	200	0,08	2315	185	emulsja	BK 84
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	120	0,08	2000	150	0,08	1750	140	emulsja	BK 84
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	120	0,08	2000	150	0,08	1750	140	emulsja	BK 84
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	100	0,08	1660	125	0,08	1440	115	emulsja	BK 84
14.0	Stopy specjalne	< 1200	50	0,06	840	50	0,06	670	40	emulsja	BK 84
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	150	0,20	2500	500	0,22	2160	475	na sucho	K 10
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	150	0,20	2500	500	0,22	2160	475	na sucho	K 10
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	120	0,15	2000	300	0,18	1720	310	emulsja	K 10
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	100	0,10	1650	165	0,12	1460	175	emulsja	K 10
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	100	0,10	1650	165	0,10	1450	145	emulsja	prosimy o kontakt
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	100	0,10	1650	165	0,10	1450	145	emulsja	prosimy o kontakt
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	250	0,10	4200	420	0,12	3625	435	emulsja	P 25M
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		250	0,10	4200	420	0,12	3625	435	emulsja	P 25M
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		120	0,13	2000	250	0,14	1750	245	emulsja	P 25M
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	250	0,15	4200	630	0,16	3625	580	emulsja	P 25M
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	250	0,15	4200	630	0,16	3625	580	emulsja	P 25M
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	250	0,15	4200	630	0,16	3625	580	emulsja	P 25M
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	250	0,15	4200	630	0,16	3625	580	emulsja	P 25M
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	250	0,15	4200	630	0,16	3625	580	emulsja	P 25M
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	250	0,15	4200	630	0,16	3625	580	emulsja	P 25M
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	250	0,15	4200	630	0,16	2842	580	emulsja	P 25M
19.0	Grafit		–		–			–		–	
20.0	Termoplasty		30 – 80 – 100	0,15	1330	200	0,16	1155	185	na sucho	prosimy o kontakt
20.1	Duroplasty		80	0,15	1330	200	0,16	1155	185	na sucho	prosimy o kontakt
20.2	GFK i CFK		–		–			–			

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy otworu.
Warunkiem zastosowania są stabilne warunki eksploatacyjne (nie można stosować w wiertarkach).

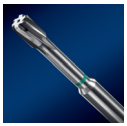






Możliwe do wykonania średnice:

Średnica chwytu [mm]		Wybrany kąt								
		10°	**20°**	**30°**	**40°**	**45°**	**50°**	**60°**	**70°**	**80°**
20	D min. [mm]	5	8	10	13	14	15	17	19	20
	D maks. [mm]	26	27	27	27	27	27	26	25	24
25	D min. [mm]	5	6	7	10	11	13	16	19	23
	D maks. [mm]	32	33	34	33	33	32	31	29	27



Spis treści

Wykaz tabel - wytyczne technologiczne do rozwiercania dokładnego 354

1 Metoda 355

2 Wymiary warstwy skrawanej przy rozwiercaniu dokładnym 355

3 Siły, moment obrotowy i zapotrzebowanie mocy przy rozwiercaniu dokładnym 356

4 Obliczanie czasu głównego przy rozwiercaniu dokładnym 356

5 Wykonania rozwiertaków 357

5.1 Rozwiertaki ręczne 357
5.2 Rozwiertaki maszynowe 357
5.3 Rozwiertaki stożkowe 358

6 Uzyskiwane tolerancje i jakość powierzchni otworów 360

7 Wskazówki do usuwania usterek 361

8 Wytyczne do stosowania rozwiertaków 362

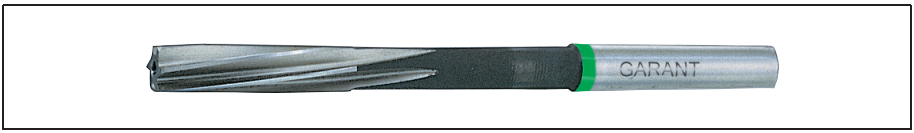
8.1 Tolerancje i pasowania 362
8.2 Określanie naddatku na rozwiercanie 364
8.3 Przykład posługiwania się tabelami wytycznych technologicznych 365

Wykaz tabel - wytyczne technologiczne do rozwiercania dokładnego

Rodzaj rozwiertaka	Materiał narzędzia skrawającego / powłoka	Nr tab.	Strona
Rozwiertaki maszynowe	HSS i HSS/E	6.7	366
	HSS/E (powlekana TiN)	6.8	368
	Stop twardy, uzbrojone w płytki ze stopów twardych	6.9	370
Rozwiertaki HPC	Wykonane całkowicie ze stopów twardych	6.10	372
Rozwiertaki HPC 168000	Cermetal	6.11	373

1 Metoda

Rozwiercanie dokładne służy do poprawy jakości otworu. Powiększenie średnicy jest przy tym nieznaczne. Możliwe do osiągnięcia są klasy tolerancji IT 7 do IT 6. Charakterystyczne dla tej metody są samoczynne prowadzenie rozwiertaka w otworze i rozpoczynanie pracy bez pomocniczego nawiercenia.



Rys. 6.1 GARANT Rozwiertak dla obrabiarek NC

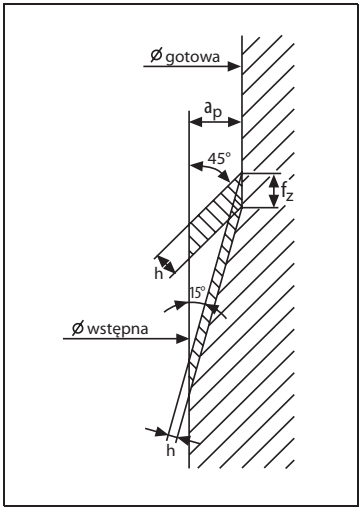
2 Wymiary warstwy skrawanej przy rozwiercaniu dokładnym

Szczególnie małe grubości warstwy skrawanej h powstają zawsze wtedy, gdy został wybrany bardzo mały posuw na ząb f_z albo gdy kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej (kąt ustawienia) κ jest mały. Taki przypadek ma miejsce np. przy zastosowaniu rozwiertaków z ostrzami śrubowymi o kącie przystawienia $\kappa \approx 1°$. W tym wypadku mogą powstawać trudności z odprowadzaniem wiórów.

Przy rozwiercaniu dokładnym należy zwracać uwagę na **minimalną grubość warstwy skrawanej h_{min}.** Jeżeli jest zbyt mała, ostrze nie wcina się w materiał lecz dochodzi jedynie do sprężystego i plastycznego odkształcenia materiału. Na ostrzu powstaje przy tym zwiększone zużycie, wywołane naciskiem i tarciem. W zakresie prędkości skrawania stosowanych przy rozwiercaniu dokładnym, minimalna grubość warstwy skrawanej h_{min} wynosi

$$h_{min} = (0{,}5 \ldots 1{,}0) \cdot r_n$$

gdzie r_n jest zaokrągleniem krawędzi skrawającej.



Rys. 6.2
Zależność grubości warstwy skrawanej h i kąta przystawienia κ

Wcinanie się ostrza może zostać nieco poprawione przez skrawanie z dużym, ujemnym kątem ostrza, przy użyciu rozwiertaków z ostrzami śrubowymi.

3 Siły, moment obrotowy i zapotrzebowanie mocy przy rozwiercaniu dokładnym

Obliczenie sił występujących przy rozwiercaniu dokładnym na podstawie właściwego oporu skrawania k_c, nie jest możliwe lub ewentualny wynik jest obarczony dużą **niepewnością**. Siły potrzebne do odspojenia wióra są często mniejsze niż siły tarcia lub siły, które mogą powstać w otworze wskutek „zassania". **Całkowita siła** przy rozwiercaniu dokładnym może zostać określona na podstawie **pomiarów momentu obrotowego**.

Moc skrawania P_c oblicza się analogicznie do wiercenia i pogłębiania z równania:

$$P_c = \frac{M_d \cdot n}{9554}$$

P_c moc skrawania [kW] (równ. 3.15)
M_d moment obrotowy [Nm] (określony doświadczalnie)
n prędkość obrotowa [min^{-1}]

4 Obliczanie czasu głównego przy rozwiercaniu dokładnym

Dla rozwiercania obowiązują te same zależności, jak dla wiercenia i pogłębiania. Tak więc:

$$t_h = \frac{L}{f \cdot n}$$

t_h czas główny [min]
L całkowita droga rozwiercania [mm] (równ. 3.18)
f posuw [mm/obr.]
n prędkość obrotowa [min^{-1}]

Przy rozwiercaniu dokładnym należy szczególnie zwracać uwagę na to, że **ruch powrotny** następuje najczęściej z tą samą prędkością co ruch do przodu i tym samym trzeba uwzględnić czas pomocniczy t_h w przybliżeniu równy czasowi głównemu t_n.

Przy rozwiercaniu przyjmuje się dobieg l_a i wybieg l_u w wysokości:

$$l_a + l_u \approx D$$

D średnica rozwiertaka

Całkowita droga rozwiercania L:

$$L = l + l_a + l_u = l + D$$

L całkowita droga rozwiercania [mm]
l grubość obrabianego przedmiotu [mm] (równ. 6.1)
D średnica rozwiertaka [mm]

5 Wykonania rozwiertaków

Rozwiertaki mogą mieć bardzo różne wykonania. Duże rozwiertaki są często wykonywane jako **rozwiertaki nasadzane** natomiast szczególne przypadki zastosowań wymagają użycia określonych rodzajów rozwiertaków, jak np. **rozwiertaki do otworów pod nity** albo **rozwiertaki do dysz.**

5.1 Rozwiertaki ręczne

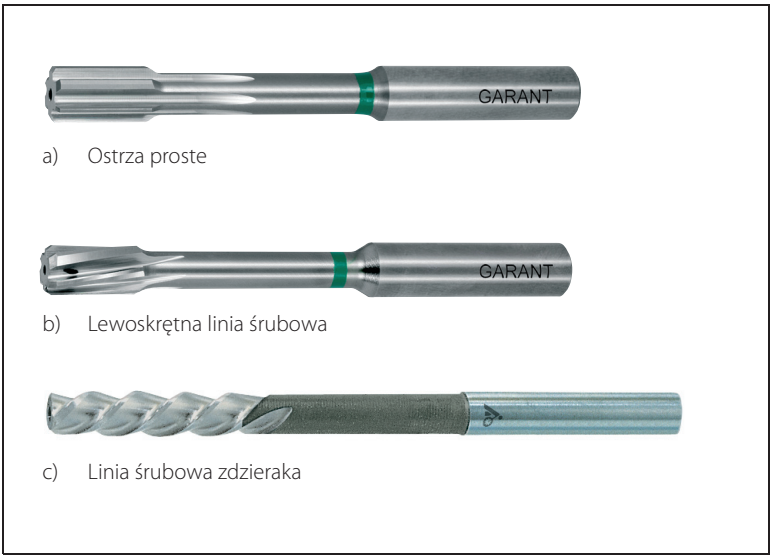
Rozwiertaki ręczne mają szczególnie długie prowadzenie. W przypadku otworów przelotowych może zostać zastosowana linia śrubowa, gdy wióry są odprowadzane w dół. Liczba ostrzy jest najczęściej parzysta (4 do 18, zależnie od średnicy). W przypadku zmiennych pól tolerancji można stosować regulowane rozwiertaki ręczne.

5.2 Rozwiertaki maszynowe

Rozwiertaki maszynowe mają krótszą część roboczą niż rozwiertaki ręczne. One również prowadzą się w otworze samoczynnie, dzięki swoim łysinkom prowadzącym (zaszlifowane na okrągło pomocnicze krawędzie skrawające). Kierunek ostrzy może być na wprost, wzdłuż lewoskrętnej linii śrubowej o małym pochyleniu lub mieć silnie pochyloną linię śrubową (por. rys. 6.3).

Lewoskrętna linia śrubowa umożliwia uzyskanie lepszej jakości powierzchni, wymaga jednak swobodnego odprowadzania wiórów, dlatego może być stosowana tylko w ograniczonym stopniu do obróbki otworów nieprzelotowych.

Linia śrubowa zdzierająca nadaje się do dużych posuwów, zwłaszcza w materiałach miękkich.



a) Ostrza proste

b) Lewoskrętna linia śrubowa

c) Linia śrubowa zdzieraka

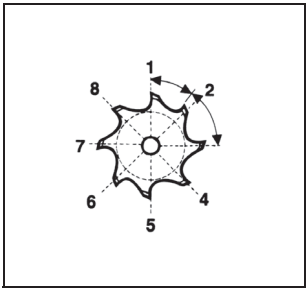
Rys. 6.3 Rozwiertaki maszynowe

Rozwiertaki do obrabiarek NC posiadają średnicę chwytu dostosowaną do obrabiarek NC, odpowiednią dla znormalizowanych uchwytów, zwłaszcza uchwytów hydraulicznych (HD) i uchwytów zaciskowych o wysokiej dokładności (HG). Dzięki temu przy wykonywaniu pasowań osiąga się najwyższą dokładność ruchu obrotowego i niezawodność procesu. Przy stosowaniu rozwiertaków GARANT do obrabiarek NC nie jest konieczne nabywanie uchwytów specjalnych.



Rys. 6.4 GARANT Rozwiertak do obrabiarek NC

Przy **nierównomiernej podziałce** ostrza są zawsze ustawione parami, dokładnie naprzeciw siebie (rys. 6.5). Uzyskany otwór jest dzięki temu całkowicie okrągły i pozbawiony karbów. Zaszlifowane na okrągło sfazowanie na części ostrza wygładza otwór i prowadzi rozwiertak.



Rys. 6.5 Parzysta liczba zębów i nierówna podziałka

5.3 Rozwiertaki stożkowe

Na **rozwiertakach stożkowych** ostrza główne obejmują całą powierzchnię płaszcza stożka. Nie występują ostrza pomocnicze w pierwotnym tego słowa znaczeniu. Narzędzia mogą mieć zasadniczo ostrza proste albo ustawione w linii śrubowej.

Do wykonywania **kształtów zgrubnych** nadają się **rozwiertaki z ostrzami śrubowymi** (np. rozwiertaki do otworów pod kołki). W celu umożliwienia odpływu wiórów przez zwężający się otwór należy częściej wycofywać rozwiertak.



Rys. 6.6 Rozwiertak z ostrzami śrubowymi do otworów pod kołki

Do **obróbki wykańczającej** lepiej nadaje się **rozwiertak z rowkami prostymi**, z uwagi na uzyskiwaną jakość otworów.



6 Uzyskiwane tolerancje i jakość powierzchni otworów

W *Tabeli 6.1* przedstawiono możliwe do osiągnięcia tolerancje ISO przy zastosowaniu wierteł krętych z dwoma ostrzami, w porównaniu z trójostrzowymi wiertłami składanymi, rozwiertakami i wieloostrzowymi rozwiertakami dokładnymi. **Wiertła kręte** z HSS, posiadające dwa ostrza, prowadzą się samoczynnie w niedostatecznym stopniu. Małe błędy symetrii ostrzy powodują powstanie błędów kształtu i nadwyżek wymiarowych (IT 11 do IT 13, niebieskie). Dalszą poprawę można uzyskać przez zastosowanie wierteł krętych VHM (do IT 8). Natomiast narzędzia z trzema ostrzami (**pogłębiacze, rozwiertaki**) uzyskują jakość lepszą w przybliżeniu o jedną klasę tolerancji, dzięki bardziej równomiernemu prowadzeniu w otworze (IT 10 do IT 12 dla HSS i do IT 7 w przypadku VHM). Istotną poprawę kształtu i dokładności można uzyskać przez zastosowanie **rozwiertaków dokładnych wieloostrzowych.** Dzięki większej liczbie ostrzy i zastosowaniu mniejszej głębokości skrawania następuje znaczna poprawa prowadzenia i znaczne zredukowanie sił wypierających narzędzie z położenia osiowego (dla HSS - IT 6 do IT 9, dla rozwiertaków dokładnych HM - do IT 5).

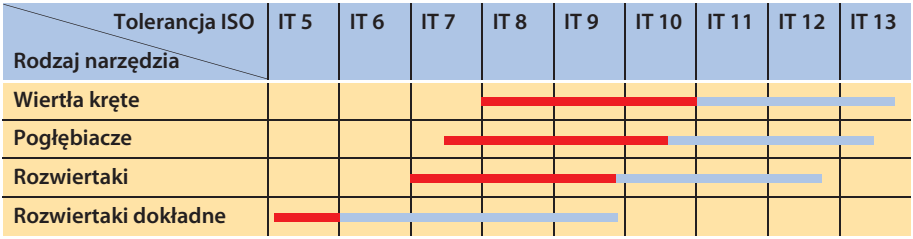


Tabela 6.1 Tolerancje otworów możliwe do uzyskania przy zastosowaniu różnych narzędzi

Uzyskiwana jakość powierzchni zależy od wielu czynników. Wpływ wywiera samo narzędzie, jego kąty, liczba i ostrość ostrzy, jak również warunki eksploatacyjne, takie jak obrabiany materiał, warunki skrawania (v_c i f) oraz jakość obróbki wstępnej oraz jakość używanej obrabiarki. Wskutek tego przy rozwiercaniu dokładnym uzyskuje się względnie szerokie pasmo chropowatości powierzchni, **od 2 µm do 15 µm.** Rozwiercanie **nie** pozwala na poprawienie **kierunku i położenia** ponieważ rozwiertak jest centrowany przez otwór wstępny. Im lepsza jest jakość otworu wstępnego, tym lepszy jest wynik rozwiercania dokładnego.

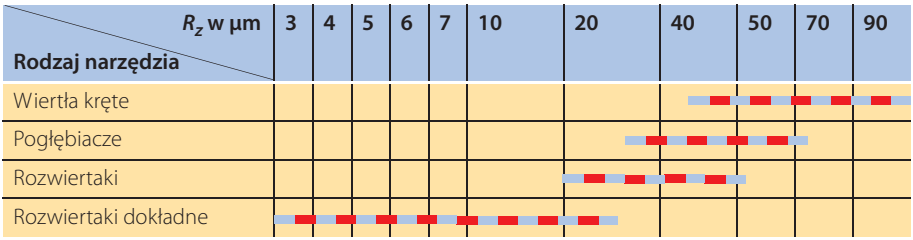


Tabela 6.2 Jakość powierzchni uzyskiwana przy stosowaniu różnych narzędzi

7 Wskazówki do usuwania usterek

Oznaczenie							Opis usterki
1							Za duża średnica
	2						Za mała średnica
		3					Otwór stożkowy
			4				Otwór nie kołowy
				5			Zła jakość powierzchni
					6		Rozwiertak zakleszcza się
						7	Rozwiertak łamie się
1	2	3	4	5	6	7	**Sposób usunięcia**
	■			■	■	■	Sprawdzić współosiowość obrabianego przedmiotu / narzędzia
	■			■	■	■	Bicie rozwiertaka
	■			■	■	■	Bicie uchwytu
	■			■	■	■	Bicie wrzeciona
	■	■	■		■	■	Zmniejszyć prędkość skrawania
■		■	■	■	■	■	Zwiększyć prędkość skrawania
	■	■	■	■	■	■	Zmniejszyć posuw
■		■	■		■	■	Zwiększyć posuw
■		■	■		■	■	Zastosować olej chłodząco-smarujący albo bardziej „tłustą“ ciecz chłodząco-smarującą
	■	■	■	■	■	■	Ciecz chłodząco-smarująca za „tłusta“
		■	■	■			Sprawdzić geometrię narzędzia
	■				■	■	Niewłaściwy nakrój
■		■	■		■	■	Zużycie narzędzia
■		■	■				Za mały naddatek na obróbkę
■	■	■	■	■			Zastosować rozwiertaki z ostrzami śrubowymi (materiał ma skłonność do zakleszczania)
■		■	■		■	■	Wybrać powłokę

Tabela 6.3 Usuwanie usterek przy rozwiercaniu dokładnym

8 Wytyczne do zastosowania rozwiertaków

8.1 Tolerancje i pasowania

W celu efektywnego wykorzystania posiadanych rozwiertaków konieczna jest znajomość możliwych do uzyskania pasowań. W poniższej tabeli podano pasowania dla rozwiertaków maszynowych 1/100.

Sposób posługiwania się tabelą jest objaśniony na poniższym przykładzie:

1. Posiadany rozwiertak: wymiar 4,5 mm.

2. Ustalenie pasowań rozwiertaka 4,05 mm.

- w tabeli zaznaczyć wszystkie wartości 4,05
- w nagłówku odczytać odpowiednie pasowanie

C8	C9	C10	C11	CD7	D7	D8	D9	D10	D11
1,07	1,07	1,08	1,10	1,04	1,02	1,03	-	1,04	1,06
2,07	2,07	2,08	2,10	2,04	2,02	2,03	-	2,04	2,06
3,07	3,07	3,08	3,10	3,04	3,02	3,03	-	3,04	3,06
4,08	4,09	–	–	**4,05**	4,04	4,04	**4,05**	4,06	4,08
5,08	5,09	–	–	5,05	5,04	5,04	5,05	5,06	5,08
6,08	6,09	–	–	6,05	6,04	6,04	6,05	6,06	6,08
7,09	7,10	–	–	7,06	7,05	7,05	7,06	7,08	7,10
8,09	8,10	–	–	8,06	8,05	8,05	8,06	8,08	8,10
9,09	9,10	–	–	9,06	9,05	9,05	9,06	9,02	9,10
10,09	10,10	–	–	10,06	10,05	10,05	10,06	10,08	10,10
-	–	–	–	–	11,06	–	11,08	11,10	–
-	–	–	–	–	12,06	–	12,08	12,10	–
H6	**H7**	**H8**	**H9**	**H10**	**H11**	**H12**	**H13**	**J6**	**J7**
1,00	–	1,01	–	1,02	1,04	1,06	1,09	1,00	1,00
2,00	–	2,01	–	2,02	2,04	2,06	2,09	2,00	2,00
3,00	–	3,01	–	3,02	3,04	3,06	3,09	3,00	3,00
4,00	–	4,01	4,02	4,03	**4,05**	4,08	–	4,00	4,00
5,00	–	5,01	5,02	5,03	5,05	5,08	–	5,00	5,00
6,00	–	6,01	6,02	6,03	6,05	6,08	–	6,00	6,00
7,00	7,01	7,01	7,02	7,04	7,06	7,10	–	7,00	7,00
8,00	8,01	8,01	8,02	8,04	8,06	8,10	–	8,00	8,00
9,00	9,01	9,01	9,02	9,04	9,06	9,10	–	9,00	9,00
10,00	10,01	10,02	10,02	10,04	10,06	10,10	–	10,00	10,00
–	11,01	11,02	11,03	11,05	11,07	-	–	11,00	11,00
–	12,01	12,02	12,03	12,05	12,07	-	–	12,00	12,00
N8	**P6**	**P7**	**P8**	**R6**	**R7**	**S6**	**S7**	**U6**	**U7**
0,99	0,99	0,99	0,99	–	–	0,98	0,98	0,98	0,98
1,99	1,99	1,99	1,99	–	–	1,98	1,98	1,98	1,98

Tak więc przy użyciu tego rozwiertaka można wykonać następujące pasowania:



Numery katalogowe 16 3180; 16 4180

C8	C9	C10	C11	CD7	D7	D8	D9	D10	D11	D12	E7	E8	E9	EF8	F7	F8	F9	F10	G6	G7	H5
1,07	1,07	1,08	1,10	1,04	1,02	1,03	–	1,04	1,06	1,08	1,02	1,02	1,03	1,02	1,01	1,01	1,02	–	–	1,01	1,00
2,07	2,07	2,08	2,10	2,04	2,02	2,03	–	2,04	2,06	2,08	2,02	2,02	2,03	2,02	2,01	2,01	2,02	–	–	2,01	2,00
3,07	3,07	3,08	3,10	3,04	3,02	3,03	–	3,04	3,06	3,08	3,02	3,02	3,03	3,02	3,01	3,01	3,02	–	–	3,01	3,00
4,08	4,09	–	–	4,05	4,04	4,04	4,05	4,06	4,08	4,10	–	4,03	4,04	4,03	–	4,02	4,03	4,04	4,01	4,01	4,00
5,08	5,09	–	–	5,05	5,04	5,04	5,05	5,06	5,08	5,10	–	5,03	5,04	5,03	–	5,02	5,03	5,04	5,01	5,01	5,00
6,08	6,09	–	–	6,05	6,04	6,04	6,05	6,06	6,08	6,10	–	6,03	6,04	6,03	–	6,02	6,03	6,04	6,01	6,01	6,00
7,09	7,10	–	–	7,06	7,05	7,05	7,06	7,08	7,10	–	7,03	7,04	7,05	7,03	7,02	7,03	–	7,05	7,01	7,01	7,00
8,09	8,10	–	–	8,06	8,05	8,05	8,06	8,08	8,10	–	8,03	8,04	8,05	8,03	8,02	8,03	–	8,05	8,01	8,01	8,00
9,09	9,10	–	–	9,06	9,05	9,05	9,06	9,02	9,10	–	9,03	9,04	9,05	9,03	9,02	9,03	–	9,05	9,01	9,01	9,00
10,09	10,10	–	–	10,06	10,05	10,05	10,06	10,08	10,10	–	10,03	10,04	10,05	10,03	10,02	10,03	–	10,05	10,01	10,01	10,00
–	–	–	–	–	11,06	–	11,08	11,10	–	–	11,04	11,05	11,06	–	–	11,03	11,04	11,06	11,01	–	11,00
–	–	–	–	–	12,06	–	12,08	12,10	–	–	12,04	12,05	12,06	–	–	12,03	12,04	12,06	12,01	–	12,00
H6	**H7**	**H8**	**H9**	**H10**	**H11**	**H12**	**H13**	**J6**	**J7**	**J8**	**JS7**	**JS8**	**JS9**	**K6**	**K7**	**K8**	**M6**	**M7**	**M8**	**N6**	**N7**
1,00	–	1,01	–	1,02	1,04	1,06	1,09	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	–	–	0,99	–	–	0,99	0,99	0,99
2,00	–	2,01	–	2,02	2,04	2,06	2,09	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	–	–	1,99	–	–	1,99	1,99	1,99
3,00	–	3,01	–	3,02	3,04	3,06	3,09	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	–	–	2,99	–	–	2,99	2,99	2,99
4,00	–	4,01	4,02	4,03	4,05	4,08	–	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,99	–	3,99	3,99	3,99
5,00	–	5,01	5,02	5,03	5,05	5,08	–	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,99	–	4,99	4,99	4,99
6,00	–	6,01	6,02	6,03	6,05	6,08	–	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,99	–	5,99	5,99	5,99
7,00	7,01	7,01	7,02	7,04	7,06	7,10	–	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	–	–	7,00	7,00	6,99	6,99	6,99	–	6,99
8,00	8,01	8,01	8,02	8,04	8,06	8,10	–	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	–	–	8,00	8,00	7,99	7,99	7,99	–	7,99
9,00	9,01	9,01	9,02	9,04	9,06	9,10	–	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	–	–	9,00	9,00	8,99	8,99	8,99	–	8,99
10,00	10,01	10,02	10,02	10,04	10,06	10,10	–	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	–	–	10,00	10,00	9,99	9,99	9,99	–	9,99
–	11,01	11,02	11,03	11,05	11,07	–	–	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	–	–	11,00	11,00	10,99	10,99	10,99	–	10,99
–	12,01	12,02	12,03	12,05	12,07	–	–	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	–	–	12,00	12,00	11,99		11,99	–	11,99
N8	**P6**	**P7**	**P8**	**R6**	**R7**	**S6**	**S7**	**U6**	**U7**	**X7**	**X8**	**X9**	**Z7**	**Z8**	**Z9**	**Z10**	**ZA7**	**ZA8**	**ZA9**	**ZB8**	**ZB9**
0,99	0,99	0,99	0,99	–	–	0,98	0,98	0,98	0,98	–	0,97	0,97	0,97	0,97	–	0,96	0,96	–	–	0,95	0,95
1,99	1,99	1,99	1,99	–	–	1,98	1,98	1,98	1,98	–	1,97	1,97	1,97	1,97	–	1,96	1,96	–	–	1,95	1,95
2,99	2,99	2,99	2,99	–	–	2,98	2,98	2,98	2,98	–	2,97	2,97	2,97	2,97	–	2,96	2,96	–	–	2,95	2,95
3,99	–	–	3,98	–	–	3,98	3,98	–	–	3,97	–	3,96	3,96	3,96	3,95	3,95	3,96	–	–	3,94	3,94
4,99	–	–	4,98	–	–	4,98	4,98	–	–	4,97	–	4,96	4,96	4,96	4,95	4,95	4,96	–	–	4,94	4,94
5,99	–	–	5,98	–	–	5,98	5,98	–	–	5,97	–	5,96	5,96	5,96	5,95	5,95	5,96	–	–	5,94	5,94
6,99	–	–	–	6,98	6,98	–	–	6,97	6,97	–	6,96	6,95	6,95	6,95	–	6,94	6,94	6,94	–	–	6,92
7,99	–	–	–	7,98	7,98	–	–	7,97	7,97	–	7,96	7,95	7,95	7,95	–	7,94	7,94	7,94	–	–	7,92
8,99	–	–	–	8,98	8,98	–	–	8,97	8,97	–	8,96	8,95	8,95	8,95	–	8,94	8,94	8,94	–	–	8,92
9,99	–	–	–	9,98	9,98	–	–	9,97	9,97	–	9,96	9,95	9,95	9,95	–	9,94	9,94	9,94	–	–	9,92
10,99	10,98	10,98	10,97	–	–	10,97	10,97	–	–	10,96	10,95	–	10,95	10,94	–	10,93	–	10,93	–	10,90	10,90
11,99	11,98	11,98	11,97	–	–	11,97	11,97	–	–	11,96	11,95	–	11,95	11,94	–	11,93	–	11,93	–	11,90	11,90

Tabela 6.4 Pasowania do rozwiertaka maszynowego 1/100

8.2 Określanie naddatku na rozwiercanie

Głębokość skrawania jest dobierana w zależności od średnicy i narzędzia jako **naddatek na rozwiercanie** (*Tabela 6.5*). Tak np. przy wstępnym wierceniu w stali otworu o średnicy 20 mm należy dobrać naddatek wynoszący 0,2 mm, co odpowiada głębokości skrawania 0,1 mm. Głębokość skrawania musi przy tym zapewnić chropowatość powierzchni oraz grubość warstwy, która odpowiada minimalnej grubości warstwy skrawanej przy rozwiercaniu h_{min} (patrz poprzedni opis).

Grupa materiałowa	Zakres średnic otworu [mm]				
	3 do 5	5 do 10	10 do 20	20 do 30	30 do 50
1.0/ 1.1/ 2.0/ 3.0/ 5.0/ 8.0/ 13.0/ 13.1/	0,1 – 0,2	0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5
2.1/ 3.1/ 3.2/ 4.0/ 4.1/ 6.0/ 6.1/ 7.0/ 7.1/ 8.1/ 8.2/ 9.0/ 13.2/ 13.3/ 14.0	0,1 – 0,2	0,2	0,2	0,3	0,3 – 0,4
15.0/ 15.1	0,1 – 0,2	0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5
15.2/ 15.3	0,1 – 0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
18.0	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5	0,5
18.1/18.2/ 18.3/ 18.4/ 18.5/ 18.6	0,1 – 0,2	0,2	0,2 - 0,3	0,3	0,3 - 0,4
17.0/ 17.1/ 17.2	0,1 – 0,2	0,2 – 0,3	0,3 – 0,4	0,4 – 0,5	0,5

Tabela 6.5 Naddatki na rozwiercanie przy użyciu monolitycznych rozwiertaków HSS

Przy zastosowaniu rozwiertaków z **ostrzami śrubowymi** należy zwiększyć wartości podane w *Tabeli 6.5* co najmniej o 50%. W przypadku użycia rozwiertaków o korpusie z rowkami albo z osadzonymi nożami należy zmniejszyć naddatek na rozwiercanie. Naddatki podane w tabeli dotyczą otworu, który jest rozwiercany w jednej operacji, przy zastosowaniu monolitycznych rozwiertaków HSS.

Przy zastosowaniu **rozwiertaków uzbrojonych w płytki ze stopów twardych** obowiązują naddatki na rozwiercanie podane w *Tabeli 6.6*.

Grupa materiałowa	Zakres średnic otworu [mm]				
	3 do 5	5 do 10	10 do 20	20 do 30	30 do 50
1.0/ 1.1/ 2.0/ 2.1/ 3.0/ 3.1/ 3.2/ 4.0/ 4.1/ 5.0/ 6.0/ 6.1/ 7.0/ 7.1/ 8.0/ 8.1/ 8.2/ 9.0/ 13.0/ 13.1/ 13.2/	0,12 – 0,2	0,12 - 0,25	0,25 – 0,3	0,3 – 0,35	0,35 – 0,45
10.0/ 10.1/ 10.2/ 11.0/ 11.1/ 12.0/ 13.3/ 14.0/	0,1	0,1	0,1 – 0,15	0,1 – 0,2	0,15 – 0,2
15.0/ 15.1/15.2/ 15.3/ 16.0/ 16.1	0,15 – 0,25	0,15 – 0,25	0,25 – 0,3	0,3 – 0,4	0,5
17.0/ 17.1/ 17.2/ 18.0/ 18.1/ 18.2/ 18.3/ 18.4/ 18.5/ 18.6	0,15 – 0,25	0,15 – 0,3	0,3 – 0,35	0,35 – 0,45	0,45 – 0,55

Tabela 6.5 Naddatki na rozwiercanie przy użyciu monolitycznych rozwiertaków HSS

8.3 Przykład posługiwania się tabelami wytycznych technologicznych

Zadanie do obróbki:

Rozwiercanie otworów o średnicy D = 10 mm, w materiale X210Cr12.

Sposób wykonania:

1. Dobór narzędzia do rozwiercania z katalogu głównego — Nr Ho. 16 3500, D = 10 mm
2. Dobór grupy materiałowej (rozdział „Materiały", podrozdział 1.) — Grupa mat. 8.2
3. Dobór parametrów skrawania:
   - 3.1 Wybór tabeli wytycznych technologicznych — Tabela 6.8
     Narzędzie 16 3500 → rozwiertak maszynowy HSS/E (powlekany TiN)
   - 3.2 Dobór parametrów skrawania

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			∅ 5			∅ 8			∅ 10		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	Start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	14	15	16	0,15	955	143	0,20	597	116	0,23	477	107
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	8	9,5	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
2.0	Stale automatowe	< 850	8	9,5	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	5	7	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	<700	11	12	14	0,15	764	115	0,20	477	93	0,23	382	86
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	8	9,5	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	5	7	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	4	5	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	4	5	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	<750	8	9,5	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	5	7	9	0,12	446	53	0,15	379	42	0,15	223	33
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	4	5	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
7.0	Stale do azotowania	< 1000	5	7	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
7.1	Stale do azotowania	> 1000	4	5	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
8.0	Stale narzędziowe	< 850	8	9,5	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	5	7	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	4	5	7	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	5	7	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	

Prędkość skrawania: Wartość początkowa v_c = **5 m/min** Zakres: 4 ... 7 m/min

Posuw: f = **0,15 mm/obr.**

Prędkość obrotowa: n = **159 obr./min**

Prędkość posuwu: v_f = **24 mm/min**

Tabela 6.7 GARANT Rozwiertaki maszynowe (HSS i HSS/E)

Numery katalogowe 161600; 161650; 162800; 162900; 163000; 163180; 164000; 164180; 164300; 164305
DIN 208; 212; norma zakładowa

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			∅ 5			∅ 8			∅ 10		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	10	11	12	0,10	700	70	0,13	438	57	0,15	350	53
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	6	7	8	0,10	446	45	0,13	279	36	0,15	223	33
2.0	Stale automatowe	< 850	6	7	8	0,10	446	45	0,13	279	36	0,15	223	33
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	4	5	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	8	9	10	0,10	573	57	0,13	358	47	0,15	286	43
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	6	7	8	0,10	446	45	0,13	279	36	0,15	223	33
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	4	5	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	3	4	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	3	4	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	6	7	8	0,10	446	45	0,13	279	36	0,15	223	33
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	4	5	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	3	4	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
7.0	Stale do azotowania	< 1000	4	5	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
7.1	Stale do azotowania	> 1000	3	4	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
8.0	Stale narzędziowe	< 850	6	7	8	0,10	446	20	0,13	279	36	0,15	223	33
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	4	5	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	3	4	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	4	5	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	3	4	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	3	4	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	6	7	8	0,10	446	45	0,13	279	36	0,15	223	33
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	6	7	8	0,10	446	45	0,13	279	36	0,15	223	33
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	4	5	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	4	5	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
14.0	Stopy specjalne	< 1200	3	4	5	0,08	255	20	0,10	159	16	0,10	127	13
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	8	9	10	0,18	573	103	0,20	358	72	0,23	286	66
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	4	5	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,17	159	27
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	8	9	10	0,18	573	103	0,20	358	72	0,23	286	66
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	6	7	8	0,15	446	67	0,18	279	50	0,20	223	45
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	4	5	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	4	5	6	0,08	318	25	0,10	199	20	0,10	159	16
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	15	18	20	0,15	1146	172	0,18	716	129	0,20	573	115
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		10	13	15	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		10	11	12	0,15	700	105	0,18	438	79	0,20	350	70
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	8	10	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	12	13	14	0,20	828	166	0,25	517	129	0,30	414	124
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	10	11	12	0,20	700	140	0,25	438	109	0,30	350	105
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	12	13	14	0,20	828	166	0,25	517	129	0,30	414	124
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	12	13	14	0,20	828	166	0,25	517	129	0,30	414	124
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	10	11	12	0,20	700	140	0,25	438	109	0,30	350	105
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	10	11	12	0,20	700	140	0,25	438	109	0,30	350	105
19.0	Grafit		8	9	10	0,18	573	103	0,20	358	72	0,23	286	66
20.0	Termoplasty			–			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	





∅ 15			∅ 20			∅ 25			∅ 30			∅ 40			∅ 50			Środek chłodząco-smarujący
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,20	233	47	0,25	175	44	0,25	140	35	0,30	117	35	0,35	88	31	0,40	70	28	olej rzepak./emuls.
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	olej rzepak./emuls.
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	olej rzepak./emuls.
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	olej rzepak./emuls.
0,20	191	38	0,25	143	36	0,25	115	29	0,30	95	29	0,35	72	25	0,40	57	23	olej rzepak./emuls.
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	olej rzepak./emuls.
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	olej rzepak./emuls.
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	olej rzepak./emuls.
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	olej rzepak./emuls.
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	olej rzepak./emuls.
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	olej rzepak./emuls.
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	olej rzepak./emuls.
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	olej rzepak./emuls.
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	olej rzepak./emuls.
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	olej rzepak./emuls.
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	olej rzepak./emuls.
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	olej rzepak./emuls.
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	olej rzepak./emuls.
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	emulsja
	–			–			–			–			–			–		–
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	emulsja
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	emulsja
0,20	149	30	0,25	111	28	0,25	89	22	0,30	74	22	0,35	56	19	0,40	45	18	emulsja
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	emulsja
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	emulsja
0,15	85	13	0,20	64	13	0,25	51	13	0,30	42	13	0,35	32	11	0,40	25	10	emulsja
0,25	191	48	0,30	143	43	0,30	115	34	0,35	95	33	0,40	72	29	0,58	57	33	na sucho/olej rzep.
0,20	106	21	0,25	80	20	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	na sucho/olej rzep.
0,25	191	48	0,30	143	43	0,30	115	34	0,35	95	33	0,40	72	29	0,58	57	33	na sucho/emulsja
0,20	149	30	0,25	111	28	0,30	89	27	0,35	74	26	0,40	56	22	0,40	45	18	na sucho/emulsja
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	emulsja
0,15	106	16	0,20	80	16	0,25	64	16	0,30	53	16	0,35	40	14	0,40	32	13	emulsja
0,25	382	95	0,30	286	86	0,30	229	69	0,35	191	67	0,40	143	57	0,40	115	46	emulsja
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,40	83	33	emulsja
0,25	233	58	0,30	175	53	0,30	140	42	0,35	117	41	0,40	88	35	0,40	70	28	emulsja
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,45	64	29	emulsja
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	na sucho/emulsja
0,35	233	82	0,40	175	70	0,40	140	56	0,45	117	53	0,50	88	44	0,60	70	42	na sucho/emulsja
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	na sucho/emulsja
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	na sucho/emulsja
0,35	233	82	0,40	175	70	0,40	140	56	0,45	117	53	0,50	88	44	0,60	70	42	na sucho/emulsja
0,35	233	82	0,40	175	70	0,40	140	56	0,45	117	53	0,50	88	44	0,60	70	42	na sucho/emulsja
0,25	191	48	0,30	143	43	0,30	115	34	0,35	95	33	0,40	72	29	0,58	57	33	na sucho
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabela 6.8 GARANT Rozwiertaki maszynowe HSS/E (powlekane TiN)

Numer katalogowy 163500
DIN 208; 212

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			∅ 5			∅ 8			∅ 10		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	14	15	16	0,15	955	143	0,20	597	116	0,23	477	107
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	8	9,5	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
2.0	Stale automatowe	< 850	8	9,5	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	5	7	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	11	12	14	0,15	764	115	0,20	477	93	0,23	382	86
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	8	9,5	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	5	7	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	4	5	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	4	5	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	8	9,5	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	5	7	9	0,12	446	53	0,15	379	42	0,15	223	33
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	4	5	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
7.0	Stale do azotowania	< 1000	5	7	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
7.1	Stale do azotowania	> 1000	4	5	6	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
8.0	Stale narzędziowe	< 850	8	9,5	11	0,15	605	91	0,20	378	74	0,23	302	68
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	5	7	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	4	5	7	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	5	7	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	4	5	7	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	4	5	7	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700		–			–			–			–	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		–			–			–			–	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–			–			–			–	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		–			–			–			–	
14.0	Stopy specjalne	< 1200	4	5	7	0,12	318	38	0,15	199	30	0,15	159	24
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	11	12	14	0,27	764	206	0,30	477	143	0,35	382	132
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	5	7	9	0,18	446	80	0,23	279	63	0,26	223	57
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	11	12	14	0,27	764	206	0,30	477	143	0,35	382	132
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	8	9,5	11	0,23	605	136	0,27	378	102	0,30	302	91
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	5	7	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	5	7	9	0,12	446	53	0,15	279	42	0,15	223	33
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350		–			–			–			–	
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			–			–			–			–	
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			–			–			–			–	
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	11	14	16	0,23	891	201	0,27	557	150	0,30	446	134
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	16	18	19	0,30	1146	344	0,38	716	269	0,45	573	258
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	14	15	16	0,30	955	286	0,38	597	224	0,45	477	215
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	16	18	19	0,30	1146	344	0,38	716	269	0,45	573	258
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	16	18	19	0,30	1146	344	0,38	716	269	0,45	573	258
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	14	15	16	0,30	955	286	0,38	597	224	0,45	477	215
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	14	15	16	0,30	955	286	0,38	597	224	0,45	477	215
19.0	Grafit		11	12	14	0,27	764	206	0,30	477	143	0,35	382	132
20.0	Termoplasty			–			–			–			–	
20.1	Duroplasty			–			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	



∅ 15			∅ 20			∅ 25			∅ 30			∅ 40			∅ 50			Środek chłodząco-smarujący
f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f	
[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	
0,30	318	95	0,38	239	90	0,38	191	72	0,45	159	72	0,53	119	63	0,60	95	57	olej rzepak./emuls.
0,30	202	60	0,38	151	57	0,38	121	45	0,45	101	45	0,53	76	40	0,60	60	36	olej rzepak./emuls.
0,30	202	60	0,38	151	57	0,38	121	45	0,45	101	45	0,53	76	40	0,60	60	36	olej rzepak./emuls.
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	olej rzepak./emuls.
0,30	255	76	0,38	191	72	0,38	153	57	0,45	127	57	0,53	95	50	0,60	76	46	olej rzepak./emuls.
0,30	202	60	0,38	151	57	0,38	121	45	0,45	101	45	0,53	76	40	0,60	60	36	olej rzepak./emuls.
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	olej rzepak./emuls.
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	olej rzepak./emuls.
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	olej rzepak./emuls.
0,30	202	60	0,38	151	57	0,38	121	45	0,45	101	45	0,53	76	40	0,60	60	36	olej rzepak./emuls.
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	53	33	0,53	40	29	0,60	32	27	olej rzepak./emuls.
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	74	24	0,53	56	21	0,60	45	19	olej rzepak./emuls.
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	olej rzepak./emuls.
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	olej rzepak./emuls.
0,30	202	60	0,38	151	57	0,38	121	45	0,45	101	45	0,53	76	40	0,60	60	36	olej rzepak./emuls.
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	olej rzepak./emuls.
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	olej rzepak./emuls.
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	olej rzepak./emuls.
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	emulsja
	–			–			–			–			–			–		–
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	emulsja
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,23	106	24	0,30	80	24	0,38	64	24	0,45	53	24	0,53	40	21	0,60	32	19	emulsja
0,38	255	95	0,45	191	86	0,45	153	69	0,53	127	67	0,60	95	57	0,87	76	66	na sucho/olej rzep.
0,30	149	45	0,38	111	42	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	na sucho/olej rzep.
0,38	255	95	0,45	191	86	0,45	153	69	0,53	127	67	0,60	95	57	0,87	76	66	na sucho/emulsja
0,30	202	60	0,38	151	57	0,45	121	54	0,53	101	53	0,60	76	45	0,60	60	36	na sucho/emulsja
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	emulsja
0,23	149	33	0,30	111	33	0,38	89	33	0,45	74	33	0,53	56	29	0,60	45	27	emulsja
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,38	297	111	0,45	223	100	0,45	178	80	0,53	149	78	0,60	111	67	0,68	89	60	emulsja
0,53	382	201	0,60	286	172	0,60	229	138	0,68	191	129	0,75	143	107	0,90	115	103	na sucho/emulsja
0,53	318	167	0,60	239	143	0,60	191	115	0,68	159	107	0,75	119	90	0,90	95	86	na sucho/emulsja
0,53	382	201	0,60	286	172	0,60	229	138	0,68	191	129	0,75	143	107	0,90	115	103	na sucho/emulsja
0,53	382	201	0,60	286	172	0,60	229	138	0,68	191	129	0,75	143	107	0,90	115	103	na sucho/emulsja
0,53	318	167	0,60	239	143	0,60	191	115	0,68	159	107	0,75	119	90	0,90	95	86	na sucho/emulsja
0,53	318	167	0,60	239	143	0,60	191	115	0,68	159	107	0,75	119	90	0,90	95	86	na sucho/emulsja
0,38	255	95	0,45	191	86	0,45	153	69	0,53	127	67	0,60	95	57	0,87	76	66	na sucho
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabela 6.9 GARANT Rozwiertaki maszynowe (w całości ze stopów twardych, uzbrojone w płytki ze stopów twardych)

Numer katalogowy 164340; 164500; 164510; 164800; 164810
DIN norma zakładowa; 8093; 8094; 8050; 8051

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			∅ 5			∅ 8			∅ 10		
						f	n	v_f	f	n	v_f	f	n	v_f
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	10	13	15	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	8	10	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
2.0	Stale automatowe	< 850	8	10	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	7	8	9	0,15	509	76	0,18	318	57	0,20	255	51
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	10	13	15	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	8	10	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	7	8	9	0,15	509	76	0,18	318	57	0,20	255	51
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	8	10	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	6	8	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	10	13	15	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	8	10	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	6	8	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
7.0	Stale do azotowania	< 1000	8	10	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
7.1	Stale do azotowania	> 1000	6	8	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
8.0	Stale narzędziowe	< 850	8	10	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	6	8	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	5	6	7	0,12	382	46	0,15	239	36	0,15	191	29
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	5	6	7	0,12	382	46	0,15	239	36	0,15	191	29
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	6	8	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	6	8	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	10	13	15	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	10	13	15	0,15	828	124	0,18	517	93	0,20	414	83
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	8	10	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	6	8	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
14.0	Stopy specjalne	< 1200	6	8	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
15.0	Żeliwo (GG	< 180 HB	8	10	15	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	6	8	12	0,12	509	61	0,15	318	48	0,20	255	51
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	8	10	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	8	10	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	8	10	12	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	6	8	10	0,12	509	61	0,15	318	48	0,15	255	38
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	20	25	30	0,20	1592	318	0,26	995	259	0,30	796	239
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		15	20	30	0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		15	20	30	0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	20	25	30	0,30	1592	477	0,36	995	358	0,40	796	318
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	15	20	25	0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	15	20	25	0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	15	20	25	0,20	1273	255	0,26	796	207	0,30	637	191
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	10	13	15	0,20	828	166	0,26	517	134	0,30	414	124
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	10	13	15	0,20	828	166	0,26	517	134	0,30	414	124
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	8	10	15	0,20	637	127	0,26	398	103	0,30	318	95
19.0	Grafit		8	10	15	0,15	637	95	0,18	398	72	0,20	318	64
20.0	Termoplasty		15	20	30	0,22	1373	285	0,22	796	178	0,22	637	143
20.1	Duroplasty			–			–			–			–	
20.2	GFK i CFK			–			–			–			–	





∅ 15			∅ 20			∅ 25			∅ 30			∅ 40			∅ 50			Środek chłodząco--smarujący
f [mm/obr.]	n [1/min]	v_f [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	v_f [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	v_f [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	v_f [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	v_f [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	v_f [mm/min]	
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	olej rzepak./emuls.
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	olej rzepak./emuls.
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	olej rzepak./emuls.
0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102	31	0,35	85	30	0,40	64	25	0,50	51	25	olej rzepak./emuls.
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	olej rzepak./emuls.
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	olej rzepak./emuls.
0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102	31	0,35	85	30	0,40	64	25	0,50	51	25	olej rzepak./emuls.
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	olej rzepak./emuls.
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	olej rzepak./emuls.
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	olej rzepak./emuls.
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	olej rzepak./emuls.
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	olej rzepak./emuls.
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	olej rzepak./emuls.
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	olej rzepak./emuls.
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	olej rzepak./emuls.
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	olej rzepak./emuls.
0,18	127	23	0,20	95	19	0,20	76	15	0,25	64	16	0,30	48	14	0,40	38	15	olej rzepak./emuls.
0,18	127	23	0,20	95	19	0,20	76	15	0,25	64	16	0,30	48	14	0,40	38	15	olej rzepak./emuls.
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	emulsja
	–			–			–			–			–			–		
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	emulsja
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	emulsja
0,25	276	69	0,30	207	62	0,30	166	50	0,35	138	48	0,40	103	41	0,50	83	41	emulsja
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	emulsja
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	emulsja
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	emulsja
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,45	106	48	0,50	80	40	0,60	64	38	na sucho/olej rzep.
0,25	170	42	0,30	127	38	0,30	102	31	0,35	85	30	0,40	64	25	0,50	51	25	na sucho/olej rzep.
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	na sucho/emulsja
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	na sucho/emulsja
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,35	106	37	0,40	80	32	0,50	64	32	emulsja
0,18	170	31	0,20	127	25	0,20	102	20	0,25	85	21	0,30	64	19	0,40	51	20	emulsja
0,35	531	186	0,40	398	159	0,40	318	127	0,45	265	119	0,50	199	99	0,60	159	95	emulsja
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	emulsja
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	emulsja
0,45	531	239	0,50	398	199	0,50	318	159	0,55	265	146	0,60	199	119	0,70	159	111	emulsja
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	na sucho/emulsja
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	na sucho/emulsja
0,35	424	149	0,40	318	127	0,40	255	102	0,45	212	95	0,50	159	80	0,60	127	76	na sucho/emulsja
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	na sucho/emulsja
0,35	276	97	0,40	207	83	0,40	166	66	0,45	138	62	0,50	103	52	0,60	83	50	na sucho/emulsja
0,35	212	74	0,40	159	64	0,40	127	51	0,45	106	48	0,50	80	40	0,60	64	38	na sucho/emulsja
0,25	212	53	0,30	159	48	0,30	127	38	0,45	106	48	0,50	80	40	0,60	64	38	na sucho
0,22	424	138	0,32	318	103	0,32	255	83	0,32	212	69	0,32	159	52	0,32	127	41	emulsja
	–			–			–			–			–			–		–
	–			–			–			–			–			–		–

Tabela 6.10 GARANT Rozwiertaki VHM HPC

Numer katalogowy **164360; 164390**



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			do ∅ 5		do ∅ 8		do ∅ 10		do ∅ 15		do ∅ 20	
						f	n	f	n	f	n	f	n	f	n
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/obr.]	[1/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	18	25	32	0,20	1592	0,25	995	0,30	796	0,40	531	0,60	398
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	10	15	20	0,20	955	0,25	597	0,30	477	0,40	318	0,60	239
2.0	Stale automatowe	< 850	18	25	32	0,20	1592	0,25	995	0,30	796	0,40	531	0,60	398
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	14	20	26	0,20	1273	0,25	796	0,30	637	0,40	424	0,60	318
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	10	15	20	0,20	955	0,25	597	0,30	477	0,40	318	0,60	239
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	10	15	20	0,20	955	0,25	597	0,30	477	0,40	318	0,60	239
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	14	20	26	0,15	1273	0,20	796	0,25	637	0,30	424	0,50	318
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	10	15	20	0,15	955	0,20	597	0,25	477	0,30	318	0,50	239
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	10	15	20	0,15	955	0,20	597	0,25	477	0,30	318	0,50	239
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	10	15	20	0,20	955	0,25	597	0,30	477	0,40	318	0,60	239
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	10	15	20	0,20	955	0,25	597	0,30	477	0,40	318	0,60	239
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	10	15	20	0,15	955	0,20	597	0,25	477	0,30	318	0,50	239
7.0	Stale do azotowania	< 1000	14	20	26	0,20	1273	0,25	796	0,30	637	0,40	424	0,60	318
7.1	Stale do azotowania	> 1000	10	15	20	0,15	955	0,20	597	0,25	477	0,30	318	0,50	239
8.0	Stale narzędziowe	< 850	14	20	26	0,20	1273	0,25	796	0,30	637	0,40	424	0,60	318
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	10	15	20	0,15	955	0,20	597	0,25	477	0,30	318	0,50	239
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	7	10	13	0,15	637	0,20	398	0,25	318	0,30	212	0,50	159
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	10	15	20	0,15	955	0,20	597	0,25	477	0,30	318	0,50	239
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–		–		–		–		–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–		–		–		–		–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–		–		–		–		–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	7	10	13	0,15	637	0,20	398	0,25	318	0,30	212	0,50	159
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–		–		–		–		–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	7	10	13	0,15	637	0,20	398	0,25	318	0,30	212	0,50	159
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700		–			–		–		–		–		–
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		–			–		–		–		–		–
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–			–		–		–		–		–
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		–			–		–		–		–		–
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–		–		–		–		–
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	22	30	38	0,20	1910	0,25	1194	0,30	955	0,40	637	0,60	477
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	22	30	38	0,20	1910	0,25	1194	0,30	955	0,40	637	0,60	477
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	18	25	32	0,20	1592	0,25	995	0,30	796	0,40	531	0,60	398
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	18	25	32	0,20	1592	0,25	995	0,30	796	0,40	531	0,60	398
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	9	12	15	0,15	764	0,20	477	0,25	382	0,30	255	0,50	191
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	7	10	13	0,12	509	0,15	318	0,20	255	0,25	170	0,35	127
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	60	80	100	0,20	5093	0,25	3183	0,30	2546	0,40	1698	0,60	1273
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		60	80	100	0,20	5093	0,25	3183	0,30	2546	0,40	1698	0,60	1273
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		60	80	100	0,20	5093	0,25	3183	0,30	2546	0,40	1698	0,60	1273
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	60	80	100	0,30	5093	0,35	3183	0,40	2546	0,50	1698	0,60	1273
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	60	80	100	0,20	5093	0,25	3183	0,30	2546	0,40	1698	0,60	1273
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	60	40	50	0,20	2546	0,25	1592	0,30	1273	0,40	849	0,60	637
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	60	80	100	0,20	5093	0,25	3183	0,30	2546	0,40	1698	0,60	1273
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	60	80	100	0,20	5093	0,25	3183	0,30	2546	0,40	1698	0,60	1273
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	30	40	50	0,20	2546	0,25	1592	0,30	1273	0,40	849	0,60	637
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	18	25	32	0,20	1592	0,25	995	0,30	796	0,40	531	0,60	398
19.0	Grafit		30	40	50	0,15	2546	0,20	1592	0,25	1273	0,30	849	0,50	637
20.0	Termoplasty		60	80	100	0,20	5093	0,25	3183	0,30	2546	0,40	1698	0,60	1273
20.1	Duroplasty		60	80	100	0,20	5093	0,25	3183	0,30	2546	0,40	1698	0,60	1273
20.2	GFK i CFK		60	80	100	0,20	5093	0,25	3183	0,30	2546	0,40	1698	0,60	1273

Wskazówka: Dla grup materiałowych 17.0 i 17.1 zalecana jest emulsja > 12%.
Podane tutaj parametry skrawania są wartościami orientacyjnymi. Wartości osiągane w rzeczywistości zależą od sztywności obrabiarki, jakości uchwytów narzędziowych i rzeczywistego bicia ostrza (wartość wymagana < 0,01 mm). Przy smarowaniu olejowym lub wysokiej zawartości oleju w emulsji mogą być również osiągnięte wyższe parametry skrawania

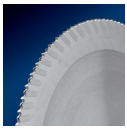
Tabela 6.11 GARANT Rozwiertaki HPC z cermetalu



Numer katalogowy 168000

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			do ∅ 5		do ∅ 8		do ∅ 10		do ∅ 15		do ∅ 20	
						f	n	f	n	f	n	f	n	f	n
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/obr.]	[1/min]	[mm/obr.]	[1/min]
1.0	**Stale konstr. ogóln. przeznaczenia**	**< 500**	95	**120**	145	0,20	7639	0,35	4775	0,50	3820	0,70	2546	1,00	1910
1.1	**Stale konstr. ogóln. przeznaczenia**	**500 – 850**	75	**100**	125	0,20	6366	0,35	3979	0,50	3183	0,70	2122	1,00	1592
2.0	**Stale automatowe**	**< 850**	140	**180**	220	0,20	11459	0,35	7162	0,50	5730	0,70	3820	1,00	2865
2.1	**Stale automatowe**	**850 – 1000**	110	**150**	190	0,15	9549	0,30	5968	0,40	4775	0,60	3183	0,80	2387
3.0	**Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.**	**<700**	95	**120**	145	0,20	7639	0,35	4775	0,50	3820	0,70	2546	1,00	1910
3.1	**Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.**	**700 – 850**	95	**120**	145	0,20	7639	0,35	4775	0,50	3820	0,70	2546	1,10	1910
3.2	**Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.**	**850 – 1000**	75	**100**	125	0,15	6366	0,30	3979	0,40	3183	0,60	2122	0,80	1592
4.0	**Stopowe stale do ulepsz. ciepln.**	**850 – 1000**	75	**100**	125	0,15	6366	0,30	3979	0,40	3183	0,60	2122	0,80	1592
4.1	**Stopowe stale do ulepsz. ciepln.**	**1000 – 1200**	–			–		–		–		–		–	
5.0	**Niestopowe stale do nawęglania**	**<750**	110	**150**	190	0,20	9549	0,35	5968	0,50	4775	0,70	3183	1,00	2387
6.0	**Stopowe stale do nawęglania**	**< 1000**	75	**100**	125	0,15	6366	0,30	3979	0,40	3183	0,60	2122	0,80	1592
6.1	**Stopowe stale do nawęglania**	**> 1000**	–			–		–		–		–		–	
7.0	**Stale do azotowania**	**< 1000**	75	**100**	125	0,15	6366	0,30	3979	0,40	3183	0,60	2122	0,80	1592
7.1	**Stale do azotowania**	**> 1000**	–			–		–		–		–		–	
8.0	**Stale narzędziowe**	**< 850**	75	**100**	125	0,20	6366	0,35	3979	0,50	3183	0,70	2122	1,00	1592
8.1	**Stale narzędziowe**	**850 – 1100**	75	**100**	125	0,15	6366	0,30	3979	0,40	3183	0,60	2122	0,80	1592
8.2	**Stale narzędziowe**	**1100 – 1400**	–			–		–		–		–		–	
15.0	**Żeliwo (GG)**	**< 180 HB**	–			–		–		–		–		–	
15.1	**Żeliwo (GG)**	**> 180 HB**	–			–		–		–		–		–	
15.2	**Żeliwo (GGG, GT)**	**> 180 HB**	95	**120**	145	0,20	7639	0,35	4775	0,50	3820	0,70	2546	1,00	1910
15.3	**Żeliwo (GGG, GT)**	**> 260 HB**	–			–		–		–		–		–	

Wskazówka: Podane tutaj parametry skrawania są wartościami orientacyjnymi. Wartości osiągane w rzeczywistości zależą od sztywności obrabiarki, jakości uchwytów narzędziowych i od rzeczywistego bicia ostrza (wartość wymagana < 0,01 mm).



Spis treści

Wykaz tabel - wytyczne technologiczne do cięcia 374

1 Metoda 375

2 Dokładności uzyskiwane przy cięciu 375

3 Parametry skrawania i warstwy skrawanej przy cięciu 376

4 Siły i zapotrzebowanie mocy przy cięciu 378

5 Obliczanie czasu głównego dla cięcia 378

6 Narzędzia do cięcia 380

6.1 Kąty i podziałka zębów piły 380
6.2 Kształty zębów i zakresy stosowania 380
6.2.1 Piły tarczowe 380
6.2.2 Piły taśmowe 381
6.3 Informacje na temat pił taśmowych 384

7 Przyczyny usterek przy cięciu 385

7.1 Usterki przy cięciu piłami tarczowymi i sposoby usunięcia usterek 385
7.2 Usterki przy cięciu piłami taśmowymi i sposoby usunięcia usterek 386

8 Wytyczne do cięcia 388

Wykaz tabel - wytyczne technologiczne do cięcia

Rodzaj brzeszczotu	Materiał narzędzia / powłoka	Nr tabeli	Strona
Brzeszczoty do pił taśmowych do metalu	HSS/Bimetal	7.8	389
Piły tarczowe	HSS	7.9	390
		7.10	392
	VHM	7.11	393

1 Metoda

Najważniejszym zadaniem cięcia jest przecinanie i skracanie prętów i kształtowników oraz wykonywanie wycięć. Do tego celu stosuje się najczęściej używane w praktyce metody cięcia:

- cięcie na piłach tarczowych,
- cięcie na piłach taśmowych,
- cięcie na piłach ramowych.

2 Dokładności uzyskiwane przy cięciu

W ramach dokładności uzyskiwanych przy cięciu (*Tabela 7.1*) można rozróżnić:

- dokładność wymiaru długości (powtarzalność wymiaru długościowego),
- dokładność kąta (kąt odniesiony do 100 mm grubości materiału przecinanego).

Oceniana cecha	Cięcie na piłach tarczowych	Cięcie na piłach taśmowych	Cięcie na piłach ramowych
Dokładność wymiaru długości [mm]	± 0,15 ... 0,2	± 0,2 ... 0,3	± 0,2 ... 0,25
Dokładność kąta na 100 mm grubości materiału przecinanego	± 0,15 ... 0,3	Ostrość normalna: ± 0,15 Pod koniec okresu trwałości: ± 0,5	± 0,2 ... 0,3

Tabela 7.1 Dokładności osiągane przy cięciu

3 Parametry skrawania i warstwy skrawanej przy cięciu

Ponieważ przy cięciu kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej $\kappa = 90°$, więc grubość warstwy skrawanej h odpowiada posuwowi na ząb f_z, a szerokość warstwy skrawanej odpowiada głębokości skrawania a_p.

$$h = f_z \qquad b = a_p$$

Posuw na ząb b f_z oblicza się z zależności

$$A_s = v_f \cdot l \quad \text{i} \quad T = \frac{l_B}{z}$$

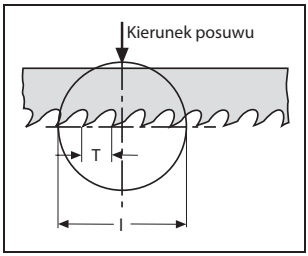
w sposób następujący:

- przy **cięciu na piłach tarczowych:**

$$f_z = \frac{A_S \cdot D \cdot \pi}{l \cdot v_C \cdot z \cdot 1000} = \frac{v_f \cdot D \cdot \pi}{v_C \cdot z \cdot 1000} \qquad \text{(równ. 7.1)}$$

- przy **cięciu na piłach taśmowych:**

$$f_z = \frac{A_S \cdot T}{l \cdot v_C \cdot 1000} = \frac{v_f \cdot l_B}{v_C \cdot z \cdot 1000} \qquad \text{(równ. 7.2)}$$



f_z	posuw na ząb [mm/ząb]
A_s	jednostkowa pow. skrawania [mm^2/min] (por. *Tab. 7.3*)
l	długość cięcia [mm]
l_B	długość brzeszczotu piły taśmowej [mm]
v_C	prędkość skrawania [m/min]
v_f	prędkość posuwu [mm/min]
z	liczba zębów piły
D	średnica piły [mm]
T	podziałka zębów [mm]

Rys. 7.1 Warunki styku narzędzia z obrabianym przedmiotem przy cięciu piłą taśmową

Materiał	Posuw na ząb (długość warstwy skrawanej) f_z [mm/ząb]
Stal niskostopowa	0,005–0,008
Stal stopowa	0,004–0,008
Stal narzędziowa	0,002–0,005
Stal nierdzewna	0,002–0,005
Brąz / miedź	0,008–0,012
Aluminium	0,010–0,030

Tabela 7.2 Posuwy przy cięciu różnych materiałów piłą taśmową

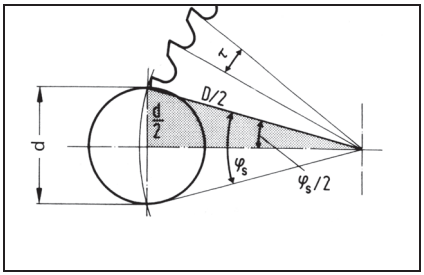
Prędkość posuwu v_f można określić przy cięciu piłami taśmowymi w sposób następujący:

$$v_f = v_c \cdot f_z \cdot Z_t \cdot 39{,}4$$

(równ. 7.3)

v_f prędkość posuwu [mm/min]
v_c prędkość skrawania [m/min]
f_Z posuw na ząb (grubość warstwy skrawanej) [mm/ząb]
Z_t średnia podziałka zębów, [3/4=(3+4):2=3,5]
39,4 wartość stała

Przy **cięciu piłami tarczowymi** pominąć niewielką różnicę pomiędzy średnią grubością warstwy skrawanej h_m a posuwem na ząb f_z. Długość cięcia przy cięciu piłami tarczowymi, zwłaszcza przy cięciu profili, można określić według zależności przedstawionych na *Rys. 7.2*. Długość cięcia jest również tutaj podawana prostopadle do kierunku posuwu.



Rys. 7.2 Warunki styczności zębów piły z przecinanym materiałem podczas cięcia piłą tarczową

Długość cięcia *l* przy cięciu piłami tarczowymi:

$$l = \frac{\pi \cdot D \cdot \varphi_S}{360°}$$

D średnica tarczy piły [mm]
φ_S kąt przyporu [°]

Maksymalna liczba zębów z_{iE} znajdujących się w styczności z obrabianym przedmiotem, istotna dla obliczenia mocy, może zostać określona z następującej zależności:

- **Przy cięciu piłami tarczowymi:**

$$Z_{iE} = \frac{\varphi_S \cdot z}{360°}$$

(równ. 7.4)

φ_S kąt przyporu [°]
z liczba zębów

- **Przy cięciu piłami taśmowymi:**

$$Z_{iE} = \frac{l}{T}$$

(równ. 7.5)

l długość cięcia [mm]
T podziałka zębów [mm]

4 Siły i zapotrzebowanie mocy przy cięciu

Zasadniczo przy cięciu obowiązują następujące zależności:

Siła skrawania w przeliczeniu na ząb F_{cz}:

$$F_{cz} = a_p \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_{Sa} \cdot K_{Ver}$$

(równ. 7.6)

F_{cz} siła skrawania na ząb [N]
a_p głębokość skrawania [mm]
f_z posuw na ząb [mm/ząb]
k_c właściwy opór skrawania [N/mm^2] (por. równ. 4.6)
f_{Sa} współczynnik technologiczny dla cięcia (f_{Sa} = 1,15)
K_{Ver} współczynnik korekcyjny zużycia (por. *Tabela 2.15*)

Całkowita siła skrawania F_c dla zębów znajdujących się w styczności z przecinanym materiałem:

$$F_c = F_{cz} \cdot z_{iE} = a_p \cdot f_z \cdot k_c \cdot z_{iE} \cdot f_{Sa} \cdot K_{Ver}$$

(równ. 7.7)

Z_{iE} liczba zębów znajdujących się w kontakcie z przecinanym materiałem

Moc skrawania P_c:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60000} = \frac{F_{cz} \cdot v_c}{60000} \cdot z_{iE}$$

F_c całkowita siła skrawania [N]
F_{cz} siła skrawania na ząb [N] (równ. 7.8)
v_c siła skrawania [m/min]
z_{iE} liczba zębów znajdujących się w styczności z obrabianym materiałem

5 Obliczanie czasu głównego dla cięcia

Czas główny t_h można obliczyć dla wszystkich metod cięcia z poniższej zależności:

$$t_h = \frac{A}{A_S}$$

t_h czas główny [min]
A przekrój cięcia [mm^2] (równ. 7.9)
A_S jednostkowa powierzchnia skrawania [mm^2/min]

Kilka wartości jednostkowej powierzchni skrawania A_s podano w *Tabeli 7.3*.

Jeżeli brak jest danych na temat jednostkowej powierzchni przekroju A_s, wówczas można obliczyć czas główny również z poniższego równania, tak jak w przypadku wszystkich innych metod:

$$t_h = \frac{L}{v_f}$$

L całkowita droga [mm] (równ. 7.10)
v_f prędkość posuwu [mm/min]

Czas cięcia odcinka można obliczyć przy pomocy poniższej zależności:

$$t = \frac{H}{v_f}$$

t czas cięcia odcinka (wyrażony w postaci ułamka dziesiętnego, np. 4,35 min) (równ. 7.11)

H średnica materiału (grubość przecinanego materiału) [mm]

v_f prędkość posuwu [mm/min]

W obliczeniach wychodzi się z założenia, że niezależnie od długości skrawania *l*, w określonym materiale można przeciąć w tym samym czasie ten sam przekrój, zwany **jednostkową powierzchnią przekroju A_s**. Wartości te można odczytać z *Tabeli 7.3*.

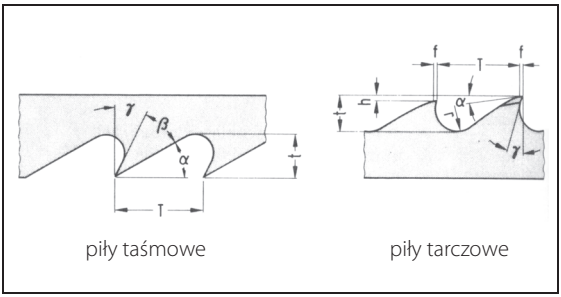
Materiał	**A_s w 10^3 mm^2 / min**		
	Cięcie piłą tarczową	**Cięcie piłą taśmową**	
	Piły tarczowe segmentowe SS	**Stal narzędziowa o zawartości 3% W**	**Brzeszczoty pił taśmowych do metalu HSS - Bi**
St 34 – St42 C15 – C22	12 – 20	6	7 – 8
St50 – St60 C35 – C45	10 – 14	5	6 – 7
St70 – St85 C60	8 – 12	4	5 – 6
16MnCr5 30Mn5	8 –12	4	5 – 6
GS38 – GS52	10 – 12	4	5 – 6
GG20 – GG30	8 – 10	3	4 – 5
Ms63 – Ms70	48 – 70	25 – 30	35 –40
Stop aluminium 9 – 13% Si	80 – 200	40 – 70	50 – 80
Kształtowniki stalowe DIN 1024	8 – 15	brak danych	brak danych

Tabela 7.3 Jednostkowe powierzchnie skrawania według danych różnych producentów

6 Narzędzia do cięcia

6.1 Kąty i podziałka zębów piły

Wielkość kąta wynika z kształtu brzeszczotu. Dla miejsca na wióry miarodajny jest kąt przyłożenia α. Im większy jest kąt przyłożenia, tym większe jest miejsce na wióry. Kąt ostrza β nadaje zębom piły stabilność. Dlatego twarde i ciągliwe materiały wymagają dużego kąta ostrza.



α kąt przyłożenia [°]
β kąt ostrza [°]
γ kąt natarcia [°]
T podziałka zębów [mm]
t wysokość zęba [mm]
h różnica wysokości [mm]
f sfazowanie kąta przyłożenia [mm]
r promień zaokrąglenia [mm]

Rys. 7.3 Kąty i podziałka zębów piły

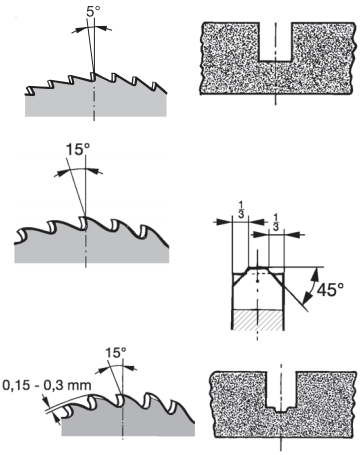
6.2 Kształty zębów i zakresy stosowania

Zarys ostrza i dna zęba są określane jako kształt zęba.

6.2.1 Piły tarczowe

W przypadku pił tarczowych kształty zębów są ustalone w DIN 1840. Rozróżnia się przy tym:

- **Ząb strzałkowy** (kształt A, kąt natarcia 5°):
  drobne, proste zęby o stosunkowo małych wrębach.
- **Ząb łukowy** (kształt B, kąt natarcia 15°):
  duże, łukowe zęby o stosunkowo dużych wrębach.
- **Ząb łukowy z zębami wstępnymi i wykańczającymi**
  (kształt C, kąt natarcia 15°):
  zęby wstępne są wyższe o 0,15-0,30 mm od zębów wykańczających i na obu narożach zęba zukosowane (podział pracy pomiędzy oba zęby).



Typ narzędzia określa zakres zastosowania pił tarczowych:

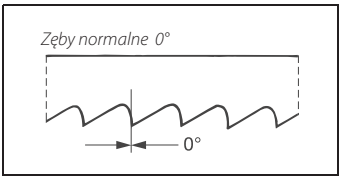
- typ N do stali konstrukcyjnych, żeliwa szarego i metali nieżelaznych,
- typ H do materiałów twardych i twardo-ciągliwych,
- typ W do materiałów miękkich i ciągliwych.

6.2.2 Piły taśmowe

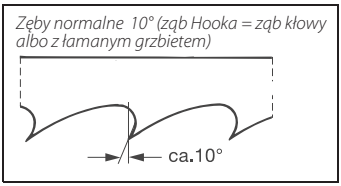
Wśród kształtów zębów pił taśmowych rozróżnia się cztery podstawowe typy. Podziałkę zębów należy przy tym dostosować do grubości przecinanego materiału.

Zastosowanie tylko do materiału pełnego:

- **Zęby normalne 0°**
  - Stała podziałka zębów z kątem natarcia 0°.
  - Do małych i średnich przekrojów (długość styczności z obrabianym przedmiotem maks. 70 mm).
  - Do materiałów dających krótki wiór.

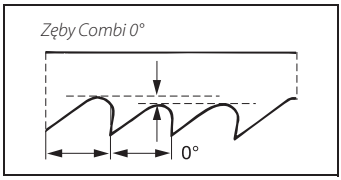


- **Zęby normalne 10°**
  - Stała podziałka zębów z kątem natarcia 10°.
  - Dzięki dużemu miejscu na wióry mogą być stosowane do większych przekrojów (długość styczności z obrabianym przedmiotem powyżej 50 mm).
  - Do wysokich wydajności cięcia materiałów dających długi wiór i ciągliwych.

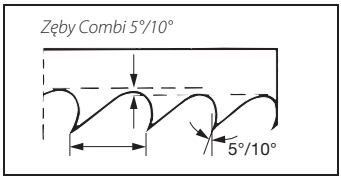


Zastosowanie uniwersalne:

- **Zęby typu Combi 0°**
  - Zmienna podziałka zębów z kątem natarcia 0°.
  - Zmienne rozstawy zębów i zmienna wysokość zębów.
  - Do dużego zakresu przekrojów (do rur i kształtowników, materiał pełny maks. do 70 mm).
  - Bardzo niewielkie drgania.
  - Do materiałów dających krótki wiór (ze względu na $\gamma = 0°$).



- **Zęby typu Combi 5°/10°**
  - Zmienna podziałka zębów z kątem natarcia 5°/10°.
  - Różne rozstawy zębów, zmienna głębokość zębów i duże miejsce na wióry umożliwiają skrawanie dużych przekrojów.
  - Zastosowanie uniwersalne do dużego zakresu przekrojów (dla materiału pełnego powyżej 50 mm długości styczności z obrabianym przedmiotem).
  - Do materiałów ciągliwych i dających długi wiór.



Przy **stosowaniu pił taśmowych do metalu** należy poza tym wziąć pod uwagę:

- **Przy długości styczności z obrabianym przedmiotem mniejszej niż 50 mm** lub w przypadku cienkościennych rur i kształtowników należy stosować jedynie podziałki zębów z kątem natarcia 0° (zęby normalne albo typu Combi).
- **Docieranie nowych pił taśmowych** (trwałość piły taśmowej zależy w istotny sposób od kontrolowanego docierania):

  Ostre zęby nowej piły taśmowej wchodzą w kontakt z materiałem przy normalnym posuwie bardzo agresywnie. Dlatego podczas pierwszych cięć należy zredukować nacisk (posuw) o 50%. Po przecięciu przekroju o powierzchni około 300 cm^2 można powoli zwiększać posuw aż do optymalnej wartości.
- **Środek chłodzący**

  Środek chłodzący zapobiega przegrzaniu zębów piły oraz obrabianego przedmiotu. Poza tym odprowadza on wióry z miejsca cięcia.

  Zwykle wszystkie stale tnie się z zastosowaniem emulsji chłodzącej, a żeliwo na sucho. Przy użyciu oleju chłodząco-smarującego uzyskuje się dobre wyniki cięcia, zwłaszcza stali do nawęglania, wysokostopowych stali narzędziowych, stali do ulepszania cieplnego, stali VA i tytanu.
- **Szerokość brzeszczotu piły taśmowej**

  Należy dobierać możliwie jak najszerszy brzeszczot, jaki może być zastosowany w pile, aby zapewnić dostateczną stabilność przy większych siłach posuwu. Przy cięciu krzywoliniowym szerokość brzeszczotu piły taśmowej zależy od najmniejszego wycinanego promienia (por. *Tabela 7.4*).

Promień [mm]	3	8	15	30	38	65	100	140
Szerokość brzeszczotu [mm]	3	5	6	8	10	13	16	20

Tabela 7.4 Szerokość brzeszczotu piły taśmowej przy cięciu krzywoliniowym

- **Mocowanie materiału**

  Materiał należy mocować w taki sposób, aby brzeszczot piły taśmowej pracował w miarę możliwości bez drgań. Przy cięciu materiału w wiązkach należy ewentualnie zespawać jego końce. Zwiększa to wydajność cięcia i okres trwałości.
- **Prędkość cięcia i posuw**

  Prędkość cięcia (prędkość brzeszczotu), zależy od wytrzymałości, rodzaju i przekroju przecinanego materiału. Im większa jest wytrzymałość, tym mniejszą prędkość należy wybrać (porównaj tabela wytycznych technologicznych dla pił taśmowych - *Tabela 7.10*). Przekroje małe mogą być cięte z zastosowaniem większej prędkości niż przekroje duże. Cienkościenne rury i kształtowniki oraz ostre krawędzie przecina się z zastosowaniem małego i w miarę możliwości stałego posuwu (nacisku).

Na podstawie kształtu wiórów można ocenić, czy zastosowano właściwą prędkość i posuw (por. *Tabela 7.5*).

Kształt wiórów	Uwagi	Ocena
	Wióry cienkie albo w postaci proszku	Zwiększyć posuw
	Luźne, zwinięte wióry	Parametry skrawania prawidłowe
	Grube, ciężkie albo niebieskie wióry	Za duże wartości parametrów skrawania

Tabela 7.5 Kształt wiórów w zależności od parametrów skrawania przy cięciu na piłami taśmowymi

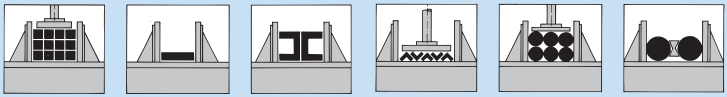
.

6.3 Informacje na temat pił taśmowych

Garant | RÖNTGEN | HOLEX | Brzeszczoty do pił taśmowych do metalu | Informacja

• zamocowanie materiału

Materiał zamocować w taki sposób, aby brzeszczot piły taśmowej pracował z możliwie najmniejszymi wibracjami. Przy cięciu wiązek ewentualnie zespawać końce. Zwiększa to trwałość i wydajność cięcia.



• docieranie nowych brzeszczotów pił taśmowych

Ostre zęby nowego brzeszczotu przy normalnym posuwie wchodzą bardzo agresywnie w przypór z materiałem.
Dlatego przy wykonywaniu pierwszych cięć zredukować posuw o 50%, a prędkość skrawania do 70%.
Po przecięciu powierzchnii o około 400 cm^2 powoli zwiększyć posuw do wartości optymalnej.
Trwałość nowego brzeszczotu piły taśmowej zależy w istotnym stopniu od prawidłowego dotarcia!

• środki chłodzące

Chłodziwo zapobiega przegrzaniu zębów piły oraz obrabianego przedmiotu i odprowadza wióry z miejsca cięcia.
Wszystkie stale normalnie tnie się z zastosowaniem emulsji chłodzącej. Żeliwo tnie się zwykle na sucho.
Olej chłodząco-smarujący zapewnia dobre wyniki cięcia stali do nawęglania, wysokostopowych stali narzędziowych, stali do ulepszania ciepnego, stali VA i tytanu. Przy cięciu rur i profili dobrze sprawdziło się zastosowanie instalacji rozpylającej.
Zawsze zwracać szczególną uwagę na dobrą szczotkę do wiórów.

• prędkości skrawania i posuwu

Prędkość skrawania (prędkość piły taśmowej) zależy od wytrzymałości, rodzaju i przekroju ciętego materiału.
Im większa wytrzymałość, tym mniejsza musi być prędkość. Mniejsze przekroje można ciąć z zastosowaniem większej prędkości niż przy dużych przekrojach.
Cienkościenne rury i profile oraz ostre krawędzie należy ciąć z zastosowaniem mniejszego i w miarę możliwości stałego posuwu (nacisk).

Materiał	Prędkość skrawania w m/min bi alfa cobalt (M42)
Stal konstrukcyjna / stal automatowa	80 – 90
Stale do nawęglania / stale do ulepsz. cieplnego	45 – 75
Niestopowe stale narzędziowe / stale łożyskowe	40 – 60
Stopowe stale narzędziowe / stale szybkotnące	30 – 40
Stale nierdzewne	20 – 35
Stale żaroodporne Stopy żaroodporne	15 – 25

W przypadku wystąpienia drgań minimalnie skorygować prędkość cięcia (m/min) w górę lub w dół.
Zwiększać nieco posuw **w miarę stępiania się**.

• ocena pęknięcia spoiny na taśmie

Gładkie pęknięcie spoiny po pewnym czasie jest wadą wytrzymałościową.
Pęknięcie spoiny po dłuższym czasie, przebiegające zygzakiem, jest oznaką pęknięcia pod wpływem nadmiernej siły.

• podziałki zębów

Zalecane podziałki zębów do **materiału pełnego**

Uzębienie mieszane		Uzębienie zwykłe	
Przekrój materiału	Podziałka zębów	Przekrój materiału	Podziałka zębów
< 25 mm	10 / 14 ZpZ	< 10 mm	14 ZpZ
15 – 40 mm	8 / 12 ZpZ	10 – 30 mm	10 ZpZ
25 – 50 mm	6 / 10 ZpZ	30 – 50 mm	8 ZpZ
35 – 70 mm	5 / 8 ZpZ	50 – 80 mm	6 ZpZ
40 – 90 mm	5 / 6 ZpZ	80 – 120 mm	4 ZpZ
50 – 120 mm	4 / 6 ZpZ	120 – 200 mm	3 ZpZ
80 – 180 mm	3 / 4 ZpZ	200 – 400 mm	2 ZpZ
130 – 350 mm	2 / 3 ZpZ	300 – 700 mm	1,25 ZpZ
220 – 450 mm	1,5 / 2 ZpZ	> 600 mm	0,75 ZpZ

Uzębienie mieszane 1,5/2, 2/3, 3/4, 4/5, 4/6, 5/6, kąt natarcia 10°: ten kształt zębów nadaje się zwłaszcza do cięcia pełnego przekroju stali wysokostopowych i dających długi wiór. Przy zastosowaniu uzębienia 3/4 można z powodzeniem ciąć materiał w górnym zakresie średnic, do 180 mm.
Przybliżona reguła: w przyporze powinny być co najmniej 3 zęby.

Zalecane podziałki zębów do **rur**

Grubość ścianki S (mm)	Średnica zewnętrzna rury D (mm) podziałka zębów Z (ZpZ)									
	20	40	60	80	100	120	150	200	300	500
2	14	10/14	10/14	10/14	10/14	8/12	8/12	8/12	8/12	5/8
3	14	10/14	10/14	8/12	8/12	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8
4	10/14	10/14	8/12	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8	5/8	4/6
5	10/14	10/14	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8	4/6	4/6	4/6
6	10/14	8/12	8/12	6/10	6/10	5/8	5/8	4/6	4/6	4/6
8	10/14	8/12	8/12	6/10	5/8	5/8	4/6	4/6	4/6	4/6
10	–	8/12	6/10	5/8	4/6	4/6	4/6	4/6	4/6	4/5
12	–	8/12	6/10	4/6	4/6	4/6	4/6	4/6	4/6	4/5
15	–	8/12	6/10	4/6	4/6	4/6	4/6	4/5	4/5	4/5
20	–	–	4/6	4/6	4/6	4/6	4/5	4/5	4/5	3/4
30	–	–	–	4/6	4/6	4/5	4/5	4/5	4/5	2/3
50	–	–	–	–	–	–	4/5	3/4	2/3	2/3

Rury cienkościenne (o grubości ścianki do ok. 8 mm): stosować podziałki zębów o kącie natarcia 0°.

• szerokość taśmy

Należy wybierać maksymalną możliwą szerokość taśmy, aby uzyskać dostateczną stabilność przy większych siłach posuwu. Przy cięciu krzywizn szerokość brzeszczotu jest zależna od najmniejszego promienia krzywizny toru cięcia (patrz tabela).

Promień (mm)	3	8	15	30	38	65	100	140
Szerokość taśmy (mm)	3	5	6	8	10	13	16	20

• doradztwo techniczne

W sprawie szczegółowego doradztwa technicznego nasi technolodzy są do Państwa dyspozycji.
Wszystkie inne ważne informacje znajdą Państwo w poradniku skrawania.

7 Przyczyny usterek przy cięciu

7.1 Usterki przy cięciu piłami tarczowymi i sposoby usunięcia usterek

Usterka: zęby zbyt szybko się tępią	
Przyczyna:	**Sposób usunięcia:**
a) zbyt duża ilość wiórów we wrębie, zęby zapychają się:	a) zastosować większą podziałkę zębów
b) nierówna powierzchnia cięcia	b) zastosować mniejszą podziałkę zębów i zmniejszyć nacisk przy cięciu
c) brak chłodzenia albo nieodpowiednie chłodzenie	c) zastosować odpowiedni środek chłodząco-smarujący
Usterka: zęby wyłamują się	
Przyczyna:	**Sposób usunięcia:**
a) niewłaściwe odprowadzanie wiórów	a) wybrać większą podziałkę zębów
b) zęby zaczepiają się w ciętym materiale	b) zastosować mniejszą podziałkę zębów
c) zamocowanie obrabianego materiału	c) poprawić zamocowanie materiału
Usterka: pęknięcie tarczy	
Przyczyna:	**Sposób usunięcia:**
a) niewłaściwe dosunięcie przy rozpoczynaniu skrawania	a) na początku cięcia tarcza nie może przylegać do materiału
b) stępione zęby tarczy	b) naostrzyć zęby
Usterka: zakleszczanie się i przyczepianie materiału do tarczy piły	
Przyczyna:	**Sposób usunięcia:**
a) niewłaściwy posuw	a) zwiększyć albo zmniejszyć posuw
b) brak środka chłodząco-smarującego albo niewłaściwy środek	b) zastosować odpowiedni środek chłodząco-smarujący

Tabela 7.6 Usterki przy cięciu piłami tarczowymi i sposób ich usunięcia

7.2 Usterki przy cięciu piłami taśmowymi i sposoby usunięcia usterek

Usterka: zęby zbyt szybko się tępią	
Przyczyna:	**Sposób usunięcia:**
a) za duża prędkość skrawania	a) zastosować mniejszą prędkość skrawania
b) niedostateczne chłodzenie	b) zadbać o właściwe chłodzenie
Usterka: zęby wyłamują się przy cięciu kształtowników	
Przyczyna:	**Sposób usunięcia:**
a) za duża podziałka zębów / niewłaściwa geometria zębów	a) dostosować podziałkę i geometrię zębów
b) za duży nacisk przy cięciu	b) zmniejszyć nacisk przy cięciu poprawić
c) obrabiany materiał niewłaściwie zamocowany	zamocowanie obrabianego materiału
Usterka: wyłamywanie się zębów przy cięciu pełnego materiału	
Przyczyna:	**Sposób usunięcia:**
a) za mała podziałka zębów	a) zastosować większą podziałkę zębów
b) za duży nacisk przy cięciu	b) zmniejszyć nacisk przy cięciu albo zastosować większą prędkość cięcia, o ile to możliwe
c) obrabiany przedmiot nie jest właściwie zamocowany	
Usterka: pęknięcie zgrzeiny brzeszczotu piły	
Przyczyna:	**Sposób usunięcia:**
a) jedna albo obie prowadnice nie są ustawione prostopadle do podstawy imadła	a) ustawić prowadnice przy zamocowanej taśmie za pomocą kątownika
b) jedna z dwóch rolek grzbietowych nie przylega podczas cięcia do grzbietu brzeszczotu	b) wyregulować prowadnice grzbietu brzeszczotu
c) za duże albo za małe napięcie brzeszczotu	c) przestrzegać przepisów producenta maszyny na temat prawidłowego napięcia brzeszczotu
d) cięcie ukośne	d) patrz usterka - cięcie ukośne

Tabela 7.7 Usterki przy cięciu piłami taśmowymi i sposób ich usunięcia - ciąg dalszy patrz strona następna

Tabela 7.7 Usterki przy cięciu piłami taśmowmi i sposoby ich usunięcia - ciąg dalszy

Usterka: pęknięcie brzeszczotu	
Przyczyna:	**Sposób usunięcia:**
a) boczne rolki prowadzące są ustawione zbyt ciasno i walcują brzeszczot	a) wyregulować boczne rolki prowadzące w taki sposób, aby można je było obracać ręcznie
b) pary prowadnic są ustawione nieprawidłowo względem siebie	b) wyregulować pary rolek prowadzących w taki sposób, aby się pokrywały
c) boczne prowadnice ze stopów twardych są zużyte	c) wymienić prowadnice
d) zużyta prowadnica grzbietu brzeszczotu	d) wymienić prowadnicę grzbietu brzeszczotu
e) nie działa szczotka oczyszczająca z wiórów	e) wyregulować lub wymienić szczotkę
f) bicie boczne koła zmiany kierunku brzeszczotu	f) skontrolować zamocowanie koła zmiany kierunku, ewentualnie wymiana łożysk kulkowych
Usterka: cięcie ukośne	
Przyczyna:	**Sposób usunięcia:**
a) prowadnice są za bardzo oddalone od siebie	a) dosunąć prowadnice przesuwne możliwie jak najbliżej do obrabianego przedmiotu
b) zbyt drobne zęby	b) zastosować prawidłową podziałkę
c) za duży nacisk przy cięciu	c) zmniejszyć nacisk przy cięciu albo nieco zwiększyć prędkość cięcia

8 Wytyczne do cięcia

Zadanie obróbkowe:

Cięcie wałków ze stali X210Cr12 przy użyciu piły tarczowej HSS (średnica 250 mm).

Sposób wykonania:

1. Dobór narzędzia z katalogu głównego — Nr Ho 17 7450
   D = 250 mm
2. Dobór grupy materiałowej (rozdział „Materiały", podrozdział 1.) — Grupa mat. 8.2
3. Dobór parametrów skrawania:
   3.1 Wybór tabeli wskaźników — Tabela 7.9
   Narzędzie 17 7450 → piły tarczowe (HSS)
   3.2 Dobór parametrów skrawania

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c	Ø 32		Ø 40		Ø 50		•••	Ø 225		Ø 250		Ø 275	
			[m/min]	n min.	n maks.	n min.	n maks.	n min.	n maks.		n min.	n maks.	n min.	n maks.	n min.	n maks.
		[N/mm²]	min. – maks.	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]		[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	25 – 50	249	497	199	398	159	318		35	71	32	64	29	58
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	15 – 30	149	298	119	239	95	191		21	42	19	38	17	35
2.0	Stale automatowe	< 850	15 – 30	149	298	119	239	95	191		21	42	19	38	17	35
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127		14	28	13	25	12	23
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	<700	15 – 30	149	298	119	239	95	191		21	42	19	38	17	35
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	15 – 30	149	298	119	239	95	191		21	42	19	38	17	35
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127		14	28	13	25	12	23
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127		14	28	13	25	12	23
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	10 – 15	99	149	80	119	64	95		14	21	13	19	12	17
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	<750	15 – 30	149	298	119	239	95	191		21	42	19	38	17	35
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127		14	28	13	25	12	23
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	10 – 15	99	149	80	119	64	99		14	21	13	19	12	17
7.0	Stale do azotowania	< 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127		14	28	13	25	12	23
7.1	Stale do azotowania	> 1000	10 – 15	99	149	80	119	64	96		14	21	13	19	12	17
8.0	Stale narzędziowe	< 850	15 – 30	149	298	119	239	95	191		21	42	19	38	17	35
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	10 – 20	99	199	80	159	64	127		14	28	13	25	12	23
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	7 – 15	70	149	56	119	45	95		10	21	9	19	8	17
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	10 – 15	99	149	80	119	64	95		14	21	13	19	12	17

Zakres prędkości skrawania: v_c = 7 ... 15 m/min

Zakres prędkości obrotowej: n = 9 ... 19 obr./min

Tabela 7.8 Brzeszczoty pił taśmowych bimetaliczne (HSS)

Numery katalogowe 172000; 172050; 172100; 173480 – 174025; 174050; 174060; 174100



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	∅ 10 – 65			∅ 100 – 300			∅ 400 – 800			Chłodzenie
			v_c [m/min]			v_c [m/min]			v_c [m/min]			
		[N/mm²]	min.		maks.	min.		maks.	min.		maks.	
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	90	–	100	85	–	95	60	–	75	emulsja 10-15% oleju
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	75	–	80	65	–	70	48	–	50	emulsja 5-10% oleju
2.0	Stale automatowe	< 850	90	–	100	85	–	95	60	–	75	emulsja 10-15% oleju
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	90	–	100	85	–	95	60	–	75	emulsja 10-15% oleju
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	75	–	80	65	–	70	48	–	50	emulsja 5-10% oleju
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	75	–	80	65	–	70	48	–	50	emulsja 5-10% oleju
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	65	–	75	55	–	60	40	–	50	emulsja 5-10% oleju
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	65	–	75	55	–	60	40	–	50	emulsja 5-10% oleju
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	40	–	45	36	–	40	25	–	32	emulsja 5% oleju
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	90	–	100	85	–	95	60	–	75	emulsja 10-15% oleju
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	65	–	75	55	–	60	40	–	50	emulsja 5-10% oleju
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	65	–	75	55	–	60	40	–	50	emulsja 5-10% oleju
7.0	Stale do azotowania	< 1000	40	–	45	35	–	40	25	–	32	emulsja 5% oleju
7.1	Stale do azotowania	> 1000	40	–	45	35	–	40	25	–	32	emulsja 5% oleju
8.0	Stale narzędziowe	< 850	58	–	60	50	–	55	35	–	45	emulsja 3% oleju
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	58	–	60	50	–	55	35	–	45	emulsja 3% oleju
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	30	–	35	25	–	30	20	–	24	na sucho
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	45	–	50	40	–	45	30	–	35	emulsja 3% oleju
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–		–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–		–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–		–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	35	–	40	30	–	35	22	–	28	emulsja 10-15% oleju
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	35	–	40	30	–	35	22	–	28	emulsja 10-15% oleju
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	35	–	40	30	–	35	22	–	28	emulsja 10-15% oleju
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	35	–	40	30	–	35	22	–	28	emulsja 10-15% oleju
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	35	–	40	30	–	35	22	–	28	emulsja 10-15% oleju
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	25	–	30	20	–	25	15	–	20	emulsja 15% oleju
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	25	–	30	20	–	25	15	–	20	emulsja 15% oleju
14.0	Stopy specjalne	< 1200	15	–	18	14	–	15	10	–	12	emulsja 15-20% oleju
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	50	–	55	45	–	50	30	–	40	na sucho
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	50	–	55	45	–	50	30	–	40	na sucho
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	50	–	55	45	–	50	30	–	40	na sucho
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	50	–	55	45	–	50	30	–	40	na sucho
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	30	–	35	25	–	30	20	–	25	emulsja 10% oleju
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	30	–	35	25	–	30	20	–	25	emulsja 10% oleju
17.0	Al. dające dł. wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	2500		*)	2100	–	2500 *)	1300	–	2000 *)	emulsja >25% oleju
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		2500		*)	2100	–	2500 *)	1300	–	2000 *)	emulsja >25% oleju
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		2500		*)	2100	–	2500 *)	1300	–	2000 *)	emulsja >25% oleju
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	120			110			80	–	100	emulsja 10-15% oleju
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	120			120			120			emulsja 3% oleju
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	120			120			120			emulsja 3% oleju
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	90	–	100	85	–	95	60	–	75	emulsja 10-15% oleju
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	90	–	100	85	–	95	60	–	75	emulsja 10-15% oleju
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	90	–	100	85	–	95	60	–	75	emulsja 10-15% oleju
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	90	–	100	85	–	95	60	–	75	emulsja 10-15% oleju
19.0	Grafit			–			–			–		
20.0	Termoplasty		50	–	500	50	–	400	50	–	400	spręż. powietrze/na sucho
20.1	Duroplasty			–			–			–		–
20.2	GFK i CFK			–			–			–		–

W przypadku wystąpienia drgań minimalnie zwiększyć albo zmniejszyć prędkość cięcia.
W przypadku narastania **stępienia** nieco zwiększyć posuw.
*) Wartości dla pił pionowych.

Tabela 7.9 GARANT Piły tarczowe do metalu (HSS)

Nry katalogowe 175000; 175500; 176000; 177000; 177050; 177200; 177250; 177400; 177450; 177500; 177520; 177540; 177600; 177620; 177640; 178860; 179100; 179120; 179140; 179150; 179700
DIN 1837; 1838
Posuw (f) Posuw jest zależny od przekroju materiału, stabilności zębów piły oraz od konstrukcji maszyny
Podziałka zębów: (3) 4 dla profili i rur o grubości ścianki od 1,0 do 1,5 mm

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]	∅ 32		∅ 40		∅ 50		∅ 63		∅ 80		∅ 100		∅ 125	
				n min.	n maks.	n min.	n maks.	n min.	n maks.	n min.	n maks.	n min.	n maks.	n min.	n maks.	n min.	n maks.
		[N/mm²]	min. maks.	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]	[1/min]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	25 – 50	249	497	199	398	159	318	126	253	99	199	80	159	64	127
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	15 – 30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76
2.0	Stale automatowe	< 850	15 – 30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	15 – 30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	15 – 30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	95	38	76
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	10 – 15	99	149	80	119	64	95	51	76	40	60	32	48	25	38
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	15 – 30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	96	38	76
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	10 – 15	99	149	80	119	64	99	51	76	40	60	32	48	25	38
7.0	Stale do azotowania	< 1000	10 – 20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
7.1	Stale do azotowania	> 1000	10 – 15	99	149	80	119	64	96	51	76	40	60	32	48	25	38
8.0	Stale narzędziowe	< 850	15 – 30	149	298	119	239	95	191	76	152	60	119	48	96	38	76
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	10 – 20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	7 – 15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	10 – 15	99	149	80	119	64	95	51	76	40	60	32	48	25	38
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	5 – 10	50	99	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	13	25
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	5 – 10	50	99	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	13	25
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	7 – 15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	7 – 15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	7 – 15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	7 – 15	70	149	56	119	45	95	35	76	28	60	22	48	18	38
14.0	Stopy specjalne	< 1200	5 – 10	50	99	40	80	32	64	25	51	20	40	16	32	13	25
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	25 – 45	249	448	199	358	159	286	126	227	99	179	80	143	64	115
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	25 – 30	249	298	199	239	159	191	126	152	99	119	80	95	64	76
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	20 – 30	199	298	159	239	127	191	101	152	80	119	64	95	51	76
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	20 – 30	199	298	159	239	127	191	101	152	80	119	64	95	51	76
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	15 – 25	149	249	119	199	95	159	76	126	60	99	48	80	38	64
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	10 – 20	99	199	80	159	64	127	51	101	40	80	32	64	25	51
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	1000– 2400	9947	23873	7958	19099	6366	15279	5053	12126	3979	9549	3183	7639	2546	6112
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		800 – 1500	7958	14921	6366	11937	5093	9549	4042	7579	3183	5968	2546	4775	2037	3820
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		500 – 1200	4974	11937	3979	9549	3183	7639	2526	6063	1989	4775	1592	3820	1273	3056
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	400 – 1000	3979	9947	3183	7958	2546	6366	2021	5053	1592	3979	1273	3183	1019	2546
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	400 – 1000	3979	9947	3183	7958	2546	6366	2021	5053	1592	3979	1273	3183	1019	2546
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	400 – 1000	3979	9947	3183	7958	2546	6366	2021	5053	1592	3979	1273	3183	1019	2546
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	120 – 200	1194	1989	955	1592	764	1273	606	1011	477	796	382	636,6	306	509
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	120 – 200	1194	1989	955	1592	764	1273	606	1011	477	796	382	636,6	306	509
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	120 – 200	1194	1989	955	1592	764	1273	606	1011	477	796	382	636,6	306	509
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	120 – 200	1194	1989	955	1592	764	1273	606	1011	477	796	382	636,6	306	509
19.0	Grafit		25 – 45	249	448	199	358	159	286	126	227	99	179	80	143	64	115
20.0	Termoplasty		1500– 2400	14921	23873	11937	19099	9549	15279	7579	12126	5968	9549	4775	7639	3820	6112
20.1	Duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Przy dużych prędkościach skrawania, powyżej 1000 m/min, należy koniecznie stosować tarcze o zwiększonej odporności na obciążenia dynamiczne.

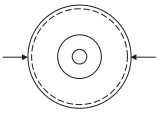


Ø 160		Ø 200		Ø 225		Ø 250		Ø 275		Ø 315		Ø 350		Ø 370		Ø 400		Ø 500		Środek chłodząco--smarujący
n min. [1/min]	n maks. [1/min]	n min. [1/min]	n maks. [1/min]	n min. [1/min]	n maks. [1/min]	n min. [1/min]	n maks. [1/min]	n min. [1/min]	n maks. [1/min]	n min. [1/min]	n maks. [1/min]	n min. [1/min]	n maks. [1/min]	n min. [1/min]	n maks. [1/min]	n min. [1/min]	n maks. [1/min]	n min. [1/min]	n maks. [1/min]	
50	99	40	80	35	71	32	64	29	58	25	51	23	45	22	43	20	40	16	32	emulsja nr 139800 1:20
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	emulsja nr 139800 1:20
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	emulsja nr 139800 1:20
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	emulsja nr 139800 1:15
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	emulsja nr 139800 1:20
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	emulsja nr 139800 1:20
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	emulsja nr 139800 1:15
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	emulsja nr 139800 1:15
20	30	16	24	14	21	13	19	12	17	10	15	9	14	9	13	8	12	6	10	emulsja nr 139800 1:15
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	emulsja nr 139800 1:20
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	emulsja nr 139800 1:15
20	30	16	24	14	21	13	19	12	17	10	15	9	14	9	13	8	12	6	10	emulsja nr 139800 1:15
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	emulsja nr 139800 1:15
20	30	16	24	14	21	13	19	12	17	10	15	9	14	9	13	8	12	6	10	emulsja nr 139800 1:15
30	60	24	48	21	42	19	38	17	35	15	30	14	27	13	26	12	24	10	19	emulsja nr 139800 1:20
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	emulsja nr 139800 1:15
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	emulsja nr 139800 1:12
20	30	16	24	14	21	13	19	12	17	10	15	9	14	9	13	8	12	6	10	emulsja nr 139800 1:15
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	20	8	16	7	14	6	13	6	12	5	10	5	9	4	9	4	8	3	6	emulsja nr 139800 1:12
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
10	20	8	16	7	14	6	13	6	12	5	10	5	9	4	9	4	8	3	6	emulsja nr 139800 1:12
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	emulsja nr 139800 1:12
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	emulsja nr 139800 1:12
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	emulsja nr 139800 1:12
14	30	11	24	10	21	9	19	8	17	7	15	6	14	6	13	6	12	4	10	emulsja nr 139800 1:12
10	20	8	16	7	14	6	13	6	12	5	10	5	9	4	9	4	8	3	6	emulsja nr 139800 1:12
50	90	40	72	35	64	32	57	29	52	25	45	23	41	22	39	20	36	16	29	na sucho/sprężone pow.
50	60	40	48	35	42	32	38	29	35	25	30	23	27	22	26	20	24	16	19	na sucho/sprężone pow.
40	60	32	48	28	42	25	38	23	35	20	30	18	27	17	26	16	24	13	19	emulsja nr 139800 1:12
40	60	32	48	28	42	25	38	23	35	20	30	18	27	17	26	16	24	13	19	emulsja nr 139800 1:12
30	50	24	40	21	35	19	32	17	29	15	25	14	23	13	22	12	20	10	16	emulsja nr 139800 1:12
20	40	16	32	14	28	13	25	12	23	10	20	9	18	9	17	8	16	6	13	emulsja nr 139800 1:12
1989	4775	1592	3820	1415	3395	1273	3056	1157	2778	1011	2425	909	2183	860	2065	796	1910	637	1528	sztyft smarny nr 139500
1592	2984	1273	2387	1132	2122	1019	1910	926	1736	808	1516	728	1364	688	1290	637	1194	509	955	sztyft smarny nr 139500
995	2387	796	1910	707	1698	637	1528	579	1389	505	1213	455	1091	430	1032	398	955	318	764	sztyft smarny nr 139500
796	1989	637	1592	566	1415	509	1273	463	1157	404	1011	364	909	344	860	318	796	255	637	emulsja nr 139800 1:50
796	1989	637	1592	566	1415	509	1273	463	1157	404	1011	364	909	344	860	318	796	255	637	sztyft smarny nr 139500
796	1989	637	1592	566	1415	509	1273	463	1157	404	1011	364	909	344	860	318	796	255	637	sztyft smarny nr 139500
239	398	191	318	170	283	153	255	139	231	121	202	109	182	103	172	95	159	76	127	emulsja nr 139800 1:30
239	398	191	318	170	283	153	255	139	231	121	202	109	182	103	172	95	159	76	127	emulsja nr 139800 1:30
239	398	191	318	170	283	153	255	139	231	121	202	109	182	103	172	95	159	76	127	emulsja nr 139800 1:30
239	398	191	318	170	283	153	255	139	231	121	202	109	182	103	172	95	159	76	127	emulsja nr 139800 1:30
50	90	40	72	35	64	32	57	29	52	25	47	23	41	22	39	20	36	16	29	na sucho
2984	4775	2387	3820	2122	3395	1910	3056	1736	2778	1516	2425	1364	2183	1290	2065	1194	1910	955	1528	na sucho
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 7.10 **Dokładność wykonania pił tarczowych HSS według DIN i ISO**

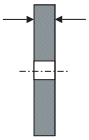
Tolerancja średnicy według ISO

Zakres wymiarów nominalnych [mm]						
ponad	30	58	80	120	180	250
do	50	80	120	180	250	315
Pole tolerancji	+500	+600	+700	+800	+925	+1050
według js 15 (µm)	–500	–600	–700	–800	–925	–1050



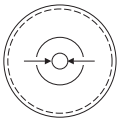
Tolerancja grubości według ISO

Zakres wymiarów nominalnych [mm]			
ponad		1	3
do	1	3	6
Pole tolerancji	+20	+30	+38
według js 15 (µm)	–20	–30	–38



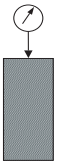
Tolerancja otworu według ISO

Zakres wymiarów nominalnych [mm]						
ponad	3	6	10	18	30	50
do	6	10	18	30	50	80
Pole tolerancji	+12	+15	+18	+21	+25	+30
według js 15 (µm)	0	0	0	0	0	0



Dokładność ruchu obrotowego według DIN 1840

Średnica zewnętrzna [mm]	Dopuszczalna odchyłka [mm]
do 100	0,10
powyżej 100	0,16



Bicie wzdłużne (bicie boczne) według DIN 1840

Średnica zewnętrzna [mm]	Dopuszczalna odchyłka [mm]
do 40	0,10
powyżej 40 do 100	0,16
powyżej 100 do 200	0,25
powyżej 200 do 315	0,40

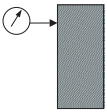


Tabela 7.11 GARANT Piły tarczowe do metalu (VHM)

Numery katalogowe 179800; 179820

DIN 1837; 1838

Posuw (f) Posuw na obrót jest zależny od przekroju i sztywności materiału, uzębienia tarczy oraz konstrukcji piły





Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.		maks.	f_z [mm/ząb] min.		maks.	Chłodzenie
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	150	–	250	0,01	–	0,030	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:20
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	100	–	180	0,005	–	0,025	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:20
2.0	Stale automatowe	< 850	100	–	180	0,005	–	0,025	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:20
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	60	–	120	0,005	–	0,015	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:15
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	100	–	180	0,005	–	0,025	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:20
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	100	–	180	0,005	–	0,025	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:20
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	60	–	120	0,005	–	0,015	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:15
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	60	–	120	0,005	–	0,015	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:15
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	20	–	60	0,002	–	0,010	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:15
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	100	–	180	0,005	–	0,025	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:20
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	60	–	120	0,005	–	0,015	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:15
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	20	–	60	0,002	–	0,010	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:15
7.0	Stale do azotowania	< 1000	60	–	120	0,005	–	0,015	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:15
7.1	Stale do azotowania	> 1000	20	–	60	0,002	–	0,010	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:15
8.0	Stale narzędziowe	< 850	100	–	180	0,005	–	0,025	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:20
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	60	–	120	0,005	–	0,015	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:15
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	20	–	60	0,002	–	0,010	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:15
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	20	–	60	0,002	–	0,010	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:15
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–		–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–		–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–		–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	20	–	60	0,002	–	0,010	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:15
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–		–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			–		–
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	60	–	160	0,005	–	0,015	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:12
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	60	–	160	0,005	–	0,015	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:12
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	60	–	160	0,005	–	0,015	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:12
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	60	–	160	0,005	–	0,015	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:12
14.0	Stopy specjalne	< 1200	20	–	60	0,002	–	0,010	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:15
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	100	–	150	0,005	–	0,010	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:12
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	100	–	150	0,005	–	0,010	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:12
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	100	–	150	0,005	–	0,010	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:12
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	100	–	150	0,005	–	0,010	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:12
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–			–		–
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–			–		–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	400	–	2000	0,010	–	0,040	spręż. powietrze lub na sucho
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		400	–	2000	0,010	–	0,040	spręż. powietrze lub na sucho
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		400	–	1000	0,010	–	0,030	spręż. powietrze lub na sucho
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	200	–	600	0,010	–	0,040	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:50
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	200	–	600	0,010	–	0,040	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:50
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	200		300	0,010	–	0,030	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:50
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	150	–	300	0,020	–	0,060	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:30
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	150	–	300	0,020	–	0,060	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:30
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	150	–	300	0,020	–	0,060	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:30
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	150	–	200	0,020	–	0,040	koncentrat cieczy chłodząco-smar. 1:30
19.0	Grafit			–			–		–
20.0	Termoplasty		3000	–	4500	0,030	–	0,050	spręż. powietrze lub na sucho
20.1	Duroplasty		800	–	2000	0,020	–	0,040	spręż. powietrze lub na sucho
20.2	GFK i CFK		150	–	1000	0,020	–	0,040	spręż. powietrze lub na sucho

Spis treści



Wykaz tabel - wytyczne technologiczne do frezowania 395
Przegląd frezów HSS 398
Przegląd frezów VHM 402
Opis typów narzędzi 407
Przegląd frezów z płytkami skrawającymi 408

1 Metody frezowania 410
1.1 Proces frezowania 410
1.2 Podział metod frezowania 411

2 Frezy 413

3 Parametry skrawania i wielkości warstwy skrawanej oraz siły i zapotrzebowanie mocy 416
3.1 Frezowanie czołowe 417
3.2 Frezowanie obwodowe (frezowanie walcowe) 419

4 Obliczanie czasu głównego przy frezowaniu 420
4.1 Frezowanie czołowe 420
4.1.1 Dobieg i wybieg przy osiowym frezowaniu czołowym 420
4.1.2 Długość odcinka dobiegu i wybiegu przy niewspółosiowym frezowaniu czołowym 421
4.2 Frezowanie obwodowe (frezowanie walcowe) 422

5 Obliczanie parametrów skrawania 423
5.1 Parametry robocze przy interpolacji kołowej 423
5.1.1 Parametry robocze przy interpolacji kołowej 423
5.1.2 Frezowanie z posuwem wgłębnym 424
5.1.3 Określanie prędkości posuwu w odniesieniu do osi narzędzia 424
5.2 Parametry robocze przy frezowaniu naroży 425

6 Czynniki wpływające na wynik frezowania 426
6.1 Wybór średnicy freza 426
6.2 Wybór położenia freza 426

7 Zastosowanie frezów 427
7.1 Frezowanie płaszczyzn 427
7.2 Frezowanie wewnętrzne i zewnętrzne 428
7.3 Frezowanie materiałów twardych z zastosowaniem frezów z płytkami skrawającymi 429
7.4 Frezowanie materiałów twardych za pomocą frezów trzpieniowych VHM 430
7.5 Frezowanie materiału twardego - Toolox 44 - za pomocą SECO Feedmaster 431
7.6 Frezowanie materiałów twardych za pomocą głowic SECO Minimaster z wysokimi posuwami 432
7.7 Minimaster 433

8 Wskazówki do usuwania usterek przy frezowaniu 434

9 Wytyczne technologiczne do frezowania 435
9.1 Sposób posługiwania się tabelami wytycznych technologicznych 435
9.2 Wskazówki przy określaniu optymalnych parametrów skrawania 435

Wykaz tabel - wytyczne technologiczne do frezowania

Frez	Materiał narzędzia / powłoka / obróbka / cechy szczególne				Nr tab.	Strona
Frezy z ostrzami stałymi						
Frezy tarczowe	HSS-Co5				8.7	436
Frezy walcowe	HSS-Co				8.8	438
Frezy trzpieniowe	HSS / PM (niepowlekane, powlekane)		Obróbka zgrubna	obrysu (frezowanie obrysu)	8.9	442
				pełny rowek / wgłębna	8.10	448
				kopiowanie	8.11	454
				wcinanie / frezowanie cyrkul.	8.12	460
			Obróbka wykańczająca	obrysu	8.13	466
				kopiowanie	8.14	472
	PM (powlekane)	191075	Obróbka zgrubna	pełny rowek / wgłębna	8.15	478
				obrysu (frezowanie obrysu)		
	SPM (powlekane)	191632	Obróbka wykańczająca	frezowanie obwodowe	8.16	480
		192852	Obróbka zgrubna	pełny rowek / wgłębna	8.17	482
		192855		obrysu (frezowanie obrysu)	8.18	484
		192895	Obróbka zgrubna	pełny rowek / wgłębna	8.19	486
				obrysu (frezowanie obrysu)	8.20	488
	VHM (niepowlekane, powlekane)		Obróbka zgrubna	obrysu (frezowanie obrysu)	8.21	490
				pełny rowek / wgłębna	8.22	494
				kopiowanie	8.23	498
				wcinanie / frezowanie cyrkul.	8.24	502
			Obróbka wykańczająca	obrysu	8.25	506
				kopiowanie	8.26	510
	VHM (powlekana)		Obróbka wykańczająca HSC	obrysu	8.27	514
				kopiowanie	8.28	516
	Frezy zgrubne VHM z linią śrubową 45° HPC 205690/205695		Obróbka zgrubna	pełny rowek / wgłębna	8.29	520
			Obróbka wykańczająca	frezowanie obwodowe	8.30	522
	Frezy zgrubne VHM z linią śrubową 45° HPC 205693		Obróbka zgrubna	pełny rowek / wgłębna	8.31	524
			Obróbka wykańczająca	frezowanie obwodowe		
	Frezy zgrubne VHM HPC 205697		Obróbka zgrubna	pełny rowek / wgłębna	8.32	526
			Obróbka wykańczająca	frezowanie obwodowe		
	Frezy zgrubne VHM HPC 202340		Obróbka zgrubna	frezowanie obwodowe	8.33	528
	Frezy zgrubne VHM HPC 203030; 203040		Obróbka zgrubna	frezowanie obwodowe	8.34	529
	frezy zgrubne VHM z powłoką ZOX HPC 202248; 202253		Obróbka zgrubna	długie, bardzo długie	8.35	530
	Frezy zgrubne VHM z powłoką ZOX HPC 202548; 202551			długie, bardzo długie	8.36	531
	Frezy zgrubne VHM z powłoką ZOX HPC 203170; 203175; 203178				8.37	532
	VHM (powlekane) Diabolo		frezy trzpieniowe HPC / frezy torusowe HPC	frezowanie materiałów twardych	8.38	533
			frezy promieniowe HPC	frezowanie materiałów twardych	8.39	534

Wykaz tabel - wytyczne technologiczne do frezowania (ciąg dalszy)

Frez	Materiał narzędzia / powłoka / obróbka / cechy szczególne			Nr tab.	Strona
Frezy z ostrzami stałymi					
Frezy trzpieniowe	Frezy konturowe VHM			8.40	534
	Frezy trzpieniowe VHM 203000, frezy torusowe HPC 206350			8.41	535
	Frezy kuliste VHM z trzema ostrzami czołowymi 207420	Obróbka wykańczająca obrysu		8.42	536
Wysokowydajne frezy do rowków VHM (powlekane) 208025				8.43	537
Frezy kształtowe	Frezy do rowków teowych VHM typu N i NF 208032/208034			8.44	538
	Frezy kątowe VHM 208035-208038		kształt C 45°/60°	8.45	539
			kształt D 45°/60°	8.46	540
Frezy kształtowe			obrysu	8.47	541
Frezy trzpieniowe	Powlekane diamentem frezy z chwytem VHM	Obróbka wykańczająca	mikrofrezy rowek pełny / obrys / kopiowanie	8.48	542
		Obróbka zgrubna / wykańczająca	rowek pełny / obrys / kopiowanie	8.49	543
	Frezy z ostrzami z PKD i chwytem VHM	Obróbka zgrubna / wykańczająca	rowek pełny / obrys / kopiowanie	8.50	544
W załączniku dodatkowe tabele dla					
203415	Frezy HPC wysokiej dokładności				750
205590	Frezy zgrubne HPC, długi wysięg				751
205696	Frezy zgrubne HPC				752
206355	Frezy torusowe HPC do tytanu				754



Wykaz tabel - wytyczne technologiczne do frezowania (ciąg dalszy)

Frez	Materiał narzędzia / powłoka / obróbka / cechy szczególne		Nr tab.	Strona
Frezy z ostrzami rozłącznymi				
Frezy do wcinania i kopiowania, do obróbki narzędzi i form	211805–211810	GARANT, duża płytka VCGT 22	8.51	545
	211845–211850	GARANT, mała płytka VDGT 11		
	212070–212170	GARANT, płytka okrągła RDHX		
Frezy do wcinania w metalach nieżelaznych i tworz. sztucznych	211805–211810	GARANT, duża płytka VCGT 22	8.52	546
	211845–211850	GARANT, mała płytka VDGT 11		
SECO Aeromaster do metali nieżelaznych	220230–220234	SECO, duża płytka VPGX 22	8.53	547
Frezy do kopiowania Universal	212070–212170	GARANT, okrągłe płytki RDHX	8.54	548
	212675	GARANT, frezy torusowe	8.55	550
	212800–212820	GARANT, frezy kuliste do kopiowania	8.56	552
SECO Feedmaster	220250–220260	Frezy do kopiowania, dla ekstremalnie wysokich posuwów	8.57	554
Frezy do płaszczyzn	213300	GARANT, głowice frezowe do płaszczyzn 43° Octo, płytka OFKX 05	8.58	558
	213700	GARANT głowice frezowe do płaszczyzn 45° — płytka SEKN 12	8.59	560
	214200	GARANT głowice frezowe do płaszczyzn 45° — płytka SEKA 12	8.59	560
	214395, 214400	GARANT, głowice frezowe do planowania, wieloostrzowe, 45°, płytka SDHX 09	8.60	562
	222000–222010	SECO, głowice frezarskie 43° Octomill, płytka OFEX 07	8.61	564
Głowice frezarskie kątowe	215045, 215050	GARANT, głowice frezarskie kątowe i do planowania 90°, płytka SOMT 09	8.62	566
	215098, 215100	GARANT, głowice frezarskie 90°, płytka APKT 16	8.63	568
	215180–215260	GARANT, głowice frezarskie kątowe 90° Softcut, płytka ANGT 16	8.64	570
	215800–215870	GARANT, głowice frezarskie kątowe 90° Softcut, płytka APKT 10	8.65	572
	215380–215550	GARANT, głowice frezarskie kątowe 90° Softcut, płytki ANMT 10	8.66	574
	223050–223240	SECO, głowice frezarskie kątowe 90° Turboline, płytka XOMX	8.67	576
Obwodowe frezy kolczatkowe	215240, 215260	GARANT, frezy zgrubne Softcut, płytka ANGT 16	8.68	578
	215500, 215550	GARANT, frezy zgrubne Softcut, płytka ANMT 10	8.69	580
	215860	GARANT, frezy zgrubne Softcut, płytka APKT 10	8.70	582
Frezy specjalne	215096	GARANT, frezy do fazowania 15° do 75°, płytka APKT 16	8.71	584
	216100	GARANT, frezy do fazowania 45°, płytka SDLX 09	8.72	586
	216620	GARANT frezy przestawne do pogłębiania, płytka TOHX 09	5.7	352
Frezy cyrkulacyjne	217250–217405	GARANT system frezów cyrkulacyjnych z płytkami wielobocznymi i trójkątnymi	8.73	588
Frezowanie z systemem głowic wymiennych	220100–220195	SECO Minimaster — Frezowanie otworów, frezowanie rowków pełnych, frezowanie narożników	8.74	590
		SECO Minimaster — Frezowanie kopiowe	8.75	594
Frezy tarczowe	226001–226010	SECO Frezy tarczowe — Płytki mocowane zaciskowo	8.76	596
	226050–226065	SECO Frezy tarczowe — Płytki 4-krawędziowe, przykręcane stycznie	8.77	598
	226156–226159	SECO Frezy tarczowe — Do gniazda płaskiego	8.78	600

Przegląd frezów HSS



oznaczenia frezów ▶	walcowo-czołowe						walc.-czołowe zgrubno-wykańczające				walcowo-czołowe zgrubne		
DIN ▶	841	1880 T1	1880 T1	1880 T1	841	1880 T1	1880 T1	841	1880 T1	1880 T1	1880 T1	841	1880 T1
numer katalogowy	181000	181500	181520	181750	181100	181700	181850	182700	182500	182520	182300	182600	182200
typ freza	N	N	N	N	H	W	NF	NF	NF	NF	HR	NR	NR
materiał skrawający	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co8	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co10	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co10	HSS-Co5	HSS-Co5
liczba ostrzy	6 – 12	6 – 12	6 – 10	6 – 12	10 – 18	3 – 5	6 – 10	5 – 12	6 – 12	6 – 10	6 – 12	5 – 12	6 – 12
powłoka			TiN	TiAlN						TiN			
zakres wielkości (∅ mm)	30 × 30 – 110 × 35	40 × 32 – 100 × 50	40 × 32 – 80 × 45	40 × 32 – 100 × 50	30 × 30 – 110 × 35	40 × 32 – 125 × 56	40 × 32 – 100 × 50	30 × 30 – 110 × 35	40 × 32 – 125 × 56	40 × 32 – 100 × 50	40 × 32 – 100 × 50	30 × 30 – 110 × 35	40 × 32 – 125 × 56
▼ przeznaczenie													
aluminium dające krótki wiór						●							
aluminium dające długi wiór						●							
odlew aluminiowy > 10% Si						○							
stal < 500 N/mm²	●	●	●	●		○		●	●			●	●
stal < 750 N/mm²	●	●	●	●	○			●	●	●		●	●
stal < 900 N/mm²	○	○	●	●	●		●	○	○	●	●	○	○
stal < 1100 N/mm²			○	●	●		●			●	●		
stal < 1400 N/mm²							●				●		
stal > 45 HRC													
INOX < 900 N/mm²			○	●			●	○	○	●	●	○	○
INOX > 900 N/mm²				○			●			○	●		
Ti > 850 N/mm²				○			○				○		
żeliwo szare (G)					○								
mosiądze	○			○	●		○	○	○	○	○	○	○
grafit i G(C)FK, duroplasty													
uniwersalne	○	○	●	●	○		●	●	●	●	●	●	●

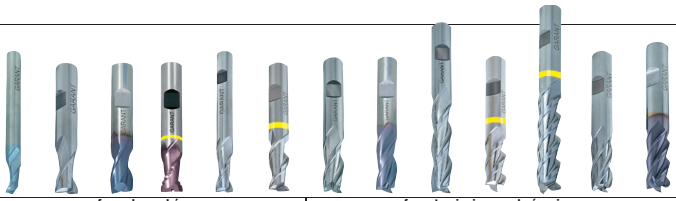
Przegląd frezów HSS



oznaczenia frezów ▶	walcowo-czołowe zgrubne		tarczowe			kształtowe						
DIN ▶	1880 T1	1880 T1	885 A	1834 A	885 A	856	855 A	6513	842 A	847	847	847
numer katalogowy	182220	182750	185000	185500	185820	186000	186200	186400	187200	187510	187610	187710
typ freza	NR	HR	N	N	N							
materiał skrawający	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS	HSS
liczba ostrzy	6 – 12	8 – 12	14 – 38	22 – 48	14 – 26	10 – 14	10 – 12	10 – 12	16 – 28	22 – 30	20 – 28	16 – 22
powłoka	TiN	TiAlN										
zakres wielkości (∅ mm)	40 × 32 – 125 × 56	40 × 32 – 100 × 50	63 × 2,5 – 250 × 16	50 × 1,6 – 160 × 10	50 × 3 – 160 × 14	1,6 – 16	1,6 – 16	2 – 12	40 × 13 – 125 × 40	50 × 8 – 100 × 18	50 × 10 – 100 × 25	50 × 14 – 100 × 32
▼ przeznaczenie												
aluminium dające krótki wiór												
aluminium dające długi wiór			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
odlew aluminiowy > 10% Si			○	○								
stal < 500 N/mm²			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal < 750 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal < 900 N/mm²	●	●	●	●	●							
stal < 1100 N/mm²	●	●	●									
stal < 1400 N/mm²		●										
stal > 45 HRC												
INOX < 900 N/mm²	●	●	●	○	○							
INOX > 900 N/mm²	○	○	○									
Ti > 850 N/mm²		○	●									
żeliwo szare (G)			●			○	○	○	○	○	○	○
mosiądze	○	○	●	○	○	○	○	○				
grafit i G(C)FK, duroplasty												
uniwersalne	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○

● = bardzo dobre; ○ = po spełnieniu określonych warunków

Przegląd frezów HSS



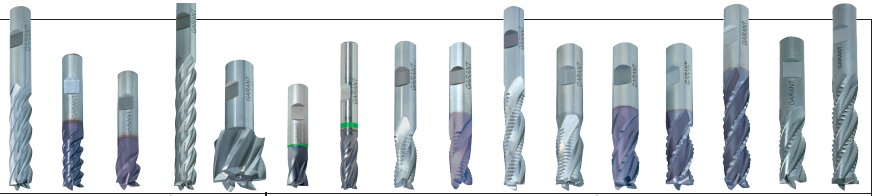
oznaczenie frezów ▶	frezy do rowków						frezy trzpieniowe wykańczające						
DIN ▶	WN			327			844						
kr. / dł. / barwny pierścień ▶					długie				długie		długie		
nr katalogowy	190730–190750	191000	191050	191075	191080	191100	191200	191250	191280	191320	191340	191500	191520
typ freza	W	N	N	WF	N	W	N	N	N	W	W	N	N
materiał skrawający	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-PM
ilość ostrzy	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4 – 6	4 – 6
wewn. kanały chłodz. (IK)													
powłoka	TiAlN		TiAlN	TiCN				TiAlN					TiAlN
zakres wielkości (Ø mm)	3 – 10	1 – 40	2 – 20	2 – 20	2 – 40	2 – 32	1,5 – 32	2 – 25	3 – 30	3 – 32	6 – 30	2 – 40	3 – 25
▼ przeznaczenie													
aluminium dające długi wiór	●			●									
aluminium dające krótki wiór	●	○	○	●	○	●	○	○	○	●	●	○	○
odlew aluminiowy > 10% Si	○	○	○	○		○		○		○	○		○
stal < 500 N/mm²	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal < 750 N/mm²		●	●		●		●	●	●			●	●
stal < 900 N/mm²		○	●		○		○	●	○			○	●
stal < 1100 N/mm²			●					●					●
stal < 1400 N/mm²			○					○					○
stal > 45 HRC													
INOX < 900 N/mm²			●					●					●
INOX > 900 N/mm²			○					○					○
Ti > 850 N/mm²													
żeliwo szare (G)		○	○		○		○	○	○			○	○
mosiądze	○	○	○	○	○		○	○	○			○	○
grafit i G(C)FK, duroplasty	○		○					○					○
uniwersalne		●	●		●		●	●	●			●	●



oznaczenie frezów ▶	frezy zgrubne												
DIN ▶	844												327
kr. / dł. / barwny pierścień ▶			długie				długie	długie			długie		
nr katalogowy	192400	192445	192480	192490	192510	192530	192520	192540	192600	192645	192710	192840	192852
typ freza	NR	NR	NR	WR	WR	WR	WR	WR	NR	NR	NR	HR	HRF
materiał skrawający	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8	SPM
ilość ostrzy	3	3	3	3	3	3	3	3	4 – 6	4 – 6	4 – 6	3 – 5	4 – 6
wewn. kanały chłodz. (IK)					IK								
powłoka		TiAlN				TiAlN		TiAlN		TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
zakres wielkości (Ø mm)	6 – 40	6 – 30	6 – 40	6 – 30	10 – 20	6 – 30	10 – 30	10 – 30	6 – 40	6 – 32	6 – 40	4 – 30	10 – 32
▼ przeznaczenie													
aluminium dające długi wiór				●	●		●						
aluminium dające krótki wiór	○	○	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○
odlew aluminiowy > 10% Si				○	○	●							
stal < 500 N/mm²	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●
stal < 750 N/mm²	●	●	●						●	●	●	●	●
stal < 900 N/mm²	○	●	○						●	●	●	●	●
stal < 1100 N/mm²		●							○	●		●	○
stal < 1400 N/mm²		○								○		○	
stal > 45 HRC													
INOX < 900 N/mm²		●		○	○	○	○	○		●	●	●	●
INOX > 900 N/mm²		○								○	○	○	●
Ti > 850 N/mm²													
żeliwo szare (G)	○	○	○						○	○	○	○	
mosiądze	○	○	○							○	○	○	
grafit i G(C)FK, duroplasty		○				○		○		○			○
uniwersalne	●	●	●						●	●	●	●	○

● = bardzo dobre; ○ = po spełnieniu określonych warunków

Przegląd frezów HSS



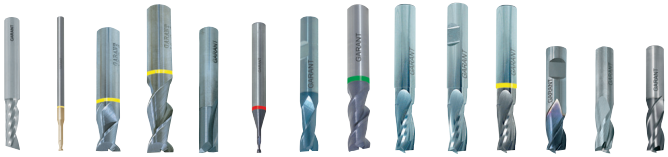
frezy trzpieniowe wykańczające					frezy zgrubno wykańczające										
844		327	WN		327	844									
długie			b. długie						długie				długie		długie
191530	191580	191600	191620	191630	191632	191634	191640	191650	191700	191710	191720	191740	191760	191850	191870
N	N	N	N	N	UNI	UNI	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF
HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co5	SPM	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8
5 – 7	4	4	5	6 – 8	4	4	3	3	3	4 – 6	4 – 6	4 – 6	4 – 6	4 – 6	4 – 6
	TiAlN	TiAlN			TiAlN	TiAlN		TiAlN			TiAlN	TiAlN	TiAlN		
5 – 40	6 – 25	6 – 20	6 – 20	30 – 50	10 – 32	3 – 32	6 – 30	6 – 30	8 – 40	6 – 40	6 – 32	4 – 30	4 – 30	6 – 40	6 – 32
○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	○					○									
●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
○	●	●	○	○	●	●	○	●	○	○	●	●	●	○	○
	●	○			●	●						●	●		
	○				●	●						○	○		
	●	●			○	●		●			●	●	●		
	○	○			●	●		○			○	●	●		
○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
											○	○	○		
●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●



frezy zgrubne								frezy kątowe do rowków	frezy promieniowe						frezy z chwyt. MK
844					327			WN	WN				844		845
				długie							długie	długie			
192855	192860	192895	192910	192920	192950	192951	192970	194010 – 194120	194220	194302	194322	194350	194360	194370	198000 – 198750
HRF	HR	HRF	HR	HR	HR	HR	NR			N	N	N	NR	HR	N / NR
SPM	HSS-PM	SPM	HSS-PM	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co5	HSS-Co5	HSS-PM	HSS-PM	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co8	HSS-Co5/8
4 – 6	3 – 6	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4	4	5 – 6	6 – 14	4 – 6	2	2	2	3 – 5	3 – 5	4 – 6
			IK												
TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN				TiAlN	TiAlN	TiAlN		TiAlN	
10 – 32	4 – 32	10 – 20	10 – 32	10 – 30	6 – 20	6 – 20	30 – 50	10,5 – 45,5	1 – 16	2 – 32	3 – 32	3 – 30	8 – 40	8 – 25	12 – 40
								○	○						
○	○		○	○	○	○	○	●	●	○	○	○	○	○	○
				○						○					
●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	○		○	●	●	●	●	●	●
○	●	●	●	●	●	●	○			●	●	○	○	○	○
	●	○	●	●	○	●				○	○				
●	●	○	●	●	●	●				●	●	●		●	
●	○	●	○	○	○	○				○	○	○		○	
		○													
	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○		○	○	○	○				○	○			○	
○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● = bardzo dobre; ○ = po spełnieniu określonych warunków

Przegląd frezów VHM



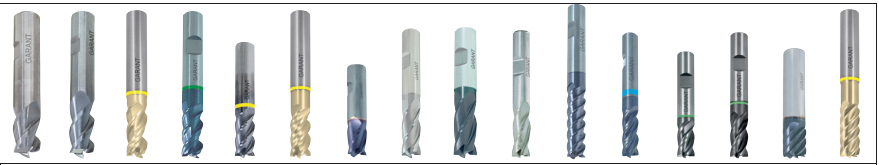
oznaczenia frezów ▶	frezy trzpieniowe													
DIN ▶	zakład.	zakład.	6527	6527	zakład.	zakład.	6527	6527	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	6527
krótki/dł./barwny pierśc. ▶		długie		długie		długie			długie	długie	długie	krótkie		
numer katalogowy	201020 – 201040	201080 – 201120	201160	201240	201320	201360 – 201400	201630	201645	201680	201720	201730	201770	201960	202075
typ freza	W	W	W	W	N	H	N	N	W	W	W	N	N	N
materiał skrawający	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
liczba ostrzy	1	2	2	2	2	2	2	2	2 – 3	2 – 3	2 – 3	3	3	3
HSC/HPC	HSC	HSC	HSC	HSC		HSC			HSC		HSC			
powłoka		ZOX				TiAlN	TiAlN	TiAlN			TiAlN	TiAlN		TiAlN
zakres wielkości (Ø mm)	1,5 – 12	0,6 – 2,3	2 – 20	2 – 20	2 – 12	0,6 – 2,3	0,25 – 20	3 – 20	4 – 20	6 – 20	4 – 20	0,5 – 20	2 – 20	3 – 20
▼ przeznaczenie														
aluminium dające długi wiór	●	●	●	●					●	●				
aluminium dające krótki wiór	●	●	●	●	○		○	○	●	●	●	○	○	○
odlew aluminiowy > 10% Si	●	●	●	●	○		○	○			●	○	○	●
stal < 500 N/mm²							●	●				●	●	●
stal < 750 N/mm²					●		●	●				●	●	●
stal < 900 N/mm²					●	●	●	●				●	●	●
stal < 1100 N/mm²					●	●	●					●	●	
stal < 1400 N/mm²					●	●	●					●		
stal > 45 HRC					●	●								
INOX < 900 N/mm²					●		●	●				●	●	●
INOX > 900 N/mm²					●		●	●				○	○	○
stopy Ti > 850 N/mm²														
żeliwo szare (G)					●		●	○				●	●	●
mosiądze					●									
grafit i G(C)FK, duroplasty	○	○	○	○	○						○			
uniwersalne							●	●				●	●	●



oznaczenia frezów ▶	frezy trzpieniowe							f. do matr.	frezy zgrubne				
DIN ▶	6527	zakład.	zakład.	zakład.	6527	zakład.	6527	zakład.	6527	6527	6527	6527	6527
krótki/dł./barwny pierśc. ▶		długie	b. długie	b. długie				długie	krótkie	krótkie	długie	długie	
numer katalogowy	203210	203280	203370	203380	203410	203415	203440 – 203480	204005 – 204440	205010	205040	205080	205130	205160
typ freza	H	H	H	H	N	N	N	N	WF	WF	WF	WF	NF
materiał skrawający	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
liczba ostrzy	4 – 10	6 – 10	6 – 10	6 – 10	6 – 8	6 – 8	6 – 8	4 – 6	2	2	2	2	4
HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC			(HSC)		HSC		HSC		
powłoka	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN		TiAlN	TiAlN	(TiAlN)	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
zakres wielkości (Ø mm)	2 – 20	6 – 20	12 – 25	6 – 20	6 – 20	6 – 20	5 – 20	2-16	4 – 20	4 – 20	4 – 20	4 – 20	6 – 20
▼ przeznaczenie													
aluminium dające długi wiór									●	●	●	●	
aluminium dające krótki wiór					○		○	○	●	●	●	●	○
odlew aluminiowy > 10% Si					○	○	○	○	●	●	●	●	○
stal < 500 N/mm²					●	●	●	●					●
stal < 750 N/mm²					●	●	●	●					●
stal < 900 N/mm²	○	○	○	○	●	●	●	●					●
stal < 1100 N/mm²	○	○	○	○	●	●	●	●					●
stal < 1400 N/mm²	●	●	●	●		●	●						
stal > 45 HRC	●	●	●	●		○	○						
INOX < 900 N/mm²					●	●	●	●					○
INOX > 900 N/mm²						○		○					●
stopy Ti > 850 N/mm²													
żeliwo szare (G)	●	●	●	●	●	○	●	●					●
mosiądze									○	○	○	○	
grafit i G(C)FK, duroplasty								○					
uniwersalne					●	●	●	●					●

● = bardzo dobre; ○ = po spełnieniu określonych warunków

Przegląd frezów VHM



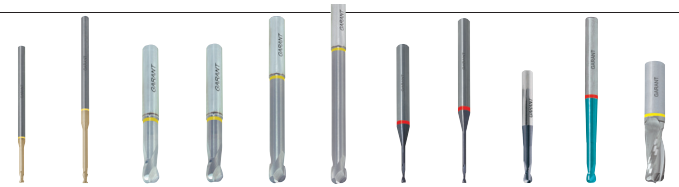
frezy trzpieniowe															
6527	6527	zakład.	6527	6527	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	6527	6527	6527	6527	zakład.
						krótkie	długie	długie	długie					krótkie	
202120 – 202210	202240 – 202320	202248 – 202253	202340	202480 – 202510	202548 – 202551	202555	202640	202720	202800 – 202840	202880 – 202960	203000	203030	203040	203160	203170 – 203178
N	N	W	N	W	W	N	N	H	N	H	N	N	N	N	W
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6 – 8	6 – 8
(HSC)	(HSC)	HSC/HPC	HPC	(HSC)	HSC/HPC					HPC	HPC	HPC	HPC		HPC
(TiAlN)	(TiAlN)	ZOX	TiAlN		ZOX	TiAlN		TiAlN		TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	ZOX
3 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	3 – 20	2 – 14	2 – 25	2 – 25	3 – 25	4 – 20	4 – 20	3 – 20	3 – 20	6 – 20	6 – 25
		○		●	○										●
○	○	●	○	●	●	○	○	○	○		○			○	●
○	○	●	○	●	●	○	○		○		○			○	●
●	●		●			●	●		●		●	●	●	●	○
●	●		●			●	●		●		●	●	●	●	
●	●		●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●	●		●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	
○	●		●			●	●	●	●	●	●				
○	○		○			●	○	●	○	●				●	
●	●		●			●	●	●	●		●	○	○	●	
●	●		●			○	○	○			●	○	○		
											○				
●	●		●			●	●	●	●	●		●	●	●	
		●			●										●
				○											
●	●		●			●	●	●	●		○	●	●	●	



frezy zgrubne																
6527	zakład.	6527	6527	6527	6527	6527	zakład.	6527	6527	6527	6527	6527	6527	zakład.	zakład.	zakład.
	długie				krótkie		b. długie		krótkie					b. długie		
205210	205240	205400	205440	205480	205530	205560	205590	205680	205690	205693	205695	205696	205697	205720	205760	
HF	WR	WR	WR	HR	HR	HR	NR	HR	HR	HR	HR	HR	HR	W	W	
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	
4 – 6	2 – 3	3	3	3 – 4	3 – 4	3 – 5	4	3 – 4	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4 – 5	4 – 5	Upcut	Downcut	
	HSC	HSC/IK	IK	HPC	IK/HPC	HPC	HPC	IK/HPC	HPC	HPC	HPC	IK/HPC	HPC	HSC	HSC	
TiAlN				TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN			
6 – 25	6 – 20	8 – 20	8 – 20	5 – 20	8 – 20	4 – 25	6 – 20	8 – 20	6 – 20	6 – 20	6 – 25	6 – 20	6 – 20	2 – 10	2 – 10	
	●	●	●													
	●	●	●	○	○	○		○								
	●	●	●	○	○	○		○						●	●	
●				●	●	●		●				○	○			
●				●	●	●	●	●	●		●	●	●			
●				●	●	●	●	●	●		●	●	●			
●				●	●	●	●	●	●	○	●	●	●			
				●	●	●	○	●	●	○	●	●	●			
				○	○	○		○	○	○	○	●	○			
					●		●		●	●	●	●	○			
				●		●	○	●	○	●	○	○	○			
									●	●	●	●	○			
●				●	●	●	●	●	●		●	●	●			
		○	○											●	●	
				●	●	●		●	●		●	●	●			

● = bardzo dobre; ○ = po spełnieniu określonych warunków

Przegląd frezów VHM



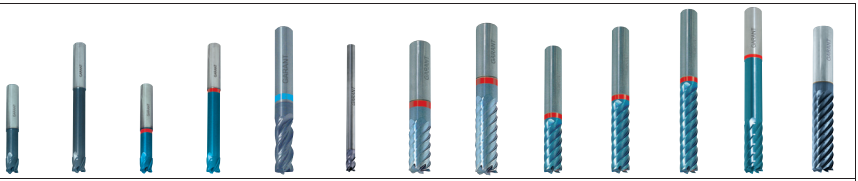
oznaczenia frezów ▶	frezy torusowe										
DIN ▶	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa
krótki/dł./barwny pierśc. ▶	długie	b. długie			b. długie	b. długie	długie	b. długie		b. długie	długie
numer katalogowy	206010	206030	206040	206060	206080	206085	206100	206120	206140	206160	206220
typ freza	W	W	W	W	W	W	H	H	N	H	W
materiał skrawający	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
liczba ostrzy	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2 – 3
HSC/HPC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC
powłoka	ZOX	ZOX		TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
zakres wielkości (Ø mm)	0,6 – 2,3	0,6 – 2,3	3 – 16	3 – 16	3 – 16	6 – 16	0,6 – 2,3	0,6 – 2,3	1 – 4	0,8 – 12	4 – 20
▼ przeznaczenie											
aluminium dające długi wiór	●	●	●	●	●	●					
aluminium dające krótki wiór	●	●	●	●	●	●			○		●
odlew aluminiowy > 10% Si	●	●	●	●	●	●			○		○
stal < 500 N/mm²											
stal < 750 N/mm²											
stal < 900 N/mm²							●	●	●	●	
stal < 1100 N/mm²							●	●	●	●	
stal < 1400 N/mm²							●	●	●	●	
stal > 45 HRC							●	●	○	●	
INOX < 900 N/mm²									●		
INOX > 900 N/mm²									○		
stopy Ti > 850 N/mm²											
żeliwo szare (G)									●	●	
mosiądze											
grafit i G(C)FK, duroplasty	○	○		○	○	○					○
uniwersalne									●		



oznaczenia frezów ▶	frezy promieniowe													
DIN ▶	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa
krótki/dł./barwny pierśc. ▶	długie	b. długie	krótkie	długie	b. długie	b. długie			b. długie	b. długie	długie	b. długie	b. długie	krótkie
numer katalogowy	207000	207020	207030	207070	207090	207091	207105	207115	207135	207175	207215	207230	207240	
typ freza	W	W	W	W	W	W	N	N	N	H	H	H	H	
materiał skrawający	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	
liczba ostrzy	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
HSC/HPC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC				HSC	HSC	HSC	HSC/HPC	
powłoka	ZOX	ZOX	ZOX	ZOX	ZOX	ZOX		TiAlN		TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	
zakres wielkości (Ø mm)	0,6 – 2,3	0,6 – 2,3	3 – 20	3 – 20	3 – 16	3 – 10	1 – 20	1 – 20	3 – 20	1 – 10	0,6 – 2,3	0,6 – 2,3	0,1 – 20	
▼ przeznaczenie														
aluminium dające długi wiór	●	●	●	●	●	●	○		○					
aluminium dające krótki wiór	●	●	●	●	●	●	○	○	○					
odlew aluminiowy > 10% Si	●	●	●	●	●	●	○	○	○					
stal < 500 N/mm²							●	●	●	●				
stal < 750 N/mm²							●	●	●	●				
stal < 900 N/mm²							●	●	●	●	●	●	●	
stal < 1100 N/mm²							●	●	●	●	●	●	●	
stal < 1400 N/mm²								●		●	●	●	●	
stal > 45 HRC								●			●	●	●	
INOX < 900 N/mm²							●	●	●	●			●	
INOX > 900 N/mm²							○	○					○	
stopy Ti > 850 N/mm²														
żeliwo szare (G)							●	●	●	●			●	
mosiądze							○	○	○				○	
grafit i G(C)FK, duroplasty	○	○	○	○	○	○								
uniwersalne							●	●	●	●				

● = bardzo dobre; ○ = po spełnieniu określonych warunków

Przegląd frezów VHM



frezy torusowe												
zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	6527	zakładowa	6527	6527	6527	6527	6527	zakładowa	zakładowa
krótkie	długie	krótkie	długie		b. długie	długie	b. długie	krótkie	długie	b. długie	b. długie	długie
206280	206300	206320	206340	206350	206360	206380	206400	206420	206440	206460	206480	206500
H	H	H	H	N	N	H	H	H	H	H	H	N
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
4	4	4	4	4	4	6 – 8	6 – 8	6 – 10	6 – 10	6 – 10	6 – 10	6 – 8
HSC	HSC	HSC/HPC	HSC/HPC	HPC	HSC	HSC	HSC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	
TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN
1 – 20	1 – 20	1 – 16	1 – 16	4 – 20	7 – 17	6 – 20	6 – 20	6 – 20	6 – 20	12 – 20	12 – 20	6 – 20
				○	○							○
				○	○							○
				●								●
				●								●
●	●	○	○	●	●	●	●	○	○	○	○	●
●	●	○	○	●	●	●	●	○	○	○	○	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	
●	●			●	●							●
				●							○	
				○								
●	●				●							●
				○	○							●



frezy promieniowe															
zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	zakładowa	6527	6527	zakładowa	zakładowa	6527
krótkie	długie	długie	b. długie			długie	b. długie		długie	krótkie	b. długie	krótkie	długie		
207255	207280	207300	207320	207340	207345	207360	207370	207380	207430	207450	207460	207470	207475	207510	
H	H	H	H	H	H	H	H	N	H	N	N	H	H	HR	
VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	
2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	4	4	4	3 – 4	
HPC	HSC/HPC	HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC/HPC	HSC		HSC	HSC	HSC	HSC/HPC	HSC/HPC		
TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	
0,5 – 20	1 – 20	1 – 20	3 – 14	0,1 – 20	0,1 – 6	1 – 20	0,6 – 12	3 – 20	3 – 12	3 – 20	3 – 20	2 – 20	2 – 20	5 – 20	
										○	○			○	
										○	○			○	
								●		●	●			●	
										●	●			●	
●	●	●	●	○	○	○	○		●	●	●	○	○	●	
●	●	●	●	○	○	○	○		●	●	●	○	○	●	
●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●		
●	●	●	●	●	●	●	●		●	○	○	●	●		
●	●	●	●					●		●	●			●	
○	○	○	○					●		○	○				
								○							
●	●	●	●					○	●	●	●			●	
○	○	○	○												
										●	●			●	

● = bardzo dobre; ○ = po spełnieniu określonych warunków

Przegląd frezów VHM

Program frezów VHM – frezy spec., z powłoką PKD i diamentową | **Informacja**



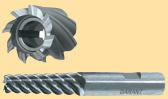
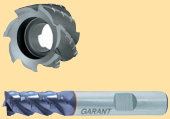
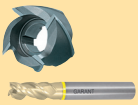
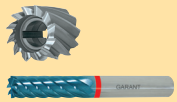
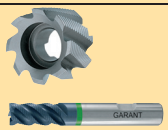
oznaczenie frezów ▶	frezy specjalne											
DIN ▶	zakład.	850	851	851	1833	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.
krótki/dł./barwny pierśc. ▶	długie					60°	90°	120°	90° / 60°	b. długie	b. długie	b. długie
numer katalogowy	208020	208025	208032	208034	208035 – 208038	208040	208070	208080	208110 – 208160	208168	208170	208180
typ freza	N	N / NF	N	NF		N	N	N	N	N	N	N
materiał skrawający	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM	VHM
liczba ostrzy	4	6 – 10	6 – 8	6 – 8	6 – 14	1	2	2	4	4	4	4
powłoka	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN	TiAlN				(TiAlN)	TiAlN	TiAlN	TiAlN
zakres wielkości (Ø mm)	0,2 – 10	10,5 – 45,5	12,5 – 32	12,5 – 32	16 – 38	3 – 6	3 – 12	3 – 12	4 – 12	0,2 – 0,5	0,2 – 1,5	3 – 12
▼ przeznaczenie												
aluminium dające długi wiór	●					●	●	●	●			
aluminium dające krótki wiór	●	○			●	●	●	●	●	●	●	●
odlew aluminiowy > 10 % Si	●	○	○	○		●	●	●	●	●	●	●
stal < 500 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal < 750 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal < 900 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal < 1100 N/mm²	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
stal < 1400 N/mm²		○	○	○	○							
stal > 45 HRC									○			
INOX < 900 N/mm²	●	●				●	●	●	●	●	●	●
INOX > 900 N/mm²	●								●			
stopy Ti > 850 N/mm²												
żeliwo szare (G)	●					●	●	●	●	●	●	●
mosiądze												
grafit i G(C)FK, duroplasty	○					○	○	○	○	○	○	○
uniwersalne	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●



oznaczenie frezów ▶	frezy trzpieniowe		frezy torusowe						frezy promieniowe					
DIN ▶	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.	zakład.
krótki/dł./barwny pierśc. ▶	b. długie	b. długie	długie	b. długie	długie	b. długie	b. długie	b. długie	długie	b. długie	długie	b. długie	b. długie	b. długie
numer katalogowy	209015	209020	209040	209060	209080	209115	209120	209140	209165	209185	209210	209220	209240	209260
typ freza	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
materiał skrawający	PKD	PKD	VHM	VHM	VHM	VHM	PKD	PKD	VHM	VHM	VHM	VHM	PKD	PKD
liczba ostrzy	1 – 2	1 – 2	2	2	2	2	1 – 2	1 – 2	2	2	2	2	1 – 2	1 – 2
HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC	HSC
powłoka			diament	diament	diament	diament			diament	diament	diament	diament		
zakres wielkości (Ø mm)	2 – 12	2 – 12	0,6 – 2,3	0,6 – 2	2 – 12	2 – 12	2 – 12	2 – 10	0,6 – 2,3	0,6 – 2,3	1 – 12	1 – 12	2 – 12	2 – 12
▼ przeznaczenie														
aluminium dające długi wiór														
aluminium dające krótki wiór	○	○					○	○					○	○
odlew aluminiowy > 10 % Si	○	○					○	○					○	○
stal < 500 N/mm²														
stal < 750 N/mm²														
stal < 900 N/mm²														
stal < 1100 N/mm²														
stal < 1400 N/mm²														
stal > 45 HRC														
INOX < 900 N/mm²														
INOX > 900 N/mm²														
stopy Ti > 850 N/mm²														
żeliwo szare (G)														
mosiądze														
grafit i G(C)FK, duroplasty	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
uniwersalne														

● = bardzo dobre; ○ = po spełnieniu określonych warunków

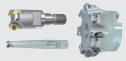
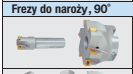
Opis typów narzędzi

Typ	Przykłady	Zastosowanie typów narzędzi
N		Frezy wykańczające, do skrawania małych i średnich ilości materiału. Typ N jest przeznaczony do obróbki bardzo szerokiego spektrum materiałów (stal, żeliwo, metale kolorowe albo lekkie oraz tworzywa sztuczne) o normalnej wytrzymałości i twardości. Typ N pozwala na uzyskanie bardzo dobrej jakości powierzchni.
NF		Frezy z rowkami łamiącymi wióry, obniżające siły skrawania i ułatwiające odprowadzanie wiórów (profil zgrubny). Typ NF jest przeznaczony do skrawania małych i dużych ilości materiału i do bardzo szerokiego spektrum materiałów (stale, żeliwo, metale kolorowe albo lekkie oraz tworzywa sztuczne). Jakość powierzchni jest w wielu przypadkach wystarczająca.
NR		Frezy zgrubne z normalnym podziałem rowków, do skrawania średnich i dużych ilości materiału. Profil pozwala na skrawanie dużych objętości w jednostce czasu. Typ NR jest właściwy dla bardzo szerokiego spektrum materiałów (stale, żeliwo, metale kolorowe albo lekkie oraz tworzywa sztuczne) o średniej wytrzymałości. Najczęściej trzeba dodatkowo stosować obróbkę wykańczającą.
W		Frezy wykańczające, do skrawania małych i średnich ilości materiału. Typ W jest przeznaczony szczególnie do skrawania materiałów miękkich, ciągliwych lub dających długi wiór, takich jak stopy aluminium i miedzi oraz tworzywa sztuczne. Typ W pozwala na uzyskiwanie bardzo dobrej jakości powierzchni.
WF		Frezy z rowkami łamiącymi wióry, obniżające siły skrawania i polepszające odprowadzanie wiórów (profil zgrubny). Typ WF jest przeznaczony do skrawania małych i dużych ilości materiału, do obróbki materiałów miękkich, ciągliwych lub dających długi wiór, takich jak stopy aluminium i miedzi oraz tworzywa sztuczne. Jakość powierzchni jest w wielu przypadkach wystarczająca.
WR		Frezy zgrubne z normalnym podziałem rowków, do zbierania średniej i dużej ilości materiału. Profil ten pozwala na skrawanie dużych objętości w jednostce czasu. Typ WR jest przeznaczony do materiałów miękkich, ciągliwych lub dających długi wiór, takich jak stopy aluminium i miedzi oraz tworzywa sztuczne. Najczęściej trzeba dodatkowo wykonać obróbkę wykańczającą.
H		Frezy wykańczające, do skrawania małych i średnich ilości materiału. Typ H jest przeznaczony do skrawania materiałów twardych lub dających krótki wiór, takich jak stal (również hartowana) i żeliwo. Typ H pozwala uzyskać powierzchnię o bardzo dobrej jakości.
HF		Frezy z rowkami łamiącymi wióry, obniżającymi siłę skrawania i polepszającymi odprowadzanie wiórów (profil zgrubny). Typ HF jest przewidziany do skrawania materiału w ilościach od małych do dużych, do obróbki materiałów twardych lub dających krótki wiór, takich jak stal i żeliwo. Jakość powierzchni jest w wielu przypadkach wystarczająca.
HR		Frezy zgrubne z normalnym podziałem rowków, do skrawania średnich i dużych ilości materiału. Profil ten pozwala na skrawanie dużych objętości w jednostce czasu. Typ HR jest przewidziany do obróbki materiałów twardych lub dających krótki wiór, takich jak stal i żeliwo. Najczęściej trzeba dodatkowo przeprowadzić obróbkę wykańczającą.

Przegląd frezów z płytkami skrawającymi

GARANT Program frezów — **Informacja**

Zastosowanie: ● = b. dobre ○ = warunkowo

			oznaczenie	numer strony	P stal	M INOX	K żeliwa	N Al, NE	S tytan	H > 45 HRC	
Przegląd narzędzi do frezowania, uzbrajanych w płytki z węglików spiekanych HM											
P M K N S H	**Przegląd narzędzi GARANT**			275							
Do wytwarzania narzędzi i form											
	**GARANT** Frezy wpięte do Al i met. nieżel. 21 1805 – 21 1855	∅ w mm 32 – 80 16 – 25	VCGT 2205.. VDGT 11T2..	278				●			●
	**GARANT** Głowice do planowania i kopiowania 21 2070 – 21 2170	08 – 20 15 – 35 20 – 52 24 – 125 52 – 125	RD.. 0501.. RD.. 0702.. RD.. 1003.. RD.. 12T3.. RD.. 1604..	279 – 281	●	●	●	●	●	●	●
	**GARANT** Frezy do kopiowania, torusowe 21 2675 – 21 2820	∅ w mm 8 – 25	płytki do frezów kulistych	282 – 283	●		●			●	
Frezy do planowania, 43° i 45°											
	**GARANT** - Octo 43°-Głowice walc.-czołowe 21 3300	∅ w mm 32 – 125	OFKX 050405	284	●	●	●	●	●		●
	**GARANT** Płytki skrawające 21 3450 – 21 3620		SP.N 1203..	285	●	○	●	○			●
	**GARANT** 45°-Głowice walc.-czołowe 21 3700	∅ w mm 50 – 250	SEKN 1203..	286	●	●	●	●	●		(●) część. bez chłodz. wewn.
	**GARANT** 45°-Głowice walc.-czołowe 21 4200	∅ w mm 32 – 160	SEKA 1204..	287	●	●	○	●	●		(●) część. bez chłodz. wewn.
	**GARANT**-Głowice trzpieniowe 45°, walcowo-czołowe 45° 21 4395; 21 4400	∅ w mm 16 – 125	SDHX 0903..	288	●	●	●	●	●		●
Frezy do naroży, 90°											
	**GARANT** 4-płytkowe głowice trzpieniowe 90°, kątowe 90° 21 5045; 21 5050	∅ w mm 25 – 100	SOMT 09T3..	289	●	●	●	●	○		●
	**GARANT** Głowice trzpieniowe 90°, głowice kątowe 90° 21 5096 – 21 5100	∅ w mm 25 – 40 40 – 160	APKT 1604..	290 – 291	●	●	●	●	●		(●) część. bez chłodz. wewn.
	**GARANT**-Softcut Program głowic kąt. 90° 21 5180 – 21 5550	∅ w mm 10 – 100	ANGT 1606.. ANMT 1003..	292 – 293	●		○	●			●
	**GARANT**-Softcut 2 Program głowic kąt. 90° 21 5800 – 21 5870	∅ w mm 10 – 100	APKT 1003..	294 – 295	●	●	●	●	●		●
Frezy specjalne											
	Frezy do fazowania, pogłębiania, pogłębiacze powrotne i wytaczaki o stałych wymiarach 21 6100 – 21 7180	∅ w mm 8 – 33	SDLX 090308 W30 14-.. W30 26-.. W30 32-.. CCMT 060204 MPHX 060202	296 – 299	●	●	●	●	○		(●) część. bez chłodz. wewn.
Frezy cyrkulacyjne											
	**GARANT Frezy obiegowe** 21 7250 – 21 7510	∅ w mm 8 – 27		300 – 303	●	●	●	●	●	●	(●) część. bez chłodz. wewn.
Frezy tarczowe											

Części zamienne do frezów GARANT z grupy 21 opisano na stronie 304.

Wskazówka: podane numery stron odnoszą się do katalogu 37 Hoffmann Group.

Przegląd frezów z płytkami skrawającymi

SECO Program frezów — Informacja

SECO		Zastosowanie: ● = b. dobre ○ = warunkowo	oznaczenie	numer strony	P stal	M INOX	K żeliwa	N Al, NE	S tytan	H > 45 HRC	
Przegląd narzędzi do frezowania, uzbrajanych w płytki z węglików spiekanych HM											
P M K N S H		**Przegląd narzędzi SECO**		306							
Do wytwarzania narzędzi i form											
	**SECO** Minimaster Głow.do wierc. fazow., naroży, pogł., rowków, kopiowe 220100 – 220195	∅ w mm 8 – 16		307 – 310	●	●	●	○	●	●	(●) częśc. bez chłodz. wewn.
	**SECO** Aeromaster Promienie naroży r_ε od 0,5 do 6,3 220230 – 220242	∅ w mm 32 – 105	VPGX 2206..	311				●			●
	**SECO** Feedmaster R271.21-.. 220250 – 220282	∅ w mm 16 – 100	218.19-..	312	●	●	●	●	○	●	(●) częśc. bez chłodz. wewn.
Frezy do planowania, 43°											
	**SECO 43°** Octomill 07 R220.43-07.. 222000 – 222034	∅ w mm 50 – 315	OFE. 070405	313	●	●	●	●	●		●
Frezy do naroży, 90°											
	**SECO** Superturbo R217.69-12.. 223050 – 223070	∅ w mm 20 – 100	XOMX 1204..	314 – 315	●	●	●	●	●	○	●
	**SECO** Microturbo 217.69-09 223130 – 223150	∅ w mm 12– 100	XOMX 0903..	316 – 317	●	●	●	●	●		●
	**SECO** Nanoturbo 217.69-06 223230 – 223240	∅ w mm 10 – 40	XOMX 0602..	318 – 319	●	●	●	●	●	●	●
Frezy specjalne											
	**SECO** Frezy do rowków teowych R395.19.. 225000	∅ w mm 25 – 50	CCMX 060304 CCMX 08T308 CCMX 09T308 SCET 120612	319	●	●	●	○	○		(●) częśc. bez chłodz. wewn.
Uchwyty do głowic wkręcanych											
	SK 40 / HSK 63 Przedłużacze / redukcje i chwyty cylindryczne M5, M8, M10, M12, M16, o różnych długościach i wykonaniach			320 – 321	●	●	●	●	●	●	●
Frezy tarczowe											
	**SECO** Frezy tarczowe – płytki zaciskane, stałe R335.10.. 226001 – 226010	∅ w mm 63 – 160	150.10-**2,25..** do 150.10-**4..**	322	●	●	●	●	●	○	
	**SECO** Frezy tarcz. – płytki mocowane śrubami, stałe R335.19.. 226050 – 226065	∅ w mm 63 – 160	335.19-**1102..** do 335.19-**12045..**	323	●	●	●	●	●		
	**SECO** Frezy tarcz. – płytki mocowane śrubami, stałe R335.18.. 226156 – 226159	∅ w mm 63 – 125	LNK.0605.. LNK.0805..	324	●	●	●	●	●		
Części zamienne do frezów SECO z grupy 22 opisano na stronie 325											

Wskazówka: podane numery stron odnoszą się do katalogu 37 Hoffmann Group.

1 Metody frezowania

Frezowanie jest metodą obróbki skrawaniem z zastosowaniem geometrycznie określonego ostrza i służy do wykonywania

- powierzchni płaskich i zakrzywionych,
- rowków, rowków spiralnych albo
- uzębień i gwintów.

1.1 Proces frezowania

Zasadniczo frezowanie można podzielić według *Tabeli 8.1* na:

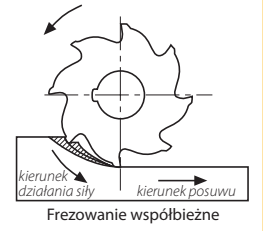
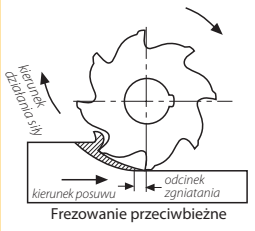
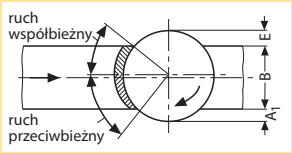
Frezowanie obwodowe		Frezowanie czołowe
Frezowanie współbieżne	**Frezowanie przeciwbieżne**	**Frezowanie współbieżne i przeciwbieżne**
 Frezowanie współbieżne	 Frezowanie przeciwbieżne	

Tabela 8.1 Podział procesu skrawania



Rys. 8.1 Frezowanie korpusu przekładni

1.2 Podział metod frezowania

Metody frezowania można według DIN 8593, część 3., podzielić na:

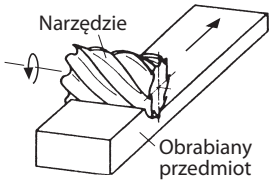
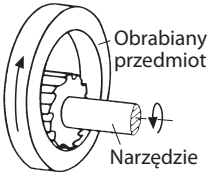
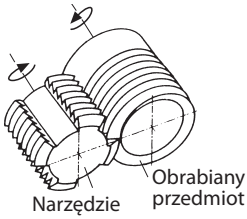
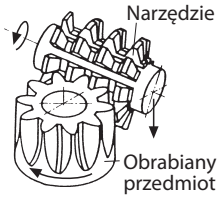
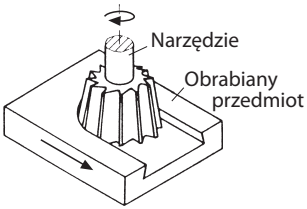
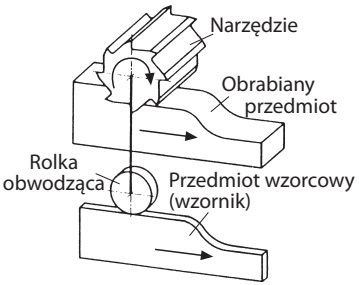
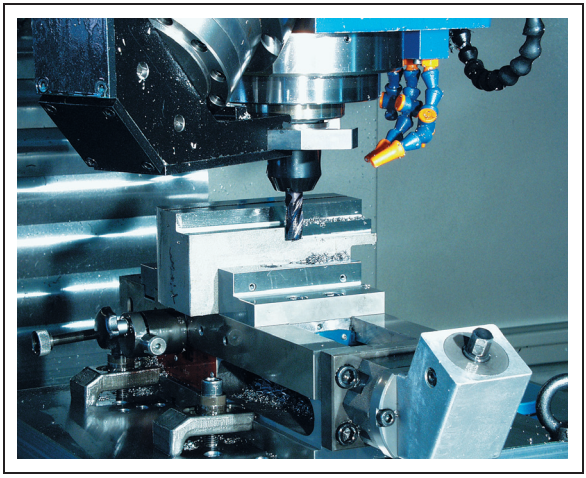
Frezowanie płaszczyzn Posuw prostoliniowy Powierzchnie płaskie Warianty: frezowanie obwodowe płaszczyzn (rysunek) frezowanie czołowe płaszczyzn frezowanie czołowo-obwodowe	**Frezowanie po okręgu** Posuw kołowy Powierzchnie kołowo-cylindryczne Warianty: frezowanie po okręgu zewnętrznym frezowanie po okręgu wewnętrznym (rysunek)
	
Frezowanie po linii śrubowej Posuw wykonywany po linii śrubowej Powierzchnie śrubowe Warianty: frezowanie gwintów (rysunek z narzędziem wieloprofilowym, por. także rozdział „Gwintowanie") frezowanie walcowym frezem ślimakowym	**Frezowanie obwiedniowe** Frez profilowy Jednoczesny ruch posuwu i ruch obtaczania Powierzchnie płaskie albo przestrzenne Warianty: frezowanie kół zębatych (rysunek)
	

Tabela 8.2 Metody frezowania - ciąg dalszy strona następna

Tabela 8.2 Metody frezowania - ciąg dalszy

Frezowanie kształtowe	**Frezowanie kopiowe**
Profil freza zostaje odwzorowany w obrabianym przedmiocie. Warianty: wzdłużne frezowanie profilowe (rysunek) kołowe frezowanie profilowe	Sterowany ruch posuwu Dowolne powierzchnie płaskie i przestrzenne Warianty: frezowanie swobodne kopiowanie (rysunek) frezowanie kopiujące na obrabiarkach NC
	



Rys. 8.2 Frezowanie czołowo-obwodowe płaszczyzn

2 Frezy

Różnorodność wariantów frezów jest uzależniona od ich zastosowania. W *Tabelach* od *8.3* do *8.5* przedstawiono wybór frezów.

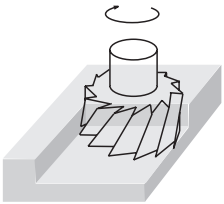
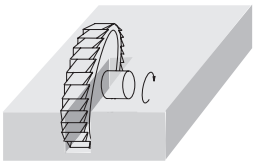
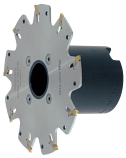
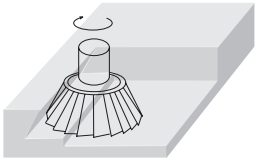
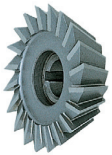
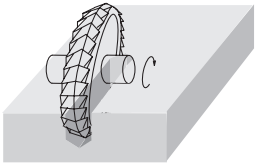
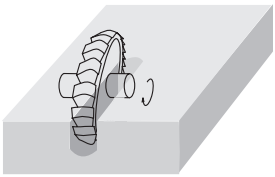
Zasada działania	Opis	Przykład freza GARANT
	**Frez walcowo-czołowy** do frezowania naroży i powierzchni płaskich	
	**Frez tarczowy** do frezowania rowków	
	**Frez kątowy jednostronny** do frezowania prowadnic kątowych	
	**Frez kątowy symetryczny** do frezowania prowadnic pryzmowych	

Tabela 8.3 Frezy nasadzane - ciąg dalszy strona następna

Tabela 8.3 Frezy nasadzane - ciąg dalszy

Zasada działania	Opis	Przykład freza GARANT
	**Frez kształtowy półokrągły** do frezowania prowadnic półokrągłych (wklęsłych i wypukłych)	 

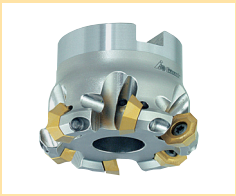
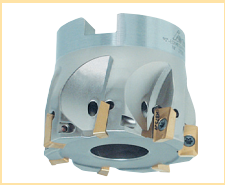
Głowica frezarska do płaszczyzn	Głowica frezarska kątowa
	

Tabela 8.4 Głowice frezarskie

Omówienie płytek skrawających do frezowania pod względem ich podziału i nazw według ISO oraz zwijaczy wiórów znajduje się w **rozdziale „Toczenie“,** podrozdział 5.2.2.

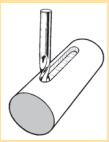
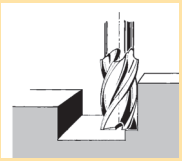
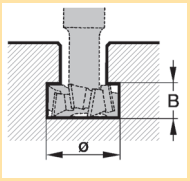
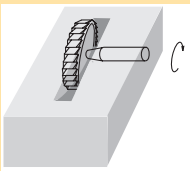
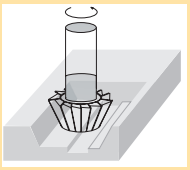
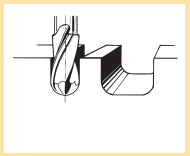
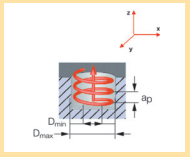
Zasada działania	Opis	Przykład frezu GARANT
	**Frez trzpieniowy do podłużnych otworów i rowków wpustowych** (2- albo 3-ostrzowy) do rowków klinowych i wgłębień	
	**Frez trzpieniowy** do głębokich rowków i sfazowań peryferyjnych	
	**Frez do rowków teowych** do frezowania rowków teowych	
	**Frez do rowków** do frezowania rowków do wpustów czółenkowych	
	**Frez kątowy** do frezowania prowadnic kątowych	
	**Frez kopiowy (frez do matryc)** do kopiowania kieszeni i frezowania obrysu, do kształtowania warstwic powierzchni	
	**Frez cyrkulacyjny** do frezowania otworów	

Tabela 8.5 Frezy trzpieniowe

3 Parametry skrawania i wielkości warstwy skrawanej oraz siły i zapotrzebowanie mocy

Prędkość skrawania v_c i tym samym prędkość obrotową n oraz **prędkość posuwu v_f** oblicza się analogicznie do toczenia, z tą różnicą, że przy frezowaniu wprowadza się do obliczeń średnicę narzędzia D. Obowiązują następujące zależności:

$$v_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

v_c	prędkość skrawania [m/min]	(równ. 8.1)
D	średnica narzędzia [mm]	
n	prędkość obrotowa [obr./min]	

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n$$

v_f	prędkość posuwu [mm/min]	(równ. 8.2)
f_z	posuw na ostrze [mm/ząb]	
z	liczba ostrzy	
n	prędkość obrotowa [obr./min]	

Zasadniczo **przekrój warstwy skrawanej *A*** oblicza się przy frezowaniu analogicznie do toczenia. Ponieważ jednak przy frezowaniu - w przeciwieństwie do toczenia - podczas skrawania nie występuje stała grubość skrawanej warstwy, więc wprowadza się do obliczeń średnią grubość skrawanej warstwy h_m.

$$A = f \cdot a_p = b \cdot h_m$$

A	przekrój skrawanej warstwy [mm^2]	(równ. 8.3)
f	posuw [mm/obr.]	
a_p	głębokość skrawania [mm]	
b	szerokość skrawanej warstwy [mm]	
h_m	średnia grubość skrawanej warstwy [mm]	

Poniżej omówiono bliżej zależności obliczeniowe, występujące przy frezowaniu czołowym i obwodowym.

3.1 Frezowanie czołowe

Obliczenie kąta łuku skrawania φ_s przy frezowaniu czołowym jest przedstawione na *Rys. 8.3*. Wielkości U_1 i U_2 określa się zwykle od krawędzi rozpoczęcia skrawania (krawędź odniesienia). Obowiązują następujące zależności:

$$\varphi_s = \varphi_2 - \varphi_1$$

φ_s kąt łuku skrawania [°]
$\varphi_1; \varphi_2$ por. *Rys. 8.3*

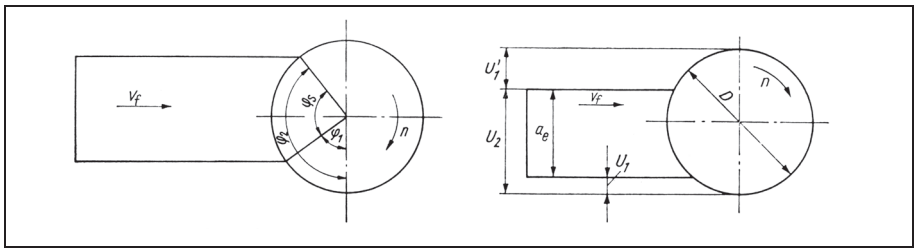
(równ. 8.4)

$$\cos\varphi_1 = 1 - \frac{2U_1}{D}$$

(równ. 8.5)

$$\cos\varphi_2 = 1 - \frac{2U_2}{D}$$

(równ. 8.6)



Rys. 8.3 Kąt łuku skrawania i wielkości obliczeniowe przy frezowaniu czołowym

Średnią **grubość warstwy skrawanej** h_m otrzymuje się z zależności:

$$h_m = \frac{114{,}6^\circ}{\varphi_s^\circ} \cdot f_z \cdot \sin\kappa \cdot \frac{a_e}{D}$$

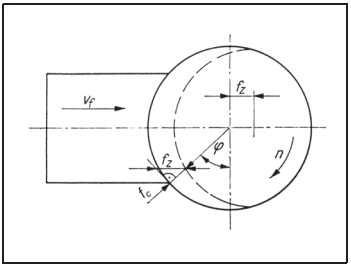
h_m średnia grubość skrawanej warstwy [mm]
φ_s kąt łuku skrawania [°]
f_z posuw na ząb [mm/ząb]
a_e szerokość styczności freza z obrabianym przedmiotem [mm]
D średnica narzędzia [mm]

(równ. 8.7)

$$b = \frac{a_p}{\sin\kappa}$$

b szerokość skrawanej warstwy [mm]
a_p głębokość skrawania [mm]
κ kąt obejmujący ostrza skrawające [°]

(równ. 8.8)



Rys. 8.4
Warunki występujące przy frezowaniu czołowym

Właściwy opór skrawania k_c musi zostać obliczony w zależności od średniej grubości skrawanej warstwy h_m (*równ. 8.9*).

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h_m^{\,m}}$$

k_c	właściwy opór skrawania [N/mm^2]	(równ. 8.9)
$k_{c1.1}$	jednostkowy właściwy opór skrawania [N/mm^2] (por. „Materiały“)	
h_m	średnia grubość skrawanej warstwy [mm]	
m	wzrost (zależny od materiału - por. „Materiały“)	

Równanie służące do określania średniego właściwego oporu skrawania na ostrze F_{cmz} przybiera wówczas postać następującą:

(równ. 8.10)

$$F_{cmz} = b \cdot h_m \cdot k_c \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_{Ver}$$

b	szerokość skrawanej warstwy [mm]
h_m	śr. grubość skrawanej warstwy [mm]
k_c	Właściwy opór skrawania
K_γ, K_v, K_{Ver}	współczynniki korekcyjne (por. *Tabela 2.12*)

Moc skrawania P_c oblicza się z zależności:

$$P_c = \frac{F_{cmz} \cdot v_c \cdot z_{iE}}{60\,000}$$

P_c	moc skrawania [kW]	
F_{cmz}	średnia siła skrawania na ostrze [N]	
v_c	prędkość skrawania [m/min]	(równ. 8.11)
z_{iE}	liczba zębów pozostająca w styczności z obrabianym przedmiotem	

$$z_{iE} = \frac{\varphi_s \cdot z}{360°}$$

φ_s	kąt łuku skrawania [°]	(równ. 8.12)
z	liczba zębów	

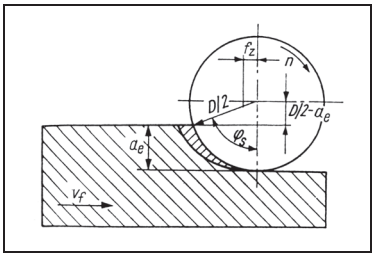
Liczba zębów z_{iE} pozostająca w styczności z obrabianym przedmiotem, jest wyłącznie wielkością obliczeniową, której się nie zaokrągla. Moc napędu oblicza się z zależności:

$$P_a = \frac{P_c}{\eta}$$

P_a	moc napędu [kW]	
P_c	moc skrawania [kW]	(równ. 8.13)
η	współczynnik sprawności	

3.2 Frezowanie obwodowe (frezowanie walcowe)

Rys. 8.5 przedstawia warunki styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem podczas frezowania obwodowego.



Rys. 8.5
Warunki styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem przy frezowaniu obwodowym

Przy frezowaniu obwodowym stosuje się następujące **uproszczenia**:

$\kappa = 90°$
$\varphi_s = \varphi_2$ ponieważ $\varphi_1 = 0$

Szerokość warstwy skrawanej b jest równa szerokości styczności z obrabianym przedmiotem a_e. Tym samym dla **kąta ostrza φ_s** obowiązuje zależność:

$$\cos\varphi_s = \frac{\frac{D}{2} - a_e}{\frac{D}{2}} = 1 - \frac{2a_e}{D}$$

D średnica narzędzia [mm]
a_e szerokość styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem [mm] (równ. 8.14)

Średnią **grubość warstwy skrawanej h_m** określa się w sposób następujący:

$$h_m = \frac{114{,}6°}{\varphi_s^\circ} \cdot f_z \cdot \frac{a_e}{D}$$

φ_s kąt skrawania [°] (równ. 8.15)
f_z posuw na ząb [mm/ząb]
a_e szerokość styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem [mm]
D średnica narzędzia [mm]

Tym samym **średni właściwy opór skrawania na ostrze F_{cmz}** oblicza się przy frezowaniu obwodowym w następujący sposób:

$$F_{cmz} = b \cdot h_m \cdot k_c \cdot K_\gamma \cdot K_v \cdot K_{Ver}$$

b szerokość skrawanej warstwy [mm]
h_m śr. grubość skrawanej warstwy [mm] (równ. 8.16)
k_c właściwy opór skrawania [N/mm^2]
K_γ, K_v, K_{Ver} współczynniki korekcyjne (por. *Tabela 2.12*)

Moc oblicza się w sposób analogiczny do frezowania czołowego.

4 Obliczanie czasu głównego przy frezowaniu

Czas główny t_h oblicza się przy **frezowaniu** z równania ogólnego (patrz też *równ. 3.18*):

$$t_h = \frac{L \cdot i}{v_f} = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$$

(równ. 8.17)

t_h czas główny [min]
L całkowity odcinek frezowania [mm]
i liczba przejść narzędzia
v_f prędkość posuwu [mm/min]
f posuw [mm/obr.]
n prędkość obrotowa [obr./min]

Odcinek frezowania L oraz drogę dobiegu i wybiegu oblicza się dla każdej metody frezowania (frezowanie czołowe albo obwodowe) z osobna. Poniżej omówiono poszczególne warianty.

4.1 Frezowanie czołowe

Dla odcinka frezowania L obowiązuje zależność:

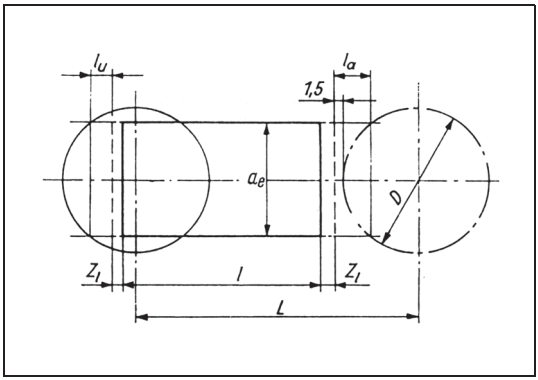
$$L = l + 2Z_l + l_a + l_u$$

(równ. 8.18)

Z_l naddatek obróbkowy [mm]
l_a dobieg [mm]
l_u wybieg [mm]
l długość obrabianego przedmiotu [mm]

4.1.1 Dobieg i wybieg przy osiowym frezowaniu czołowym

Warunki osiowego frezowania czołowego **(oś freza pokrywa się z osią obrabianego przedmiotu)** przedstawia *Rys. 8.6.*



Rys. 8.6
Dobieg i wybieg przy frezowaniu czołowym osiowym (obróbka zgrubna)

Przy obróbce zgrubnej obowiązuje zależność:

$$l_a = 1,5 + \frac{D}{2} - 0,5 \cdot \sqrt{D^2 - a_e}$$

$$l_u = 1,5$$

$$l_a + l_u = 3 + \frac{D}{2} - 0,5 \cdot \sqrt{D^2 - a_e}$$

l_a dobieg [mm]
l_u wybieg [mm]
D średnica narzędzia [mm]
a_e szerokość styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem [mm]

(równ. 8.19)

Przy obróbce wykańczającej obowiązuje zależność:

$$l_a + l_u = 3 + D$$

dobieg [mm]
wybieg [mm]
średnica narzędzia [mm]

(równ. 8.20)

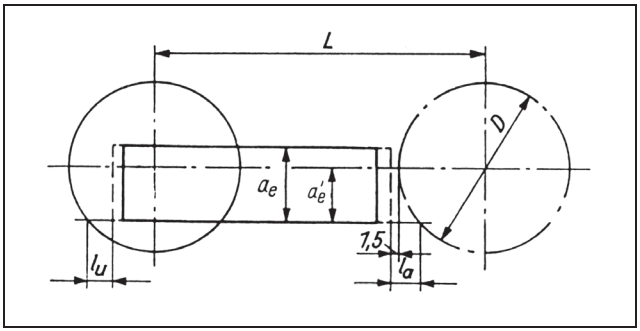
4.1.2 *Długość drogi dobiegu i wybiegu przy niewspółosiowym frezowaniu czołowym*

Dla niewspółosiowego frezowania czołowego (**oś frezu nie leży na osi obrabianego przedmiotu, jednak w jego obszarze**) obowiązują przy **obróbce zgrubnej** następujące zależności (*Rys. 8.7*):

$$l_a + l_u = 3 + \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - a_e'^2}$$

l_a dobieg [mm]
l_u wybieg [mm]
D średnica narzędzia [mm]
a'_e jednostkowy odcinek styku narzędzia z obrabianym przedmiotem [mm]

(równ. 8.21)



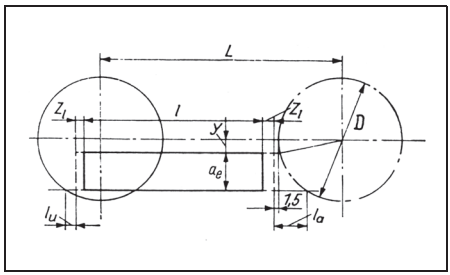
Rys. 8.7 Dobieg i wybieg przy niewspółosiowym frezowaniu czołowym (obróbka zgrubna)

W przypadku specjalnym, **gdy oś freza nie leży w obszarze obrabianego przedmiotu,** przy **obróbce zgrubnej** obowiązują zależności według *Rys. 8.8.*

$$l_a + l_u = 3 - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - y^2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot (a_e - y)^2}$$

l_a dobieg [mm]
l_u wybieg [mm]
D średnica narzędzia [mm]
a_e szerokość styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem [mm]
y odległość od osi freza [mm]

(równ. 8.22)



Rys. 8.8
Dobieg i wybieg w przypadku szczególnym frezowania czołowego niewspółosiowego (obróbka zgrubna)

Przy **obróbce wykańczającej**, analogicznie do współosiowego frezowania czołowego, we wszystkich przypadkach frezowania niewspółosiowego obowiązuje równanie *8.20*:

$$l_a + l_u = 3 + D$$

dobieg [mm]
wybieg [mm]
średnica narzędzia [mm]

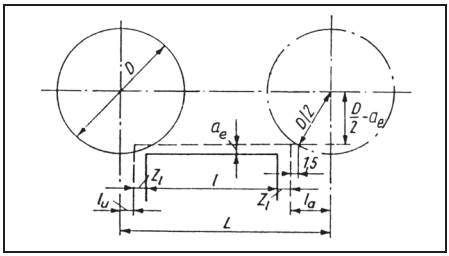
(równ. 8.20)

4.2 Frezowanie obwodowe (frezowanie walcowe)

Warunki występujące przy frezowaniu obwodowym są przedstawione na *Rys. 8.9.* Przy obróbce zgrubnej frez nie musi wykonać pełnego wybiegu, oś freza musi znajdować się jedynie na wysokości 1,5 mm nad obrabianym przedmiotem. Tak więc dla **obróbki zgrubnej** obowiązuje następująca zależność:

$$l_a + l_u = 3 + \sqrt{D \cdot a_e - a_e^2}$$

(równ. 8.23)



Rys. 8.9 Dobieg i wybieg przy frezowaniu obwodowym

Przy **obróbce wykańczającej** obowiązuje zależność:

$$l_a + l_u = 3 + 2\sqrt{D \cdot a_e - a_e^2}$$

l_a dobieg [mm]
l_u wybieg [mm]
D średnica narzędzia [mm]
a_e szer. styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem [mm]

(równ. 8.24)

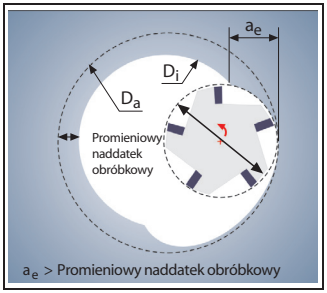
5 Obliczanie parametrów skrawania

5.1 Parametry robocze przy interpolacji kołowej

5.1.1 Cyrkulacyjne frezowanie wewnętrzne i zewnętrzne

Rzeczywista, promieniowa głębokość skrawania (szerokość styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem a_e) nie jest równoznaczna przy frezowaniu cyrkulacyjnym z dwoma albo trzema osiami (interpolacja linii śrubowej) z promieniowym naddatkiem obróbkowym.

W celu powiększenia istniejących otworów należy zastosować do obliczenia prędkości posuwu wartość określoną w *równaniu 8.25* (por. *Rys. 8.10*).

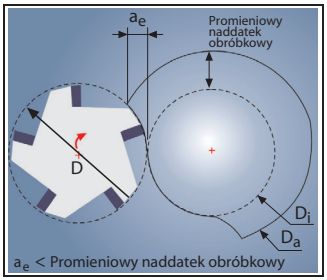


Rys. 8.10 Styczność narzędzia z obrabianym przedmiotem przy cyrkulacyjnym frezowaniu wewnętrznym

$$a_e = \frac{D_a^2 - D_i^2}{4(D_a - D_{wz})}$$

a_e szerokość styczności z obrabianym przedmiotem przy promieniowej głębokości skrawania [mm]
D_a zewnętrzna (powiększona) średnica [mm]
D_i wewnętrzna (istniejąca) średnica otworu [mm] (równ. 8.25)
D_{wz} średnica freza [mm]

Do obróbki obrysów zewnętrznych należy przyjąć przy obliczaniu prędkości posuwu wartość określoną w *równaniu 8.26* (por. *Rys. 8.11*).



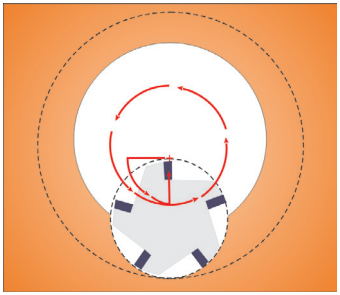
Rys. 8.11 Warunki styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem przy cyrkulacyjnym frezowaniu zewnętrznym

$$a_e = \frac{D_a^2 - D_i^2}{4(D_i + D_{wz})}$$

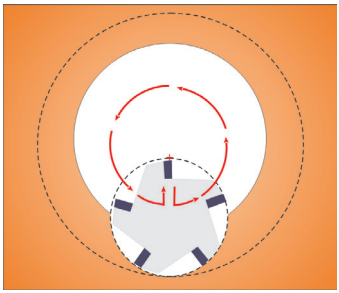
a_e szerokość styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem (promieniowa głębokość skrawania) [mm]
D_a zewnętrzna (powiększona) średnica [mm]
D_i wewnętrzna (istniejąca) średnica otworu [mm] (równ. 8.26)
D_{wz} średnica freza [mm]

5.1.2 Frezowanie z posuwem wgłębnym

W celu zapobieżenia przeciążeniu narzędzia przy cyrkulacyjnym frezowaniu z posuwem wgłębnym i w celu wyeliminowania drgań wcinanie powinno następować stopniowo, po krzywej wcinania, aż do osiągnięcia pełnej głębokości skrawania. Jeżeli wcinanie ma następować w kierunku promieniowym, wówczas należy zmniejszyć prędkość posuwu v_f do połowy obliczonej wartości.



Rys. 8.12
Dosuwanie po krzywej wcinania (metoda zalecana)



Rys. 8.13
Wcinanie promieniowe (zredukować posuw!)

5.1.3 Określanie prędkości posuwu w odniesieniu do osi narzędzia

Przy obliczaniu prędkości posuwu na podstawie średniej grubości skrawanej warstwy h_m (por. również *równ. 8.15*) dla frezowania w dwóch albo w trzech osiach (interpolacja linii śrubowej), prędkość posuwu jest zawsze odniesiona do osi narzędzia, a nie do jego obwodu. Obowiązują następujące zależności:

Frezowanie wewnętrzne:

$$v_f = \frac{(D_a - D_{wz}) \cdot n \cdot z_{eff} \cdot f_z}{D_a}$$

D_a zewnętrzna (powiększona) średnica [mm]
D_{wz} średnica frezu [mm]
n prędkość obrotowa [min^{-1}]
z_{eff} efektywna liczba zębów
f_z posuw na ostrze [mm/ząb]

(równ. 8.27)

Frezowanie zewnętrzne:

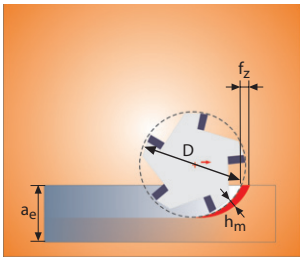
$$v_f = \frac{(D_i + D_{wz}) \cdot n \cdot z_{eff} \cdot f_z}{D_i}$$

D_i wewnętrzna (istniejąca) średnica [mm]
D_{wz} średnica freza [mm]
n prędkość obrotowa [min^{-1}]
z_{eff} efektywna liczba zębów
f_z posuw na ostrze [mm/ząb]

(równ. 8.28)

5.2 Parametry robocze przy frezowaniu naroży

Jeżeli szerokość styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem a_e (promieniowa głębokość skrawania) jest przy frezowaniu narożny mniejsza, niż połowa średnicy freza D, wówczas trzeba zmniejszyć posuw na ząb f_z, aby utrzymać stałą średnią grubość skrawanej warstwy h_m (por. także *równ. 8.15*).



Rys. 8.14 Warunki styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem przy frezowaniu naroży.

Przy obliczaniu można - dla stosunku a_e/D<30% - zastosować poniższą zależność:

$$h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_e}{D}} \cdot \sin\kappa$$

(równ. 8.29)

h_m średnia grubość skrawanej warstwy [mm]
f_z posuw na ząb [mm/ząb]
a_e szerokość styczności z obrabianym przedmiotem (promieniowa głębokość skrawania) [mm]
D średnica freza [mm]
κ kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej (por. rozdział „Podstawy“)

lub

$$f_z = h_m \cdot \sqrt{\frac{D}{a_e}} \cdot \frac{1}{\sin\kappa}$$

(równ. 8.30)

f_z posuw na ząb [mm/ząb]
h_m średnia grubość skrawanej warstwy [mm]
D średnica frezu [mm]
a_e szerokość odcinka styku z obrabianym przedmiotem (promieniowa głębokość skrawania) [mm]
κ kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej (por. rozdział „Podstawy“)

6 Czynniki wpływające na wynik frezowania

6.1 Wybór średnicy freza

Wybór średnicy freza jest zależny od szerokości obrabianego przedmiotu B lub szerokości styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem a_e. By zapewnienić korzystne warunki styczności przy frezowaniu, należy przestrzegać poniższych zależności:

- Przy obróbce **materiałów dających krótki wiór**, np. żeliwa:

$$D = 1{,}4 \cdot B$$

D średnica narzędzia
B szerokość obrabianego przedmiotu

(równ. 8.31)

- Przy obróbce **materiałów dających długi wiór**, np. stali:

$$D = 1{,}6 \cdot B$$

D średnica narzędzia
B szerokość obrabianego przedmiotu

(równ. 8.32)

Przy czym obowiązuje zależność:

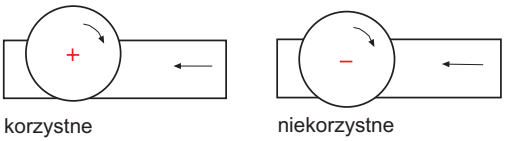
$$D_{max} = 1{,}5 \cdot d$$

D_{max} maksymalna średnica narzędzia
d średnica wrzeciona frezarki

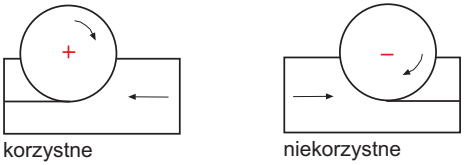
(równ. 8.33)

6.2 Wybór położenia freza

Właściwy wynik obróbki zależy od położenia freza i styczności ostrzy przy wchodzniu i wychodzeniu z obrabianego przedmiotu.

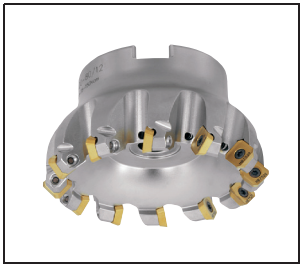


W celu przedłużenia okresu trwałości narzędzia zaleca się pracować w ruchu współbieżnym.



7 Zastosowanie frezów

7.1 Frezowanie płaszczyzn



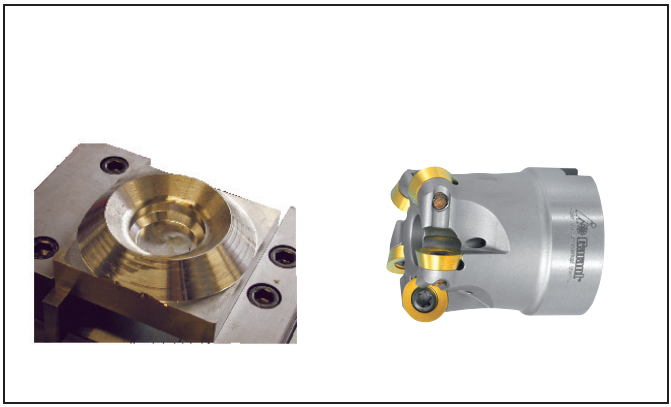
Rys. 8.15
GARANT - Głowica frezarska 45° do płaszczyzn

Przykład zastosowania: frezowanie płaszczyzn elementów kształtowych

Stosowane parametry:

Materiał:	C 45W (1.1730) (Grupa materiałowa GARANT 8.0, rozdział „Materiały", podrozdział 1.)		
Narzędzie:	Głowica frezarska 45° do frezowania płaszczyzn z płytkami skrawającymi, średnica 63 mm/10 ostrzy		
Płytka skrawająca:	SDHX, P25, powlekana TiC/TiN		
Uchwyt narzędziowy:	HSK 63 A		
Parametry skrawania:	*prędkość skrawania*	v_c	= 300 m/min
	prędkość obrotowa	n	= 1.500 min^{-1}
	posuw na ząb	f_z	= 0,35 mm/ząb
	prędkość posuwu	v_f	= 5.000 mm/min
	głębokość skrawania	a_p	= 1,5 mm

7.2 Frezowanie wewnętrzne i zewnętrzne



Rys. 8.16 GARANT - głowica frezarska do kopiowania i frezowania płaszczyzn oraz przedmiot przewidziany do obróbki

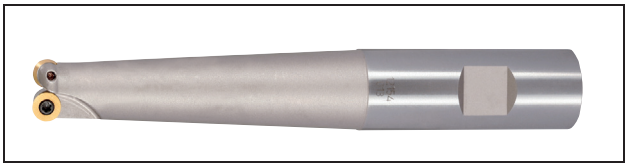
Przykład zastosowania: frezowanie stożka wewnętrznego (możliwie najwyższa prędkość skrawania):

Stosowane parametry:

Materiał: X6CrNiMoTi 17 12 2 (1.4571)
(Grupa materiałowa GARANT 13.2, rozdział „Materiały", podrozdział 1.)

Narzędzie:	Głowica frezarska do płaszczyzn z płytkami skrawającymi, średnica 63 mm/5 ostrzy	
Płytka skrawająca:	RDHX 10, P30, powlekana TiAlN	
Uchwyt narzędziowy:	SK 50	
Parametry skrawania:	*prędkość skrawania*	v_c = 400 m/min
	prędkość obrotowa	n = 4.000 min^{-1}
	posuw na ząb	f_z = 0,15 mm/ząb
	prędkość posuwu	v_f = 3.000 mm/min
	głębokość skrawania	a_p = 1 mm

7.3 Frezowanie materiałów twardych przy zastosowaniu frezów z płytkami skrawającymi



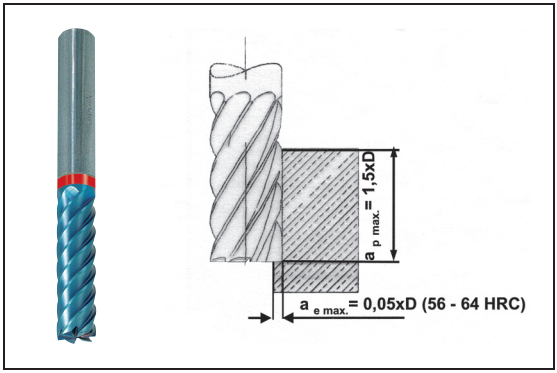
Rys. 8.17 GARANT Frez do kopiowania

Przykład zastosowania: frezowanie materiałów twardych przy użyciu frezu z płytkami skrawającymi, podcinanie płyty tnącej

Stosowane parametry:

Materiał:	X210Cr12 (1.2080), stal hartowana do 63 HRC (Grupa materiałowa 8.2, rozdział „Materiały", podrozdział 1.)	
Narzędzie:	Frez do kopiowania GARANT, średnica 15 mm	
Płyta tnąca:	RDHX 07, stop twardy drobnoziarnisty K05, powlekany TiAlN	
Uchwyt narzędziowy:	SK 50	
Parametry skrawania:	*prędkość skrawania*	v_c = 70 m/min
	prędkość obrotowa	n = 1.500 min^{-1}
	posuw na ząb	f_z = 0,35 mm/ząb
	prędkość posuwu	v_f = 120 mm/min
	szerokość styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem	a_e = 12 mm
	głębokość skrawania	a_p = 1 mm

7.4 Frezowanie materiałów twardych za pomocą frezów trzpieniowych VHM



Rys. 8.18 GARANT Frez trzpieniowy VHM oraz jego warunki pracy

Przykład zastosowania: frezowanie obwodowe materiałów twardych (podcinanie)

Stosowane parametry:

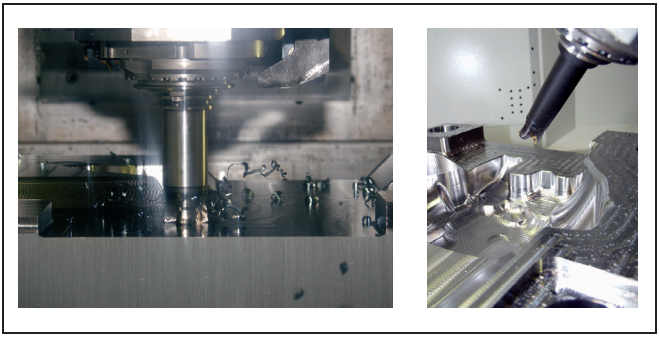
Materiał: X155CrVMo 12 1 (1.2379), hartowana do 62 HRC
(Grupa materiałowa GARANT 8.2, rozdział „Materiały", podrozdział 1.)

Narzędzie:	Frez trzpieniowy VHM, średnica 10 mm/6 ostrzy	
Materiał narzędzia skrawającego:	Stop twardy szczególnie drobnoziarnisty, powlekany TiAlN	
Tolerancja ruchu obrotowego:	< 10 µm	
Zamocowanie narzędzia:	Uchwyt zaciskowy HD	
Uchwyt narzędziowy:	HSK 63	
Parametry skrawania:	*prędkość skrawania*	v_c = 70 m/min
	prędkość obrotowa	n = 2.228 min^{-1}
	posuw na ząb	f_z = 0,05 mm/ząb
	prędkość posuwu	v_f = 1.337 mm/min
	szerokość styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem	a_e = 0,2 mm
	głębokość skrawania	a_p = 10 mm

7.5 Frezowanie materiału twardego Toolox 44 za pomocą SECO Feedmaster

Toolox 44 jest nową stalą konstrukcyjną do produkcji narzędzi i matryc. Oprócz doskonałych właściwości obróbkowych, jej twardość, wynosząca 45 HRC, eliminuje konieczność późniejszego hartowania, co oznacza znaczną oszczędność czasu i poprawę jakości.

W programie Feedmaster SECO prezentuje frezy z płytkami skrawającymi, które skrawają ten nowoczesny materiał bez zastosowania cieczy chłodząco-smarującej. Niezwykle duża objętość materiału skrawanego w jednostce czasu jest osiągana dzięki ekstremalnym parametrom pracy 4-ostrzowego freza.



Rys. 8.19 SECO Feedmaster

Przykład zastosowania: frezowanie materiału twardego: Toolox 44

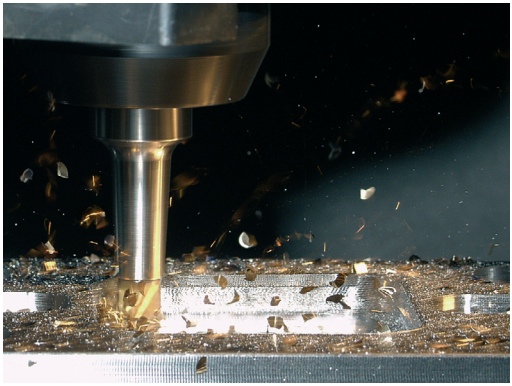
Stosowane parametry:

Materiał:	Toolox 44, hartowana do 45 HRC (Grupa materiałowa GARANT 10.0, rozdział „Materiały", podrozdział 1.)	
Narzędzie:	SECO Feedmaster, frezy kopiowe do ekstremalnych posuwów, średnica 50 mm, 4 ostrza	
Materiał narzędzia:	F15M, stop twardy powlekany TiAlN + TiN	
Parametry skrawania:	*prędkość skrawania*	v_c = 125 m/min
	prędkość obrotowa	n = 795 min^{-1}
	posuw na ząb	f_z = 1,0 mm/ząb
	prędkość posuwu	v_f = 3.180 mm/min
	głębokość skrawania	a_p = 0,65 mm

Wynik:

- Granice zastosowania narzędzia Feedmaster przy ruchu do przodu wynikają z możliwości centrum obróbkowego. Przy granicznym wykorzystaniu wydajności centrum stan płytek nie wykazywał zużycia.
- Możliwość stosowania szczególnie wysokich posuwów.
- Zwiększona objętość materiału skrawanego w jednostce czasu.

7.6 Frezowanie materiałów twardych za pomocą głowic SECO Minimaster z wysokimi posuwami



Rys. 8.20 SECO Minimaster z głowicą Feedmaster podczas pracy

Przykład zastosowania przy kopiowaniu gniazda formy

Stosowane parametry:

Materiał:	X155CrVMo 12 1 (1.2379), hartowana do około 60 HRC (Grupa materiałowa GARANT 10.0, rozdział „Materiały", podrozdział 1.)	
Narzędzie:	SECO Minimaster z głowicą Feedmaster do wysokich posuwów, średnica 12 mm, 2 ostrza	
Materiał narzędzia:	F15M, stop twardy powlekany TiAlN + TiN	
Parametry skrawania:	*smarowanie minimalne*	
	prędkość skrawania	v_c = 100 m/min
	prędkość obrotowa	n = 2.650 min^{-1}
	posuw na ząb	f_z = 0,3 mm/ząb
	prędkość posuwu	v_f = 1.580 mm/min
	głębokość skrawania	a_p = 0,2 mm
	szerokość styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem	a_e = 9 mm

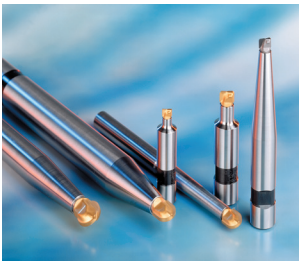
Wynik:

- Możliwość zastosowania szczególnie dużych posuwów.
- Zwiększona objętość materiału skrawanego w jednostce czasu.

7.7 Minimaster

Wykonanie:

- System modułowy umożliwia szczególnie wygodną pracę, ponieważ w celu uzyskania najwyższej wydajności, do każdego zastosowania dobiera się optymalną kombinację chwytu i głowicy skrawającej.
- Szczególnie sztywny system mocowania, umożliwiający osiągnięcie bardzo dużych posuwów i bardzo dużej dokładności ruchu obrotowego.



Rys. 8.21
SECO-Minimaster

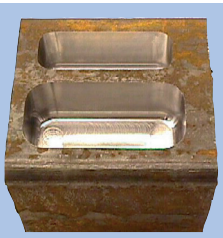
Zastosowanie:

Uniwersalne zastosowanie we wszystkich materiałach do:

- wykonywania nakiełków i fazowania,
- frezowania naroży i rowków,
- frezowania rowków i wgłębień (wiercenie, kopiowanie powierzchni wewnętrznych, frezowanie posuwem wgłębnym i kopiowanie),
- interpolacji kołowej, frezowania cyrkulacyjnego otworów
- frezowania rowków klinowych,
- frezowania kopiowego.

Przykład zastosowania:

Frezowanie wgłębne





Stosowane parametry:

Materiał:	C 45 (1.0503) (Grupa materiałowa GARANT 3.1, rozdział „Materiały“, podrozdział 1.)	
Narzędzie:	Minimaster 3-ostrzowa, R3.0 średnica 10 mm	
Płytka skrawająca:	MM10-10012-R30A30-M03 , F40M	
Uchwyt narzędziowy:	MM10-20075.3	
Parametry skrawania:	*prędkość skrawania* *prędkość obrotowa* *posuw na ząb* *prędkość posuwu* *głębokość skrawania*	v_c = 251 m/min n = 8.000 min^{-1} f_z = 0,07 mm/ząb v_f = 1.680 mm/min a_p = 0,5 mm

8 Wskazówki do usuwania usterek przy frezowaniu

	Usterka	Możliwe przyczyny
1	Niewłaściwa jakość powierzchni	Zużycie krawędzi skrawających, bicie freza
2	Wykruszenia krawędzi obrabianego przedmiotu	Niewłaściwe warunki skrawania, nieodpowiedni kształt krawędzi skrawającej
3	Powierzchnia nierównoległa albo nierównomierna	Mała sztywność freza lub obrabianego przedmiotu
4	Ekstremalne zużycie powierzchni przyłożenia	Niewłaściwe warunki skrawania, nieodpowiedni kształt krawędzi skrawającej
5	Ekstremalne zużycie rowkowe	
6	Pęknięcie i wyłamanie wskutek szoku termicznego	
7	Tworzenie się narostów	
8	Niewłaściwe odprowadzanie wiórów, zator wiórów	
9	Drgania, karbowanie	Trudne warunki skrawania, niewłaściwe zamocowanie obrabianego przedmiotu
10	Złamanie freza trzpieniowego	Niewłaściwe warunki skrawania, długość wysięgu freza

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sposób usunięcia
■			■	■						Wybrać twardszy gatunek płytek skrawających
					■					Wybrać gatunek płytek skrawających o większej odporności na obciążenia dynamiczne
					■					Wybrać gatunek płytek skrawających odporniejszy na wysokie temperatury
■						■				Wybrać gatunek płytek skrawających bardziej odporny na adhezję
■						■	■			Zwiększyć prędkość skrawania
			■	■				■		Zmniejszyć prędkość skrawania
						■	■			Zwiększyć posuw
■	■	■		■	■		■	■	■	Zmniejszyć posuw
■	■	■		■	■			■	■	Zmniejszyć głębokość skrawania
							■	■	■	Zmienić średnicę freza i szerokość skrawania
■			■	■		■	■			Sprawdzić zastosowanie środka chłodząco-smarującego
	■	■	■	■	■	■	■	■		Zwiększyć kąt przyłożenia
	■			■	■					Zwiększyć kąt ostrza
	■									Zwiększyć liczbę zębów
		■					■	■	■	Zmniejszyć liczbę zębów
							■			Wybrać większą komorę wiórów
■	■	■	■		■					Zmienić kształt ostrza pomocniczego
		■			■					Zmienić dokładność ruchu obrotowego freza
	■	■			■			■	■	Zmienić sztywność freza, długość wysięgu (stosunek L / D)
	■	■			■			■		Zastosować obrabiarkę o większej mocy i sztywności

Tabela 8.6 Przyczyny usterek przy frezowaniu i sposób ich usuwania

9 Wytyczne technologiczne do frezowania

9.1 Sposób posługiwania się tabelami wytycznych technologicznych

Zadanie obróbkowe:

Obróbka wykańczająca obrysu, materiał X210Cr12.

Sposób wykonania:

1. Dobór narzędzia z katalogu głównego — Frez trzpieniowy VHM średnica 10 mm, powlekany
2. Dobór grupy materiałowej (rozdział „Materiały") — Grupa materiałowa 8.2
3. Dobór parametrów skrawania:
   - 3.1 Wybór tabeli wytycznych technologicznych — Tabela 8.25
   - 3.2 Dobór parametrów skrawania

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia / powłoka	0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	• • •	Średnica [mm] 4,0 v_c [m/min]	4,0 f_z [mm/ząb]	6,0 v_c [m/min]	6,0 f_z [mm/ząb]	8,0 v_c [m/min]	8,0 f_z [mm/ząb]	10,0 v_c [m/min]	10,0 f_z [mm/ząb]	12,0 v_c [m/min]	12,0 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznacz.	< 500	VHM bez powłoki	100	0,002		100	0,032	100	0,054	100	0,063	100	0,072	100	0,080
			VHM powlekany	190	0,002		190	0,032	190	0,054	190	0,063	190	0,072	190	0,080
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznacz.	500–850	VHM bez powłoki	90	0,002		90	0,032	90	0,054	90	0,063	90	0,072	90	0,080
			VHM powlekany	170	0,002		170	0,032	170	0,054	170	0,063	170	0,072	170	0,080
2.0	Stale automatowe	< 850	VHM bez powłoki	90	0,002		90	0,032	90	0,054	90	0,063	90	0,072	90	0,080
			VHM powlekany	170	0,002		170	0,032	170	0,054	170	0,063	170	0,072	170	0,080
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	VHM bez powłoki	75	0,001		75	0,023	75	0,036	75	0,045	75	0,054	75	0,063
			VHM powlekany	140	0,001		140	0,023	140	0,036	140	0,045	140	0,054	140	0,063
3.0	Niestop. stale do ulepsz. ciepln.	< 700	VHM bez powłoki	90	0,002		90	0,032	90	0,054	90	0,063	90	0,072	90	0,080
			VHM powlekany	170	0,002		170	0,032	170	0,054	170	0,063	170	0,072	170	0,080
3.1	Niestop. stale do ulepsz. ciepln.	750 – 850	VHM bez powłoki	85	0,002		85	0,032	85	0,054	85	0,063	85	0,072	85	0,080
			VHM powlekany	160	0,002		160	0,032	160	0,054	160	0,063	160	0,072	160	0,080
3.2	Niestop. stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	VHM bez powłoki	75	0,001		75	0,023	75	0,036	75	0,045	75	0,054	75	0,063
			VHM powlekany	140	0,001		140	0,023	140	0,036	140	0,045	140	0,054	140	0,063
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	VHM bez powłoki	70	0,001		70	0,023	70	0,036	70	0,045	70	0,054	70	0,063
			VHM powlekany	120	0,001		120	0,023	120	0,036	120	0,045	120	0,054	120	0,063
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	VHM bez powłoki	60	0,001		60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060
			VHM powlekany	95	0,001		95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,060
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	VHM bez powłoki	90	0,002		90	0,032	90	0,054	90	0,063	90	0,072	90	0,080
			VHM powlekany	170	0,002		170	0,032	170	0,054	170	0,063	170	0,072	170	0,080
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	VHM bez powłoki	70	0,001		70	0,023	70	0,036	70	0,045	70	0,054	70	0,063
			VHM powlekany	120	0,001		120	0,023	120	0,036	120	0,045	120	0,054	120	0,063
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	VHM bez powłoki	60	0,001		60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060
			VHM powlekany	95	0,001		95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,060
7.0	Stale do azotowania	< 1000	VHM bez powłoki	70	0,001		70	0,023	70	0,036	70	0,045	70	0,054	70	0,063
			VHM powlekany	120	0,001		120	0,023	120	0,036	120	0,045	120	0,054	120	0,063
7.1	Stale do azotowania	> 1000	VHM bez powłoki	60	0,001		60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060
			VHM powlekany	95	0,001		95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,060
8.0	Stale narzędziowe	< 850	VHM bez powłoki	70	0,001		70	0,023	70	0,036	70	0,045	70	0,054	70	0,063
			VHM powlekany	120	0,001		120	0,023	120	0,036	120	0,045	120	0,054	120	0,063
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	VHM bez powłoki	60	0,001		60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060
			VHM powlekany	95	0,001		95	0,020	95	0,030	95	0,040	95	0,050	95	0,060
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	VHM bez powłoki	45	0,001		45	0,020	45	0,030	45	0,040	45	0,050	45	0,060
			VHM powlekany	85	0,001		85	0,020	85	0,030	85	0,040	85	0,050	85	0,060

Prędkość skrawania: v_c **= 85 m/min**

Posuw na ząb: f_z **= 0,050 mm/ząb**

9.2 Wskazówki do określania optymalnych parametrów skrawania

Zasadniczo należy rozpoczynać pracę z podaną wartością prędkości startowej, następnie - w zależności od występującego zużycia i żądanej trwałości - należy dokonywać optymalizacji wartości.

Prędkość skrawania / posuw

Przy średniej głębokości skrawania należy rozpoczynać pracę z podanymi wartościami. Przy bardzo dużym wysięgu narzędzia, zwłaszcza w przypadku głowic wkręcanych i przy występowaniu drgań, należy najpierw zmniejszyć głębokość skrawania, a dopiero potem posuw.

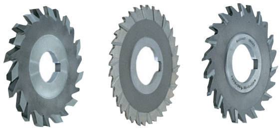
Głębokość skrawania

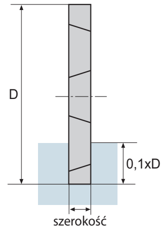
Głębokość skrawania nie może być zbyt duża, zwłaszcza w przypadku narzędzi o długim wysięgu, aby uniknąć drgań i zbyt dużego nacisku przy skrawaniu.
Korzystniej jest stosować małe głębokości skrawania przy względnie dużych posuwach.
W przypadku głębokich matryc i przy **frezowaniu otworów** należy zwracać uwagę na dobre odprowadzanie wiórów, np. za pomocą sprężonego powietrza i chłodzenia wewnętrznego.

Tabela 8.7 GARANT Frezy tarczowe (HSS/HSS-Co5)

Numery katalogowe 185000; 185500; 185820; 186000–187710
DIN 842-A; 847; 856; 855-A; 885A; 1834A; 6513

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			∅ 50 szerokość (ap) 1,6-10	∅ 63 szerokość (ap) 1,6-5	∅ 63 szerokość (ap) 3-12	∅ 80 szerokość (ap) 1,6-6	∅ 80 szerokość (ap) 3-12
		[N/mm²]	min.	start	maks.	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	18	19	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	18	19	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
2.0	Stale automatowe	< 850	18	19	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	18	19	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	16	22	28	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	18	19	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	18	19	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	18	19	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	10	14	18	–	–	–	–	–
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	18	19	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	18	19	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	18	19	20	–	–	–	–	–
7.0	Stale do azotowania	< 1000	16	22	28	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
7.1	Stale do azotowania	> 1000	10	14	18	–	–	–	–	–
8.0	Stale narzędziowe	< 850	18	19	20	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	16	22	28	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400		–		–	–	–	–	–
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–		–	–	–	–	–
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–		–	–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–		–	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–		–	–	–	–	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–		–	–	–	–	–
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–		–	–	–	–	–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	18	19	20	–	–	–	–	–
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	10	14	18	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	7	9	11	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	7	9	11	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	10	14	18	–	–	–	–	–
14.0	Stopy specjalne	< 1200	7	9	11	–	–	–	–	–
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	16	22	28	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	10	14	18	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	16	22	28	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	10	14	18	0,040	0,050	0,060	0,060	0,070
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	18	19	20	–	–	–	–	–
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	10	14	18	–	–	–	–	–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	140	200	250	0,085	0,095	0,095	0,085	0,085
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		140	200	250	0,085	0,095	0,095	0,085	0,085
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			–		–	–	–	–	–
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	140	200	250	0,085	0,095	0,095	0,085	0,085
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	130	180	230	0,085	0,095	0,095	0,085	0,085
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	120	160	200	0,085	0,095	0,095	0,085	0,085
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–		–	–	–	–	–
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–		–	–	–	–	–
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–		–	–	–	–	–
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–		–	–	–	–	–
19.0	Grafit			–		–	-	-	-	-
20.0	Termoplasty		140	200	250	0,085	0,095	0,095	0,085	0,085
20.1	Duroplasty		130	180	230	0,085	0,095	0,095	0,085	0,085
20.2	GFK i CFK			–		–	–	–	–	–





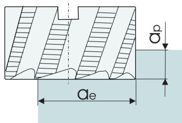
∅ 100 szerokość (a_p)		∅ 125 szerokość (a_p)		∅ 160 szerokość (a_p)		∅ 200 szerokość (a_p)		∅ 250 szerokość (a_p)	
1,6-6	**3-12**	**2-6**	**8-12**	**4-12**	**10-25**	**4-10**	**12-20**	**4-10**	**12-20**
f_z [mm/ząb]	**f_z [mm/ząb]**	**f_z [mm/ząb]**	**f_z [mm/ząb]**	**f_z [mm/ząb]**	**f_z [mm/ząb]**	**f_z [mm/ząb]**	**f_z [mm/ząb]**	**f_z [mm/ząb]**	**f_z [mm/ząb]**
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
–	–	–	–	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
–	–	–	–	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
–	–	–	–	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
–	–	–	–	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
–	–	–	–	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,060	0,080	0,090	0,100	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
–	–	–	–	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
–	–	–	–	0,110	0,110	0,110	0,120	0,110	0,125
0,100	0,100	0,100	0,100	0,110	0,115	0,110	0,115	0,110	0,115
0,100	0,100	0,100	0,100	0,110	0,115	0,110	0,115	0,110	0,115
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,100	0,100	0,100	0,100	0,110	0,115	0,110	0,115	0,110	0,115
0,100	0,100	0,100	0,100	0,110	0,115	0,110	0,115	0,110	0,115
0,100	0,100	0,100	0,100	0,110	0,115	0,110	0,115	0,110	0,115
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,100	0,100	0,100	0,100	0,110	0,115	0,110	0,115	0,110	0,115
0,100	0,100	0,100	0,100	0,110	0,115	0,110	0,115	0,110	0,115
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

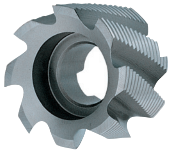
Tabela 8.8 GARANT Frezy walcowo-czołowe (HSS-Co5/HSS-Co8/HSS-Co10)

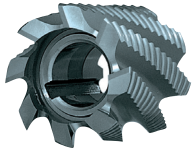
Numery katalogowe 181000; 181100; 181500; 181520; 181700; 181750; 181850; 182200; 182220; 182300; ; 182500; 182520; 182600, 182700; 182750

DIN 841; 1880T1

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Powłoka	v_c [m/min]	∅ 40		∅ 50	
					$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/ząb]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/ząb]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/ząb]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	bez powłoki	28	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	68	0,080	0,065	0,100	0,080
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500 – 850	bez powłoki	28	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	68	0,080	0,065	0,100	0,080
2.0	Stale automatowe	< 850	bez powłoki	28	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	68	0,080	0,065	0,100	0,080
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	bez powłoki	28	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	68	0,080	0,065	0,100	0,080
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	bez powłoki	28	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	68	0,080	0,065	0,100	0,080
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	750 – 850	bez powłoki	22	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	55	0,080	0,065	0,100	0,080
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	bez powłoki	22	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	55	0,080	0,065	0,100	0,080
4.0	Stopowe stale do ulepszania ciplnego	850 – 1000	bez powłoki	22	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	55	0,080	0,065	0,100	0,080
4.1	Stopowe stale do ulepszania ciplnego	1000 – 1200	bez powłoki	14	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	40	0,080	0,065	0,100	0,080
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	bez powłoki	28	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	68	0,080	0,065	0,100	0,080
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	bez powłoki	28	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	68	0,080	0,065	0,100	0,080
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	bez powłoki	28	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	68	0,080	0,065	0,100	0,080
7.0	Stale do azotowania	< 1000	bez powłoki	22	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	55	0,080	0,065	0,100	0,080
7.1	Stale do azotowania	> 1000	bez powłoki	14	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	40	0,080	0,065	0,100	0,080
8.0	Stale narzędziowe	< 850	bez powłoki	28	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	68	0,080	0,065	0,100	0,080
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	bez powłoki	22	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	55	0,080	0,065	0,100	0,080
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	bez powłoki	14	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	40	0,080	0,065	0,100	0,080
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	bez powłoki	22	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	55	0,080	0,065	0,100	0,080
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	bez powłoki	–	–	–	–	–
			powlekane	–	–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	bez powłoki	–	–	–	–	–
			powlekane	–	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	bez powłoki	–	–	–	–	–
			powlekane	–	–	–	–	–
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	bez powłoki	22	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	55	0,080	0,065	0,100	0,080
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	bez powłoki	–	–	–	–	–
			powlekane	–	–	–	–	–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	bez powłoki	22	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	55	0,080	0,065	0,100	0,080

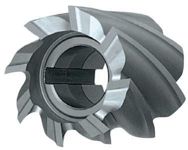


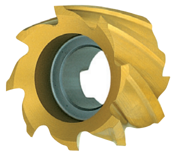










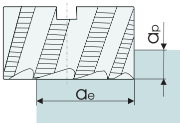


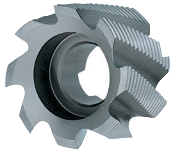
	∅ 63		∅ 80		∅ 100		∅ 125	
	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/ząb]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/ząb]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/ząb]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/ząb]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/ząb]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/ząb]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/ząb]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/ząb]
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	– –	– –
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	– –	– –
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	– –	– –
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	– –	– –

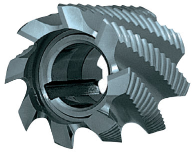
Tabela 8.8 GARANT Frezy walcowo-czołowe (HSS-Co5/HSS-Co8/HSS-Co10)

Numery katalogowe 181000; 181100; 181500; 181520; 181700; 181750; 181850; 182200; 182220; 182300; 182500; 182520; 182600, 182700; 182750
DIN 841; 1880 T1

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Powłoka	v_c [m/min]	∅ 40		∅ 50	
					$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/ząb]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/ząb]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}2xD$ f_z [mm/ząb]	$a_e = 0{,}75xD$ $a_p = 0{,}1xD$ f_z [mm/ząb]
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	bez powłoki	14	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	40	0,080	0,065	0,100	0,080
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	bez powłoki	9	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	28	0,080	0,065	0,100	0,080
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	bez powłoki	9	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	28	0,080	0,065	0,100	0,080
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	bez powłoki	14	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	40	0,080	0,065	0,100	0,080
14.0	Stale specjalne	< 1200	bez powłoki	9	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	28	0,080	0,065	0,100	0,080
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	bez powłoki	22	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	55	0,080	0,065	0,100	0,080
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	bez powłoki	14	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	40	0,080	0,065	0,100	0,080
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	bez powłoki	22	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	55	0,080	0,065	0,100	0,080
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	bez powłoki	14	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	40	0,080	0,065	0,100	0,080
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	bez powłoki	28	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	68	0,080	0,065	0,100	0,080
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	bez powłoki	14	0,065	0,055	0,080	0,070
			powlekane	40	0,080	0,065	0,100	0,080
17.0	Aluminium dające długi wiór, stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	bez powłoki	200	0,110	0,055	0,130	0,070
			powlekane	350	0,130	0,065	0,150	0,080
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		bez powłoki	200	0,110	0,055	0,130	0,070
			powlekane	350	0,130	0,065	0,150	0,080
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		bez powłoki	–	–	–	–	–
			powlekane	–	–	–	–	–
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	bez powłoki	180	0,110	0,055	0,130	0,070
			powlekane	320	0,130	0,065	0,150	0,080
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	bez powłoki	180	0,110	0,055	0,130	0,070
			powlekane	320	0,130	0,065	0,150	0,080
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	bez powłoki	160	0,110	0,055	0,130	0,070
			powlekane	300	0,130	0,065	0,150	0,080
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	bez powłoki	–	–	–	–	–
			powlekane	–	–	–	–	–
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	bez powłoki	–	–	–	–	–
			powlekane	–	–	–	–	–
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	bez powłoki	–	–	–	–	–
			powlekane	–	–	–	–	–
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	bez powłoki	–	–	–	–	–
			powlekane	–	–	–	–	–
19.0	Grafit		bez powłoki	–	–	–	–	–
			powlekane	–	–	–	–	–
20.0	Termoplasty		bez powłoki	200	0,110	0,055	0,130	0,070
			powlekane	350	0,130	0,065	0,150	0,080
20.1	Duroplasty		bez powłoki	160	0,110	0,055	0,130	0,070
			powlekane	300	0,130	0,065	0,150	0,080
20.2	GFK i CFK		–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–

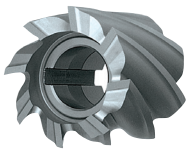


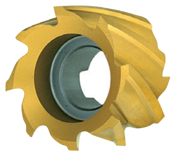










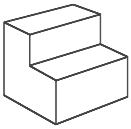


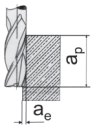
	∅ 63		∅ 80		∅ 100		∅ 125	
	a_e = 0,75xD a_p = 0,2xD f_z [mm/ząb]	a_e = 0,75xD a_p = 0,1xD f_z [mm/ząb]	a_e = 0,75xD a_p = 0,2xD f_z [mm/ząb]	a_e = 0,75xD a_p = 0,1xD f_z [mm/ząb]	a_e = 0,75xD a_p = 0,2xD f_z [mm/ząb]	a_e = 0,75xD a_p = 0,1xD f_z [mm/ząb]	a_e = 0,75xD a_p = 0,2xD f_z [mm/ząb]	a_e = 0,75xD a_p = 0,1xD f_z [mm/ząb]
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	– –	– –
	0,085 0,120	0,075 0,085	0,105 0,120	0,085 0,100	0,105 0,125	0,085 0,100	– –	– –
	0,130 0,160	0,075 0,085	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100
	0,130 0,160	0,075 0,085	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	0,130 0,160	0,075 0,085	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100
	0,130 0,160	0,075 0,085	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100
	0,130 0,160	0,075 0,085	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –
	0,130 0,160	0,075 0,085	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100
	0,130 0,160	0,075 0,085	0,135 0,160	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100	0,155 0,180	0,085 0,100
	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –	– –

Tabela 8.9 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - obróbka zgrubna obrys (frezowanie obrysu)

f_z dla $a_e = 0{,}5 \times D$ i $a_p = 1{,}0 \times D$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	HSS bez powłoki	–	–	28	0,002	28	0,003	28	0,005
			HSS powlekana	–	–	78	0,002	78	0,003	78	0,005
			PM powlekana	–	–	83	0,002	83	0,003	83	0,005
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500 – 850	HSS bez powłoki	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
			HSS powlekana	–	–	64	0,002	64	0,003	64	0,005
			PM powlekana	–	–	69	0,002	69	0,003	69	0,005
2.0	Stale automatowe	< 850	HSS bez powłoki	–	–	26	0,002	26	0,003	26	0,005
			HSS powlekana	–	–	69	0,002	69	0,003	69	0,005
			PM powlekana	–	–	74	0,002	74	0,003	74	0,005
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HSS bez powłoki	–	–	20	0,002	20	0,003	20	0,005
			HSS powlekana	–	–	64	0,002	64	0,003	64	0,005
			PM powlekana	–	–	69	0,002	69	0,003	69	0,005
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	HSS bez powłoki	–	–	25	0,002	25	0,003	25	0,005
			HSS powlekana	–	–	64	0,002	64	0,003	64	0,005
			PM powlekana	–	–	69	0,002	69	0,003	69	0,005
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	700 – 850	HSS bez powłoki	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
			HSS powlekana	–	–	55	0,002	55	0,003	55	0,005
			PM powlekana	–	–	64	0,002	64	0,003	64	0,005
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HSS bez powłoki	–	–	18	0,002	18	0,003	18	0,005
			HSS powlekana	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
			PM powlekana	–	–	51	0,002	51	0,003	51	0,005
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HSS bez powłoki	–	–	17	0,002	17	0,003	17	0,005
			HSS powlekana	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
			PM powlekana	–	–	51	0,002	51	0,003	51	0,005
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	HSS bez powłoki	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			HSS powlekana	–	–	39	0,002	39	0,003	39	0,005
			PM powlekana	–	–	46	0,002	46	0,003	46	0,005
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HSS bez powłoki	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
			HSS powlekana	–	–	55	0,002	55	0,003	55	0,005
			PM powlekana	–	–	64	0,002	64	0,003	64	0,005
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HSS bez powłoki.	–	–	17	0,002	17	0,003	17	0,005
			HSS powlekana	–	–	46	0,002	46	0,003	46	0,005
			PM powlekana	–	–	60	0,002	60	0,003	60	0,005
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HSS bez powłoki	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			HSS powlekana	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
			PM powlekana	–	–	51	0,002	51	0,003	51	0,005
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HSS bez powłoki	–	–	17	0,002	17	0,003	17	0,005
			HSS powlekana	–	–	39	0,002	39	0,003	39	0,005
			PM powlekana	–	–	51	0,002	51	0,003	51	0,005
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HSS bez powłoki	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			HSS powlekana	–	–	32	0,002	32	0,003	32	0,005
			PM powlekana	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HSS bez powłoki	–	–	20	0,002	20	0,003	20	0,005
			HSS powlekana	–	–	35	0,002	35	0,003	35	0,005
			PM powlekana	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HSS bez powłoki	–	–	12	0,002	12	0,003	12	0,005
			HSS powlekana	–	–	29	0,002	29	0,003	29	0,005
			PM powlekana	–	–	37	0,002	37	0,003	37	0,005
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HSS bez powłoki	–	–	7	0,002	7	0,003	7	0,005
			HSS powlekana	–	–	25	0,002	25	0,003	25	0,005
			PM powlekana	–	–	32	0,002	32	0,003	32	0,005



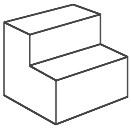


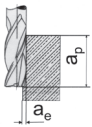
Średnica [mm]														Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
28	0,009	28	0,012	28	0,017	28	0,027	28	0,037	28	0,060	28	0,060	emulsja
78	0,009	78	0,012	78	0,017	78	0,027	78	0,037	78	0,060	78	0,060	emulsja
83	0,010	83	0,014	83	0,020	83	0,032	83	0,044	83	0,071	83	0,071	emulsja
23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053	emulsja
64	0,007	64	0,010	64	0,015	64	0,024	64	0,032	64	0,053	64	0,053	emulsja
69	0,010	69	0,014	69	0,020	69	0,032	69	0,044	69	0,065	69	0,065	emulsja
26	0,007	26	0,010	26	0,015	26	0,024	26	0,032	26	0,053	26	0,053	emulsja
69	0,007	69	0,010	69	0,015	69	0,024	69	0,032	69	0,053	69	0,053	emulsja
74	0,010	74	0,014	74	0,020	74	0,032	74	0,044	74	0,065	74	0,065	emulsja
20	0,007	20	0,010	20	0,015	20	0,024	20	0,032	20	0,053	20	0,053	emulsja
64	0,007	64	0,010	64	0,015	64	0,024	64	0,032	64	0,053	64	0,053	emulsja
69	0,010	69	0,014	69	0,020	69	0,032	69	0,044	69	0,065	69	0,065	emulsja
25	0,007	25	0,010	25	0,015	25	0,024	25	0,032	25	0,053	25	0,053	emulsja
64	0,007	64	0,010	64	0,015	64	0,024	64	0,032	64	0,053	64	0,053	emulsja
69	0,010	69	0,014	69	0,020	69	0,032	69	0,044	69	0,065	69	0,065	emulsja
23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053	emulsja
55	0,007	55	0,010	55	0,015	55	0,024	55	0,032	55	0,053	55	0,053	emulsja
64	0,010	64	0,014	64	0,020	64	0,032	64	0,044	64	0,065	64	0,065	emulsja
18	0,007	18	0,010	18	0,015	18	0,024	18	0,032	18	0,053	18	0,053	emulsja
41	0,007	41	0,010	41	0,015	41	0,024	41	0,032	41	0,053	41	0,053	emulsja
51	0,010	51	0,014	51	0,020	51	0,032	51	0,044	51	0,065	51	0,065	emulsja
17	0,007	17	0,010	17	0,015	17	0,024	17	0,032	17	0,053	17	0,053	emulsja
41	0,007	41	0,010	41	0,015	41	0,024	41	0,032	41	0,053	41	0,053	emulsja
51	0,010	51	0,014	51	0,020	51	0,032	51	0,044	51	0,065	51	0,065	emulsja
14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060	emulsja
39	0,009	39	0,012	39	0,017	39	0,027	39	0,037	39	0,060	39	0,060	emulsja
46	0,010	46	0,014	46	0,020	46	0,032	46	0,044	46	0,071	46	0,071	emulsja
23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053	emulsja
55	0,007	55	0,010	55	0,015	55	0,024	55	0,032	55	0,053	55	0,053	emulsja
64	0,010	64	0,014	64	0,020	64	0,032	64	0,044	64	0,065	64	0,065	emulsja
17	0,007	17	0,010	17	0,015	17	0,024	17	0,032	17	0,053	17	0,053	emulsja
46	0,007	46	0,010	46	0,015	46	0,024	46	0,032	46	0,053	46	0,053	emulsja
60	0,010	60	0,014	60	0,020	60	0,032	60	0,044	60	0,065	60	0,065	emulsja
14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060	emulsja
41	0,009	41	0,012	41	0,017	41	0,027	41	0,037	41	0,060	41	0,060	emulsja
51	0,010	51	0,014	51	0,020	51	0,032	51	0,044	51	0,071	51	0,071	emulsja
17	0,007	17	0,010	17	0,015	17	0,024	17	0,032	17	0,053	17	0,053	emulsja
39	0,007	39	0,010	39	0,015	39	0,024	39	0,032	39	0,053	39	0,053	emulsja
51	0,010	51	0,014	51	0,020	51	0,032	51	0,044	51	0,065	51	0,065	emulsja
14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060	emulsja
32	0,009	32	0,012	32	0,017	32	0,027	32	0,037	32	0,060	32	0,060	emulsja
41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,071	41	0,071	emulsja
20	0,007	20	0,010	20	0,015	20	0,024	20	0,032	20	0,053	20	0,053	emulsja
35	0,007	35	0,010	35	0,015	35	0,024	35	0,032	35	0,053	35	0,053	emulsja
41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,065	41	0,065	emulsja
12	0,009	12	0,012	12	0,017	12	0,027	12	0,037	12	0,060	12	0,060	emulsja
29	0,009	29	0,012	29	0,017	29	0,027	29	0,037	29	0,060	29	0,060	emulsja
37	0,010	37	0,014	37	0,020	37	0,032	37	0,044	37	0,071	37	0,071	emulsja
7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060	emulsja
25	0,009	25	0,012	25	0,017	25	0,027	25	0,037	25	0,060	25	0,060	emulsja
32	0,010	32	0,014	32	0,020	32	0,032	32	0,044	32	0,071	32	0,071	emulsja

Tabela 8.9 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - obróbka zgrubna obrysu (frezowanie obrysu)

f_z dla a_e = 0,5 x D i a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
9.0	Stal szybkotnąca	830 – 1200	HSS bez powłoki	–	–	6	0,002	6	0,003	6	0,005
			HSS powlekana	–	–	21	0,002	21	0,003	21	0,005
			PM powlekana	–	–	26	0,002	26	0,003	26	0,005
10.0	Stale hartowane	45 – 55 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55 – 60 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60 – 67 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	HSS bez powłoki	–	–	7	0,002	7	0,003	7	0,005
			HSS powlekana	–	–	18	0,002	18	0,003	18	0,005
			PM powlekana	–	–	28	0,002	28	0,003	28	0,005
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	HSS bez powłoki	–	–	4	0,002	4	0,003	4	0,005
			HSS powlekana	–	–	7	0,002	7	0,003	7	0,005
			PM powlekana	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
12.0	Stal sprężynowa	< 1500	HSS bez powłoki	–	–	6	0,002	6	0,003	6	0,005
			HSS powlekana	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			PM powlekana	–	–	21	0,002	21	0,003	21	0,005
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HSS bez powłoki	–	–	18	0,002	18	0,003	18	0,005
			HSS powlekana	–	–	28	0,002	28	0,003	28	0,005
			PM powlekana	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	HSS bez powłoki	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			HSS powlekana	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
			PM powlekana	–	–	32	0,002	32	0,003	32	0,005
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	HSS bez powłoki	–	–	9	0,002	9	0,003	9	0,005
			HSS powlekana	–	–	17	0,002	17	0,003	17	0,005
			PM powlekana	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	HSS bez powłoki	–	–	7	0,002	7	0,003	7	0,005
			HSS powlekana	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			PM powlekana	–	–	18	0,002	18	0,003	18	0,005
14.0	Stale specjalne	< 1200	HSS bez powłoki	–	–	5	0,002	5	0,003	5	0,005
			HSS powlekana	–	–	9	0,002	9	0,003	9	0,005
			PM powlekana	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HSS bez powłoki	–	–	26	0,002	26	0,003	26	0,005
			HSS powlekana	–	–	60	0,002	60	0,003	60	0,005
			PM powlekana	–	–	64	0,002	64	0,003	64	0,005
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HSS bez powłoki	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
			HSS powlekana	–	–	46	0,002	46	0,003	46	0,005
			PM powlekana	–	–	55	0,002	55	0,003	55	0,005
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HSS bez powłoki	–	–	20	0,002	20	0,003	20	0,005
			HSS powlekana	–	–	37	0,002	37	0,003	37	0,005
			PM powlekana	–	–	41	0,002	41	0,003	41	0,005
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HSS bez powłoki	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
			HSS powlekana	–	–	26	0,002	26	0,003	26	0,005
			PM powlekana	–	–	32	0,002	32	0,003	32	0,005



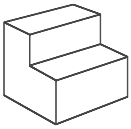


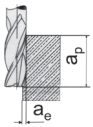
Średnica [mm]														Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
6	0,009	6	0,012	6	0,017	6	0,027	6	0,037	6	0,060	6	0,060	emulsja
21	0,009	21	0,012	21	0,017	21	0,027	21	0,037	21	0,060	21	0,060	emulsja
26	0,010	26	0,014	26	0,020	26	0,032	26	0,044	26	0,071	26	0,071	emulsja
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060	emulsja
18	0,009	18	0,012	18	0,017	18	0,027	18	0,037	18	0,060	18	0,060	emulsja
28	0,010	28	0,014	28	0,020	28	0,032	28	0,044	28	0,071	28	0,071	emulsja
4	0,009	4	0,012	4	0,017	4	0,027	4	0,037	4	0,060	4	0,060	emulsja
7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060	emulsja
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,071	14	0,071	emulsja
6	0,009	6	0,012	6	0,017	6	0,027	6	0,037	6	0,060	6	0,060	emulsja
14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060	emulsja
21	0,010	21	0,014	21	0,020	21	0,032	21	0,044	21	0,071	21	0,071	emulsja
18	0,007	18	0,010	18	0,015	18	0,024	18	0,032	18	0,053	18	0,053	emulsja
28	0,007	28	0,010	28	0,015	28	0,024	28	0,032	28	0,053	28	0,053	emulsja
41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,065	41	0,065	emulsja
14	0,007	14	0,010	14	0,015	14	0,024	14	0,032	14	0,053	14	0,053	emulsja
23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053	emulsja
32	0,010	32	0,014	32	0,020	32	0,032	32	0,044	32	0,065	32	0,065	emulsja
9	0,007	9	0,010	9	0,015	9	0,024	9	0,032	9	0,053	9	0,053	emulsja
17	0,007	17	0,010	17	0,015	17	0,024	17	0,032	17	0,053	17	0,053	emulsja
23	0,010	23	0,014	23	0,020	23	0,032	23	0,044	23	0,065	23	0,065	emulsja
7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060	emulsja
14	0,009	14	0,012	14	0,017	14	0,027	14	0,037	14	0,060	14	0,060	emulsja
18	0,010	18	0,014	18	0,020	18	0,032	18	0,044	18	0,071	18	0,071	emulsja
5	0,009	5	0,012	5	0,017	5	0,027	5	0,037	5	0,060	5	0,060	emulsja
9	0,009	9	0,012	9	0,017	9	0,027	9	0,037	9	0,060	9	0,060	emulsja
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,071	14	0,071	emulsja
26	0,007	26	0,010	26	0,015	26	0,024	26	0,032	26	0,053	26	0,053	emulsja
60	0,007	60	0,010	60	0,015	60	0,024	60	0,032	60	0,053	60	0,053	emulsja
64	0,010	64	0,014	64	0,020	64	0,032	64	0,044	64	0,065	64	0,065	emulsja
23	0,007	23	0,010	23	0,015	23	0,024	23	0,032	23	0,053	23	0,053	emulsja
46	0,007	46	0,010	46	0,015	46	0,024	46	0,032	46	0,053	46	0,053	emulsja
55	0,010	55	0,014	55	0,020	55	0,032	55	0,044	55	0,065	55	0,065	emulsja
20	0,007	20	0,010	20	0,015	20	0,024	20	0,032	20	0,053	20	0,053	emulsja
37	0,007	37	0,010	37	0,015	37	0,024	37	0,032	37	0,053	37	0,053	emulsja
41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,065	41	0,065	emulsja
14	0,007	14	0,010	14	0,015	14	0,024	14	0,032	14	0,053	14	0,053	emulsja
26	0,007	26	0,010	26	0,015	26	0,024	26	0,032	26	0,053	26	0,053	emulsja
32	0,010	32	0,014	32	0,020	32	0,032	32	0,044	32	0,065	32	0,065	emulsja

Tabela 8.9 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - obróbka zgrubna obrysu (frezowanie obrysu)

f_z dla a_e = 0,5 x D i a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	HSS bez powłoki	–	–	7	0,002	7	0,003	7	0,005
			HSS powlekana	–	–	16	0,002	16	0,003	16	0,005
			PM powlekana	–	–	23	0,002	23	0,003	23	0,005
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	HSS bez powłoki	–	–	5	0,002	5	0,003	5	0,005
			HSS powlekana	–	–	9	0,002	9	0,003	9	0,005
			PM powlekana	–	–	14	0,002	14	0,003	14	0,005
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	HSS bez powłoki	–	–	138	0,003	138	0,005	138	0,007
			HSS powlekana	–	–	202	0,003	202	0,005	202	0,007
			PM powlekana	–	–	221	0,003	221	0,007	221	0,009
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		HSS bez powłoki	–	–	83	0,005	83	0,007	83	0,010
			HSS powlekana	–	–	120	0,005	120	0,007	120	0,010
			PM powlekana	–	–	138	0,005	138	0,010	138	0,012
17.2	Stopy aluminium >10% Si		HSS bez powłoki	–	–	37	0,005	37	0,007	37	0,010
			HSS powlekana	–	–	101	0,005	101	0,007	101	0,010
			PM powlekana	–	–	110	0,005	110	0,010	110	0,012
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HSS bez powłoki	–	–	55	0,005	55	0,007	55	0,010
			HSS powlekana	–	–	92	0,005	92	0,007	92	0,010
			PM powlekana	–	–	110	0,005	110	0,010	110	0,012
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HSS bez powłoki	–	–	55	0,005	55	0,007	55	0,010
			HSS powlekana	–	–	92	0,005	92	0,007	92	0,010
			PM powlekana	–	–	110	0,005	110	0,010	110	0,012
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HSS bez powłoki	–	–	37	0,005	37	0,007	37	0,010
			HSS powlekana	–	–	83	0,005	83	0,007	83	0,010
			PM powlekana	–	–	92	0,005	92	0,010	92	0,012
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HSS bez powłoki	–	–	37	0,005	37	0,007	37	0,010
			HSS powlekana	–	–	83	0,005	83	0,007	83	0,010
			PM powlekana	–	–	92	0,005	92	0,010	92	0,012
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HSS bez powłoki	–	–	28	0,005	28	0,007	28	0,010
			HSS powlekana	–	–	64	0,005	64	0,007	64	0,010
			PM powlekana	–	–	74	0,005	74	0,010	74	0,012
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HSS bez powłoki	–	–	23	0,005	23	0,007	23	0,010
			HSS powlekana	–	–	51	0,005	51	0,007	51	0,010
			PM powlekana	–	–	64	0,005	64	0,010	64	0,012
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HSS bez powłoki	–	–	14	0,005	14	0,007	14	0,010
			HSS powlekana	–	–	41	0,005	41	0,007	41	0,010
			PM powlekana	–	–	46	0,005	46	0,010	46	0,012
19.0	Grafit		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Termoplasty		HSS bez powłoki	–	–	51	0,005	51	0,007	51	0,010
			HSS powlekana	–	–	51	0,005	51	0,007	51	0,010
			PM powlekana	–	–	64	0,005	64	0,010	64	0,012
20.1	Duroplasty		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–



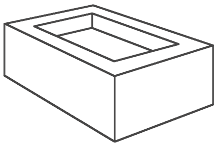


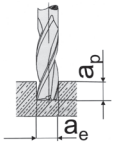
Średnica [mm]															Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
7	0,009	7	0,012	7	0,017	7	0,027	7	0,037	7	0,060	7	0,060	emulsja
16	0,009	16	0,012	16	0,017	16	0,027	16	0,037	16	0,060	16	0,060	emulsja
23	0,010	23	0,014	23	0,020	23	0,032	23	0,044	23	0,071	23	0,071	emulsja
5	0,009	5	0,012	5	0,017	5	0,027	5	0,037	5	0,060	5	0,060	emulsja
9	0,009	9	0,012	9	0,017	9	0,027	9	0,037	9	0,060	9	0,060	emulsja
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,071	14	0,071	emulsja
138	0,010	138	0,014	138	0,024	138	0,036	138	0,049	138	0,085	138	0,085	emulsja
202	0,010	202	0,014	202	0,024	202	0,036	202	0,049	202	0,085	202	0,085	emulsja
221	0,012	221	0,017	221	0,029	221	0,043	221	0,060	221	0,102	221	0,102	emulsja
83	0,014	83	0,019	83	0,033	83	0,050	83	0,062	83	0,094	83	0,094	emulsja
120	0,014	120	0,019	120	0,033	120	0,050	120	0,062	120	0,094	120	0,094	emulsja
138	0,017	138	0,024	138	0,040	138	0,060	138	0,074	138	0,112	138	0,112	emulsja
37	0,018	37	0,024	37	0,039	37	0,061	37	0,069	37	0,102	37	0,102	emulsja
101	0,018	101	0,024	101	0,039	101	0,061	101	0,069	101	0,102	101	0,102	emulsja
110	0,021	110	0,030	110	0,048	110	0,072	110	0,083	110	0,122	110	0,122	emulsja
55	0,014	55	0,019	55	0,033	55	0,050	55	0,062	55	0,094	55	0,094	emulsja
92	0,014	92	0,019	92	0,033	92	0,050	92	0,062	92	0,094	92	0,094	emulsja
110	0,017	110	0,024	110	0,040	110	0,060	110	0,074	110	0,112	110	0,112	emulsja
55	0,014	55	0,019	55	0,033	55	0,050	55	0,062	55	0,094	55	0,094	bez
92	0,014	92	0,019	92	0,033	92	0,050	92	0,062	92	0,094	92	0,094	bez
110	0,017	110	0,024	110	0,040	110	0,060	110	0,074	110	0,112	110	0,112	bez
37	0,014	37	0,019	37	0,033	37	0,050	37	0,062	37	0,094	37	0,094	bez
83	0,014	83	0,019	83	0,033	83	0,050	83	0,062	83	0,094	83	0,094	bez
92	0,017	92	0,024	92	0,040	92	0,060	92	0,074	92	0,112	92	0,112	bez
37	0,014	37	0,019	37	0,033	37	0,050	37	0,062	37	0,094	37	0,094	bez
83	0,014	83	0,019	83	0,033	83	0,050	83	0,062	83	0,094	83	0,094	bez
92	0,017	92	0,024	92	0,040	92	0,060	92	0,074	92	0,112	92	0,112	bez
28	0,014	28	0,019	28	0,033	28	0,050	28	0,062	28	0,094	28	0,094	bez
64	0,014	64	0,019	64	0,033	64	0,050	64	0,062	64	0,094	64	0,094	bez
74	0,017	74	0,024	74	0,040	74	0,060	74	0,074	74	0,112	74	0,112	bez
23	0,014	23	0,019	23	0,033	23	0,050	23	0,062	23	0,094	23	0,094	emulsja
51	0,014	51	0,019	51	0,033	51	0,050	51	0,062	51	0,094	51	0,094	emulsja
64	0,017	64	0,024	64	0,040	64	0,060	64	0,074	64	0,112	64	0,112	emulsja
14	0,018	14	0,024	14	0,039	14	0,061	14	0,069	14	0,102	14	0,102	emulsja
41	0,018	41	0,024	41	0,039	41	0,061	41	0,069	41	0,102	41	0,102	emulsja
46	0,021	46	0,030	46	0,048	46	0,072	46	0,083	46	0,122	46	0,122	emulsja
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
51	0,014	51	0,019	51	0,033	51	0,050	51	0,062	51	0,094	51	0,094	na sucho/pow.
51	0,014	51	0,019	51	0,033	51	0,050	51	0,062	51	0,094	51	0,094	na sucho/pow.
64	0,017	64	0,024	64	0,040	64	0,060	64	0,074	64	0,112	64	0,112	na sucho/pow.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 8.10 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - obróbka zgrubna rowków pełnych / wgłębna

f_z dla a_e = 1,0 x D i a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	HSS bez powłoki	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			HSS powlekana	78	0,001	78	0,001	78	0,002	78	0,003
			PM powlekana	83	0,001	83	0,001	83	0,002	83	0,003
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500 – 850	HSS bez powłoki	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			HSS powlekana	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
			PM powlekana	69	0,001	69	0,001	69	0,002	69	0,003
2.0	Stale automatowe	< 850	HSS bez powłoki	26	0,001	26	0,001	26	0,002	26	0,003
			HSS powlekana	69	0,001	69	0,001	69	0,002	69	0,003
			PM powlekana	74	0,001	74	0,001	74	0,002	74	0,003
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS powlekana	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
			PM powlekana	69	0,001	69	0,001	69	0,002	69	0,003
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS powlekana	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
			PM powlekana	69	0,001	69	0,001	69	0,002	69	0,003
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	700 – 850	HSS bez powłoki	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			HSS powlekana	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
			PM powlekana	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HSS bez powłoki	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
			PM powlekana	51	0,001	51	0,001	51	0,002	51	0,003
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HSS bez powłoki	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			HSS powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
			PM powlekana	51	0,001	51	0,001	51	0,002	51	0,003
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	HSS bez powłoki	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS powlekana	39	0,001	39	0,001	39	0,002	39	0,003
			PM powlekana	46	0,001	46	0,001	46	0,002	46	0,003
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HSS bez powłoki	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			HSS powlekana	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
			PM powlekana	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HSS bez powłoki	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			HSS powlekana	46	0,001	46	0,001	46	0,002	46	0,003
			PM powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HSS bez powłoki	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
			PM powlekana	51	0,001	51	0,001	51	0,002	51	0,003
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HSS bez powłoki	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			HSS powlekana	39	0,001	39	0,001	39	0,002	39	0,003
			PM powlekana	51	0,001	51	0,001	51	0,002	51	0,003
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HSS bez powłoki	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS powlekana	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003
			PM powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS powlekana	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003
			PM powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HSS bez powłoki	12	0,001	12	0,001	12	0,002	12	0,003
			HSS powlekana	29	0,001	29	0,001	29	0,002	29	0,003
			PM powlekana	37	0,001	37	0,001	37	0,002	37	0,003
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HSS bez powłoki	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS powlekana	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			PM powlekana	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003



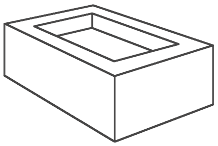


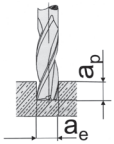
Średnica [mm]														Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
28	0,005	28	0,007	28	0,010	28	0,016	28	0,025	28	0,028	28	0,035	emulsja
78	0,005	78	0,007	78	0,010	78	0,016	78	0,025	78	0,028	78	0,035	emulsja
83	0,006	83	0,008	83	0,012	83	0,019	83	0,029	83	0,033	83	0,042	emulsja
23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	emulsja
64	0,004	64	0,006	64	0,009	64	0,014	64	0,021	64	0,025	64	0,031	emulsja
69	0,006	69	0,008	69	0,012	69	0,019	69	0,029	69	0,033	69	0,038	emulsja
26	0,004	26	0,006	26	0,009	26	0,014	26	0,021	26	0,025	26	0,031	emulsja
69	0,004	69	0,006	69	0,009	69	0,014	69	0,021	69	0,025	69	0,031	emulsja
74	0,006	74	0,008	74	0,012	74	0,019	74	0,029	74	0,033	74	0,038	emulsja
20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,021	20	0,025	20	0,031	emulsja
64	0,004	64	0,006	64	0,009	64	0,014	64	0,021	64	0,025	64	0,031	emulsja
69	0,006	69	0,008	69	0,012	69	0,019	69	0,029	69	0,033	69	0,038	emulsja
25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,021	25	0,025	25	0,031	emulsja
64	0,004	64	0,006	64	0,009	64	0,014	64	0,021	64	0,025	64	0,031	emulsja
69	0,006	69	0,008	69	0,012	69	0,019	69	0,029	69	0,033	69	0,038	emulsja
23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	emulsja
55	0,004	55	0,006	55	0,009	55	0,014	55	0,021	55	0,025	55	0,031	emulsja
64	0,006	64	0,008	64	0,012	64	0,019	64	0,029	64	0,033	64	0,038	emulsja
18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,021	18	0,025	18	0,031	emulsja
41	0,004	41	0,006	41	0,009	41	0,014	41	0,021	41	0,025	41	0,031	emulsja
51	0,006	51	0,008	51	0,012	51	0,019	51	0,029	51	0,033	51	0,038	emulsja
17	0,004	17	0,006	17	0,009	17	0,014	17	0,021	17	0,025	17	0,031	emulsja
41	0,004	41	0,006	41	0,009	41	0,014	41	0,021	41	0,025	41	0,031	emulsja
51	0,006	51	0,008	51	0,012	51	0,019	51	0,029	51	0,033	51	0,038	emulsja
14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	emulsja
39	0,005	39	0,007	39	0,010	39	0,016	39	0,025	39	0,028	39	0,035	emulsja
46	0,006	46	0,008	46	0,020	46	0,019	46	0,029	46	0,033	46	0,042	emulsja
23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	emulsja
55	0,004	55	0,006	55	0,009	55	0,014	55	0,021	55	0,025	55	0,031	emulsja
64	0,006	64	0,008	64	0,012	64	0,019	64	0,029	64	0,033	64	0,038	emulsja
17	0,004	17	0,006	17	0,009	17	0,014	17	0,021	17	0,025	17	0,031	emulsja
46	0,004	46	0,006	46	0,009	46	0,014	46	0,021	46	0,025	46	0,031	emulsja
60	0,006	60	0,008	60	0,012	60	0,019	60	0,029	60	0,033	60	0,038	emulsja
14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	emulsja
41	0,005	41	0,007	41	0,010	41	0,016	41	0,025	41	0,028	41	0,035	emulsja
51	0,006	51	0,008	51	0,020	51	0,019	51	0,029	51	0,033	51	0,042	emulsja
17	0,004	17	0,006	17	0,009	17	0,014	17	0,021	17	0,025	17	0,031	emulsja
39	0,004	39	0,006	39	0,009	39	0,014	39	0,021	39	0,025	39	0,031	emulsja
51	0,006	51	0,008	51	0,012	51	0,019	51	0,029	51	0,033	51	0,038	emulsja
14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	emulsja
32	0,005	32	0,007	32	0,010	32	0,016	32	0,025	32	0,028	32	0,035	emulsja
41	0,006	41	0,008	41	0,012	41	0,019	41	0,029	41	0,033	41	0,042	emulsja
20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,021	20	0,025	20	0,031	emulsja
35	0,004	35	0,006	35	0,009	35	0,014	35	0,021	35	0,025	35	0,031	emulsja
41	0,006	41	0,008	41	0,012	41	0,019	41	0,029	41	0,033	41	0,038	emulsja
12	0,005	12	0,007	12	0,010	12	0,016	12	0,025	12	0,028	12	0,035	emulsja
29	0,005	29	0,007	29	0,010	29	0,016	29	0,025	29	0,028	29	0,035	emulsja
37	0,006	37	0,008	37	0,012	37	0,019	37	0,029	37	0,033	37	0,042	emulsja
7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	emulsja
25	0,005	25	0,007	25	0,010	25	0,016	25	0,025	25	0,028	25	0,035	emulsja
32	0,006	32	0,008	32	0,012	32	0,019	32	0,029	32	0,033	32	0,042	emulsja

Tabela 8.10 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - obróbka zgrubna rowków pełnych / wgłębna

f_z dla a_e = 1,0 x D i a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
9.0	Stal szybkotnąca	830 – 1200	HSS bez powłoki	6	0,001	6	0,001	6	0,002	6	0,003
			HSS powlekana	21	0,001	21	0,001	21	0,002	21	0,003
			PM powlekana	26	0,001	26	0,001	26	0,002	26	0,003
10.0	Stale hartowane	45 – 55 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55 – 60 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60 – 67 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	HSS bez powłoki	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS powlekana	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			PM powlekana	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	HSS bez powłoki	4	0,001	4	0,001	4	0,002	4	0,003
			HSS powlekana	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			PM powlekana	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
12.0	Stal sprężynowa	< 1500	HSS bez powłoki	6	0,001	6	0,001	6	0,002	6	0,003
			HSS powlekana	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			PM powlekana	21	0,001	21	0,001	21	0,002	21	0,003
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HSS bez powłoki	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS powlekana	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			PM powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	HSS bez powłoki	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS powlekana	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			PM powlekana	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	HSS bez powłoki	9	0,001	9	0,001	9	0,002	9	0,003
			HSS powlekana	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			PM powlekana	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	HSS bez powłoki	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS powlekana	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			PM powlekana	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
14.0	Stale specjalne	< 1200	HSS bez powłoki	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,003
			HSS powlekana	9	0,001	9	0,001	9	0,002	9	0,003
			PM powlekana	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
15.0	Żeliwo	< 180 HB	HSS bez powłoki	26	0,001	26	0,001	26	0,002	26	0,003
			HSS powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
			PM powlekana	64	0,001	64	0,001	64	0,002	64	0,003
15.1	Żeliwo	> 180 HB	HSS bez powłoki	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			HSS powlekana	46	0,001	46	0,001	46	0,002	46	0,003
			PM powlekana	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS powlekana	37	0,001	37	0,001	37	0,002	37	0,003
			PM powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,002	41	0,003
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HSS bez powłoki	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
			HSS powlekana	26	0,001	26	0,001	26	0,002	26	0,003
			PM powlekana	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003



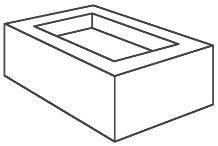


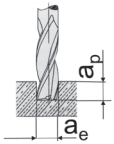
	Średnica [mm]														środek chłodząco-smarujący
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	6	0,005	6	0,007	6	0,010	6	0,016	6	0,025	6	0,028	6	0,035	emulsja
	21	0,005	21	0,007	21	0,010	21	0,016	21	0,025	21	0,028	21	0,035	emulsja
	26	0,006	26	0,008	26	0,012	26	0,019	26	0,029	26	0,033	26	0,042	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	emulsja
	18	0,005	18	0,007	18	0,010	18	0,016	18	0,025	18	0,028	18	0,035	emulsja
	28	0,006	28	0,008	28	0,012	28	0,019	28	0,029	28	0,033	28	0,042	emulsja
	4	0,005	4	0,007	4	0,010	4	0,016	4	0,025	4	0,028	4	0,035	emulsja
	7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	emulsja
	14	0,006	14	0,008	14	0,012	14	0,019	14	0,029	14	0,033	14	0,042	emulsja
	6	0,005	6	0,007	6	0,010	6	0,016	6	0,25	6	0,028	6	0,035	emulsja
	14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,25	14	0,028	14	0,035	emulsja
	21	0,006	21	0,008	21	0,012	21	0,019	21	0,29	21	0,033	21	0,042	emulsja
	18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,021	18	0,025	18	0,031	emulsja
	28	0,004	28	0,006	28	0,009	28	0,014	28	0,021	28	0,025	28	0,031	emulsja
	41	0,006	41	0,008	41	0,012	41	0,019	41	0,029	41	0,033	41	0,038	emulsja
	14	0,004	14	0,006	14	0,009	14	0,014	14	0,021	14	0,025	14	0,031	emulsja
	23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	emulsja
	32	0,006	32	0,008	32	0,012	32	0,019	32	0,029	32	0,033	32	0,038	emulsja
	9	0,004	9	0,006	9	0,009	9	0,014	9	0,021	9	0,025	9	0,031	emulsja
	17	0,004	17	0,006	17	0,009	17	0,014	17	0,021	17	0,025	17	0,031	emulsja
	23	0,006	23	0,008	23	0,012	23	0,019	23	0,029	23	0,033	23	0,038	emulsja
	7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	emulsja
	14	0,005	14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	emulsja
	18	0,006	18	0,008	18	0,012	18	0,019	18	0,029	18	0,033	18	0,042	emulsja
	5	0,005	5	0,007	5	0,010	5	0,016	5	0,25	5	0,028	5	0,035	emulsja
	9	0,005	9	0,007	9	0,010	9	0,016	9	0,25	9	0,028	9	0,035	emulsja
	14	0,006	14	0,008	14	0,012	14	0,019	14	0,29	14	0,033	14	0,042	emulsja
	26	0,004	26	0,006	26	0,009	26	0,014	26	0,021	26	0,025	26	0,031	bez
	60	0,004	60	0,006	60	0,009	60	0,014	60	0,021	60	0,025	60	0,031	bez
	64	0,006	64	0,008	64	0,012	64	0,019	64	0,029	64	0,033	64	0,038	bez
	23	0,004	23	0,006	23	0,009	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,031	bez
	46	0,004	46	0,006	46	0,009	46	0,014	46	0,021	46	0,025	46	0,031	bez
	55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,029	55	0,033	55	0,038	bez
	20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,021	20	0,025	20	0,031	emulsja
	37	0,004	37	0,006	37	0,009	37	0,014	37	0,021	37	0,025	37	0,031	emulsja
	41	0,006	41	0,008	41	0,012	41	0,019	41	0,029	41	0,033	41	0,038	emulsja
	14	0,004	14	0,006	14	0,009	14	0,014	14	0,021	14	0,025	14	0,031	emulsja
	26	0,004	26	0,006	26	0,009	26	0,014	26	0,021	26	0,025	26	0,031	emulsja
	32	0,006	32	0,008	32	0,012	32	0,019	32	0,029	32	0,033	32	0,038	emulsja

Tabela 8.10 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - obróbka zgrubna rowków pełnych / wgłębna

f_z dla a_e = 1,0 x D i a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	HSS bez powłoki	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS powlekana	16	0,001	16	0,001	16	0,002	16	0,003
			PM powlekana	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	HSS bez powłoki	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,003
			HSS powlekana	9	0,001	9	0,001	9	0,002	9	0,003
			PM powlekana	14	0,001	14	0,001	14	0,002	14	0,003
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	HSS bez powłoki	138	0,001	138	0,002	138	0,003	138	0,004
			HSS powlekana	202	0,001	202	0,002	202	0,003	202	0,004
			PM powlekana	221	0,001	221	0,002	221	0,004	221	0,005
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		HSS bez powłoki	83	0,001	83	0,003	83	0,004	83	0,006
			HSS powlekana	120	0,001	120	0,003	120	0,004	120	0,006
			PM powlekana	138	0,001	138	0,003	138	0,006	138	0,007
17.2	Stopy aluminium >10% Si		HSS bez powłoki	37	0,001	37	0,003	37	0,004	37	0,006
			HSS powlekana	101	0,001	101	0,003	101	0,004	101	0,006
			PM powlekana	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,007
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HSS bez powłoki	55	0,001	55	0,003	55	0,004	55	0,006
			HSS powlekana	92	0,001	92	0,003	92	0,004	92	0,006
			PM powlekana	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,007
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HSS bez powłoki	55	0,001	55	0,003	55	0,004	55	0,006
			HSS powlekana	92	0,001	92	0,003	92	0,004	92	0,006
			PM powlekana	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,007
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HSS bez powłoki	37	0,001	37	0,003	37	0,004	37	0,006
			HSS powlekana	83	0,001	83	0,003	83	0,004	83	0,006
			PM powlekana	92	0,001	92	0,003	92	0,006	92	0,007
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HSS bez powłoki	37	0,001	37	0,003	37	0,004	37	0,006
			HSS powlekana	83	0,001	83	0,003	83	0,004	83	0,006
			PM powlekana	92	0,001	92	0,003	92	0,006	92	0,007
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HSS bez powłoki	28	0,001	28	0,003	28	0,004	28	0,006
			HSS powlekana	64	0,001	64	0,003	64	0,004	64	0,006
			PM powlekana	74	0,001	74	0,003	74	0,006	74	0,007
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HSS bez powłoki	23	0,001	23	0,003	23	0,004	23	0,006
			HSS powlekana	51	0,001	51	0,003	51	0,004	51	0,006
			PM powlekana	64	0,001	64	0,003	64	0,006	64	0,007
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HSS bez powłoki	14	0,001	14	0,003	14	0,004	14	0,006
			HSS powlekana	41	0,001	41	0,003	41	0,004	41	0,006
			PM powlekana	46	0,001	46	0,003	46	0,006	46	0,007
19.0	Grafit		HSS bez powłoki	21	0,001	21	0,001	21	0,002	21	0,003
			HSS powlekana	31	0,001	31	0,001	31	0,002	31	0,003
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Termoplasty		HSS bez powłoki	51	0,001	51	0,003	51	0,004	51	0,006
			HSS powlekana	51	0,001	51	0,003	51	0,004	51	0,006
			PM powlekana	64	0,001	64	0,003	64	0,006	64	0,007
20.1	Duroplasty		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–



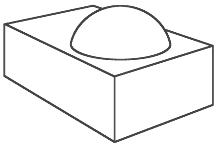


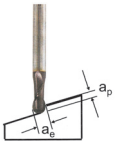
Średnica [mm]														Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,025	7	0,028	7	0,035	emulsja
16	0,005	16	0,007	16	0,010	16	0,016	16	0,025	16	0,028	16	0,035	emulsja
23	0,006	23	0,008	23	0,012	23	0,019	23	0,029	23	0,033	23	0,042	emulsja
5	0,005	5	0,007	5	0,010	5	0,016	5	0,025	5	0,028	5	0,035	emulsja
9	0,005	9	0,007	9	0,010	9	0,016	9	0,025	9	0,028	9	0,035	emulsja
14	0,006	14	0,008	14	0,012	14	0,019	14	0,029	14	0,033	14	0,042	emulsja
138	0,006	138	0,008	138	0,014	138	0,021	138	0,032	138	0,037	138	0,050	emulsja
202	0,006	202	0,008	202	0,014	202	0,021	202	0,032	202	0,037	202	0,050	emulsja
221	0,007	221	0,010	221	0,017	221	0,025	221	0,039	221	0,044	221	0,060	emulsja
83	0,008	83	0,011	83	0,020	83	0,029	83	0,041	83	0,046	83	0,055	emulsja
120	0,008	120	0,011	120	0,020	120	0,029	120	0,041	120	0,046	120	0,055	emulsja
138	0,010	138	0,014	138	0,024	138	0,035	138	0,049	138	0,055	138	0,066	emulsja
37	0,011	37	0,014	37	0,023	37	0,036	37	0,045	37	0,050	37	0,060	emulsja
101	0,011	101	0,014	101	0,023	101	0,036	101	0,045	101	0,050	101	0,060	emulsja
110	0,012	110	0,018	110	0,028	110	0,043	110	0,055	110	0,059	110	0,072	emulsja
55	0,008	55	0,011	55	0,020	55	0,029	55	0,041	55	0,046	55	0,055	emulsja
92	0,008	92	0,011	92	0,020	92	0,029	92	0,041	92	0,046	92	0,055	emulsja
110	0,010	110	0,014	110	0,024	110	0,035	110	0,049	110	0,055	110	0,066	emulsja
55	0,008	55	0,011	55	0,020	55	0,029	55	0,041	55	0,046	55	0,055	bez
92	0,008	92	0,011	92	0,020	92	0,029	92	0,041	92	0,046	92	0,055	bez
110	0,010	110	0,014	110	0,024	110	0,035	110	0,049	110	0,055	110	0,066	bez
37	0,008	37	0,011	37	0,020	37	0,029	37	0,041	37	0,046	37	0,055	bez
83	0,008	83	0,011	83	0,020	83	0,029	83	0,041	83	0,046	83	0,055	bez
92	0,010	92	0,014	92	0,024	92	0,035	92	0,049	92	0,055	92	0,066	bez
37	0,008	37	0,011	37	0,020	37	0,029	37	0,041	37	0,046	37	0,055	bez
83	0,008	83	0,011	83	0,020	83	0,029	83	0,041	83	0,046	83	0,055	bez
92	0,010	92	0,014	92	0,024	92	0,035	92	0,049	92	0,055	92	0,066	bez
28	0,008	28	0,011	28	0,020	28	0,029	28	0,041	28	0,046	28	0,055	bez
64	0,008	64	0,011	64	0,020	64	0,029	64	0,041	64	0,046	64	0,055	bez
74	0,010	74	0,014	74	0,024	74	0,035	74	0,049	74	0,055	74	0,066	bez
23	0,008	23	0,011	23	0,020	23	0,029	23	0,041	23	0,046	23	0,055	emulsja
51	0,008	51	0,011	51	0,020	51	0,029	51	0,041	51	0,046	51	0,055	emulsja
64	0,010	64	0,014	64	0,024	64	0,035	64	0,049	64	0,055	64	0,066	emulsja
14	0,011	14	0,014	14	0,023	14	0,036	14	0,045	14	0,050	14	0,060	emulsja
41	0,011	41	0,014	41	0,023	41	0,036	41	0,045	41	0,050	41	0,060	emulsja
46	0,012	46	0,018	46	0,028	46	0,043	46	0,055	46	0,059	46	0,072	emulsja
21	0,004	21	0,006	21	0,009	21	0,014	21	0,019	21	0,025	21	0,031	bez
31	0,004	31	0,006	31	0,009	31	0,014	31	0,019	31	0,025	31	0,031	bez
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
51	0,008	51	0,011	51	0,020	51	0,029	51	0,041	51	0,046	51	0,055	na sucho/pow.
51	0,008	51	0,011	51	0,020	51	0,029	51	0,041	51	0,046	51	0,055	na sucho/pow.
64	0,010	64	0,014	64	0,024	64	0,035	64	0,049	64	0,055	64	0,066	na sucho/pow.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 8.11 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - kopiowanie zgrubne

f_z dla a_e = 0,05 x D i a_p = 0,05 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	HSS bez powłoki	28	0,002	28	0,002	28	0,004	28	0,006
			HSS powlekana	78	0,002	78	0,002	78	0,004	78	0,006
			PM powlekana	83	0,002	83	0,002	83	0,004	83	0,006
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500 – 850	HSS bez powłoki	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			HSS powlekana	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
			PM powlekana	69	0,002	69	0,002	69	0,004	69	0,006
2.0	Stale automatowe	< 850	HSS bez powłoki	26	0,002	26	0,002	26	0,004	26	0,006
			HSS powlekana	69	0,002	69	0,002	69	0,004	69	0,006
			PM powlekana	74	0,002	74	0,002	74	0,004	74	0,006
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HSS bez powłoki	20	0,002	20	0,002	20	0,004	20	0,006
			HSS powlekana	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
			PM powlekana	69	0,002	69	0,002	69	0,004	69	0,006
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	HSS bez powłoki	25	0,002	25	0,002	25	0,004	25	0,006
			HSS powlekana	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
			PM powlekana	69	0,002	69	0,002	69	0,004	69	0,006
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	700 – 850	HSS bez powłoki	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			HSS powlekana	55	0,002	55	0,002	55	0,004	55	0,006
			PM powlekana	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HSS bez powłoki	18	0,002	18	0,002	18	0,004	18	0,006
			HSS powlekana	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
			PM powlekana	51	0,002	51	0,002	51	0,004	51	0,006
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HSS bez powłoki	17	0,002	17	0,002	17	0,004	17	0,006
			HSS powlekana	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
			PM powlekana	51	0,002	51	0,002	51	0,004	51	0,006
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	HSS bez powłoki	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS powlekana	39	0,002	39	0,002	39	0,004	39	0,006
			PM powlekana	46	0,002	46	0,002	46	0,004	46	0,006
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HSS bez powłoki	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			HSS powlekana	55	0,002	55	0,002	55	0,004	55	0,006
			PM powlekana	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HSS bez powłoki	17	0,002	17	0,002	17	0,004	17	0,006
			HSS powlekana	46	0,002	46	0,002	46	0,004	46	0,006
			PM powlekana	60	0,002	60	0,002	60	0,004	60	0,006
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HSS bez powłoki	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS powlekana	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
			PM powlekana	51	0,002	51	0,002	51	0,004	51	0,006
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HSS bez powłoki	17	0,002	17	0,002	17	0,004	17	0,006
			HSS powlekana	39	0,002	39	0,002	39	0,004	39	0,006
			PM powlekana	51	0,002	51	0,002	51	0,004	51	0,006
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HSS bez powłoki	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS powlekana	32	0,002	32	0,002	32	0,004	32	0,006
			PM powlekana	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HSS bez powłoki	20	0,002	20	0,002	20	0,004	20	0,006
			HSS powlekana	35	0,002	35	0,002	35	0,004	35	0,006
			PM powlekana	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HSS bez powłoki	12	0,002	12	0,002	12	0,004	12	0,006
			HSS powlekana	29	0,002	29	0,002	29	0,004	29	0,006
			PM powlekana	37	0,002	37	0,002	37	0,004	37	0,006
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HSS bez powłoki	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			HSS powlekana	25	0,002	25	0,002	25	0,004	25	0,006
			PM powlekana	32	0,002	32	0,002	32	0,004	32	0,006



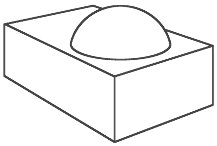


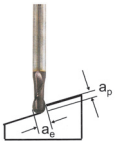
Średnica [mm]															Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]		
28	0,010	28	0,014	28	0,020	28	0,032	28	0,044	28	0,056	28	0,070		emulsja
78	0,010	78	0,014	78	0,020	78	0,032	78	0,044	78	0,056	78	0,070		emulsja
83	0,012	83	0,016	83	0,024	83	0,038	83	0,052	83	0,066	83	0,084		emulsja
23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062		emulsja
64	0,008	64	0,012	64	0,018	64	0,028	64	0,038	64	0,050	64	0,062		emulsja
69	0,012	69	0,016	69	0,024	69	0,038	69	0,052	69	0,066	69	0,076		emulsja
26	0,008	26	0,012	26	0,018	26	0,028	26	0,038	26	0,050	26	0,062		emulsja
69	0,008	69	0,012	69	0,018	69	0,028	69	0,038	69	0,050	69	0,062		emulsja
74	0,012	74	0,016	74	0,024	74	0,038	74	0,052	74	0,066	74	0,076		emulsja
20	0,008	20	0,012	20	0,018	20	0,028	20	0,038	20	0,050	20	0,062		emulsja
64	0,008	64	0,012	64	0,018	64	0,028	64	0,038	64	0,050	64	0,062		emulsja
69	0,012	69	0,016	69	0,024	69	0,038	69	0,052	69	0,066	69	0,076		emulsja
25	0,008	25	0,012	25	0,018	25	0,028	25	0,038	25	0,050	25	0,062		emulsja
64	0,008	64	0,012	64	0,018	64	0,028	64	0,038	64	0,050	64	0,062		emulsja
69	0,012	69	0,016	69	0,024	69	0,038	69	0,052	69	0,066	69	0,076		emulsja
23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062		emulsja
55	0,008	55	0,012	55	0,018	55	0,028	55	0,038	55	0,050	55	0,062		emulsja
64	0,012	64	0,016	64	0,024	64	0,038	64	0,052	64	0,066	64	0,076		emulsja
18	0,008	18	0,012	18	0,018	18	0,028	18	0,038	18	0,050	18	0,062		emulsja
41	0,008	41	0,012	41	0,018	41	0,028	41	0,038	41	0,050	41	0,062		emulsja
51	0,012	51	0,016	51	0,024	51	0,038	51	0,052	51	0,066	51	0,076		emulsja
17	0,008	17	0,012	17	0,018	17	0,028	17	0,038	17	0,050	17	0,062		emulsja
41	0,008	41	0,012	41	0,018	41	0,028	41	0,038	41	0,050	41	0,062		emulsja
51	0,012	51	0,016	51	0,024	51	0,038	51	0,052	51	0,066	51	0,076		emulsja
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070		emulsja
39	0,010	39	0,014	39	0,020	39	0,032	39	0,044	39	0,056	39	0,070		emulsja
46	0,012	46	0,016	46	0,024	46	0,038	46	0,052	46	0,066	46	0,084		emulsja
23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062		emulsja
55	0,008	55	0,012	55	0,018	55	0,028	55	0,038	55	0,050	55	0,062		emulsja
64	0,012	64	0,016	64	0,024	64	0,038	64	0,052	64	0,066	64	0,076		emulsja
17	0,008	17	0,012	17	0,018	17	0,028	17	0,038	17	0,050	17	0,062		emulsja
46	0,008	46	0,012	46	0,018	46	0,028	46	0,038	46	0,050	46	0,062		emulsja
60	0,012	60	0,016	60	0,024	60	0,038	60	0,052	60	0,066	60	0,076		emulsja
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070		emulsja
41	0,010	41	0,014	41	0,020	41	0,032	41	0,044	41	0,056	41	0,070		emulsja
51	0,012	51	0,016	51	0,024	51	0,038	51	0,052	51	0,066	51	0,084		emulsja
17	0,008	17	0,012	17	0,018	17	0,028	17	0,038	17	0,050	17	0,062		emulsja
39	0,008	39	0,012	39	0,018	39	0,028	39	0,038	39	0,050	39	0,062		emulsja
51	0,012	51	0,016	51	0,024	51	0,038	51	0,052	51	0,066	51	0,076		emulsja
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070		emulsja
32	0,010	32	0,014	32	0,020	32	0,032	32	0,044	32	0,056	32	0,070		emulsja
41	0,012	41	0,016	41	0,024	41	0,038	41	0,052	41	0,066	41	0,084		emulsja
20	0,008	20	0,012	20	0,018	20	0,028	20	0,038	20	0,050	20	0,062		emulsja
35	0,008	35	0,012	35	0,018	35	0,028	35	0,038	35	0,050	35	0,062		emulsja
41	0,012	41	0,016	41	0,024	41	0,038	41	0,052	41	0,066	41	0,076		emulsja
12	0,010	12	0,014	12	0,020	12	0,032	12	0,044	12	0,056	12	0,070		emulsja
29	0,010	29	0,014	29	0,020	29	0,032	29	0,044	29	0,056	29	0,070		emulsja
37	0,012	37	0,016	37	0,024	37	0,038	37	0,052	37	0,066	37	0,084		emulsja
7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070		emulsja
25	0,010	25	0,014	25	0,020	25	0,032	25	0,044	25	0,056	25	0,070		emulsja
32	0,012	32	0,016	32	0,024	32	0,038	32	0,052	32	0,066	32	0,084		emulsja

Tabela 8.11 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - kopiowanie zgrubne

f_z dla a_e = 0,05 x D i a_p = 0,05 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
9.0	Stal szybkotnąca	830 – 1200	HSS bez powłoki	6	0,002	6	0,002	6	0,004	6	0,006
			HSS powlekana	21	0,002	21	0,002	21	0,004	21	0,006
			PM powlekana	26	0,002	26	0,002	26	0,004	26	0,006
10.0	Stale hartowane	45 – 65 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55 – 60 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60 – 67 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	HSS bez powłoki	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			HSS powlekana	18	0,002	18	0,002	18	0,004	18	0,006
			PM powlekana	28	0,002	28	0,002	28	0,004	28	0,006
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	HSS bez powłoki	4	0,002	4	0,002	4	0,004	4	0,006
			HSS powlekana	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			PM powlekana	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
12.0	Stal sprężynowa	< 1500	HSS bez powłoki	6	0,002	6	0,002	6	0,004	6	0,006
			HSS powlekana	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			PM powlekana	21	0,002	21	0,002	21	0,004	21	0,006
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HSS bez powłoki	18	0,002	18	0,002	18	0,004	18	0,006
			HSS powlekana	28	0,002	28	0,002	28	0,004	28	0,006
			PM powlekana	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	HSS bez powłoki	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS powlekana	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			PM powlekana	32	0,002	32	0,002	32	0,004	32	0,006
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	HSS bez powłoki	9	0,002	9	0,002	9	0,004	9	0,006
			HSS powlekana	17	0,002	17	0,002	17	0,004	17	0,006
			PM powlekana	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	HSS bez powłoki	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			HSS powlekana	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			PM powlekana	18	0,002	18	0,002	18	0,004	18	0,006
14.0	Stale specjalne	< 1200	HSS bez powłoki	5	0,002	5	0,002	5	0,004	5	0,006
			HSS powlekana	9	0,002	9	0,002	9	0,004	9	0,006
			PM powlekana	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
15.0	Żeliwo	< 180 HB	HSS bez powłoki	26	0,002	26	0,002	26	0,004	26	0,006
			HSS powlekana	60	0,002	60	0,002	60	0,004	60	0,006
			PM powlekana	64	0,002	64	0,002	64	0,004	64	0,006
15.1	Żeliwo	> 180 HB	HSS bez powłoki	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
			HSS powlekana	46	0,002	46	0,002	46	0,004	46	0,006
			PM powlekana	55	0,002	55	0,002	55	0,004	55	0,006
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HSS bez powłoki	20	0,002	20	0,002	20	0,004	20	0,006
			HSS powlekana	37	0,002	37	0,002	37	0,004	37	0,006
			PM powlekana	41	0,002	41	0,002	41	0,004	41	0,006
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HSS bez powłoki	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,006
			HSS powlekana	26	0,002	26	0,002	26	0,004	26	0,006
			PM powlekana	32	0,002	32	0,002	32	0,004	32	0,006



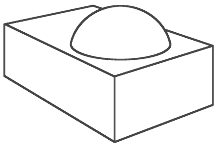


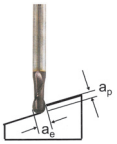
Średnica [mm]															Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
6	0,010	6	0,014	6	0,020	6	0,032	6	0,044	6	0,056	6	0,070	emulsja
21	0,010	21	0,014	21	0,020	21	0,032	21	0,044	21	0,056	21	0,070	emulsja
26	0,012	26	0,016	26	0,024	26	0,038	26	0,052	26	0,066	26	0,084	emulsja
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070	emulsja
18	0,010	18	0,014	18	0,020	18	0,032	18	0,044	18	0,056	18	0,070	emulsja
28	0,012	28	0,016	28	0,024	28	0,038	28	0,052	28	0,066	28	0,084	emulsja
4	0,010	4	0,014	4	0,020	4	0,032	4	0,044	4	0,056	4	0,070	emulsja
7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070	emulsja
14	0,012	14	0,016	14	0,024	14	0,038	14	0,052	14	0,066	14	0,084	emulsja
6	0,010	6	0,014	6	0,020	6	0,032	6	0,044	6	0,056	6	0,070	emulsja
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070	emulsja
21	0,012	21	0,016	21	0,024	21	0,038	21	0,052	21	0,066	21	0,084	emulsja
18	0,008	18	0,012	18	0,018	18	0,028	18	0,038	18	0,050	18	0,062	emulsja
28	0,008	28	0,012	28	0,018	28	0,028	28	0,038	28	0,050	28	0,062	emulsja
41	0,012	41	0,016	41	0,024	41	0,038	41	0,052	41	0,066	41	0,076	emulsja
14	0,008	14	0,012	14	0,018	14	0,028	14	0,038	14	0,050	14	0,062	emulsja
23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062	emulsja
32	0,012	32	0,016	32	0,024	32	0,038	32	0,052	32	0,066	32	0,076	emulsja
9	0,008	9	0,012	9	0,018	9	0,028	9	0,038	9	0,050	9	0,062	emulsja
17	0,008	17	0,012	17	0,018	17	0,028	17	0,038	17	0,050	17	0,062	emulsja
23	0,012	23	0,016	23	0,024	23	0,038	23	0,052	23	0,066	23	0,076	emulsja
7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070	emulsja
14	0,010	14	0,014	14	0,020	14	0,032	14	0,044	14	0,056	14	0,070	emulsja
18	0,012	18	0,016	18	0,024	18	0,038	18	0,052	18	0,066	18	0,084	emulsja
5	0,010	5	0,007	5	0,020	5	0,032	5	0,044	5	0,056	5	0,070	emulsja
9	0,010	9	0,007	9	0,020	9	0,032	9	0,044	9	0,056	9	0,070	emulsja
14	0,012	14	0,008	14	0,024	14	0,038	14	0,052	14	0,066	14	0,084	emulsja
26	0,008	26	0,012	26	0,018	26	0,028	26	0,038	26	0,050	26	0,062	bez
60	0,008	60	0,012	60	0,018	60	0,028	60	0,038	60	0,050	60	0,062	bez
64	0,012	64	0,016	64	0,024	64	0,038	64	0,052	64	0,066	64	0,076	bez
23	0,008	23	0,012	23	0,018	23	0,028	23	0,038	23	0,050	23	0,062	bez
46	0,008	46	0,012	46	0,018	46	0,028	46	0,038	46	0,050	46	0,062	bez
55	0,012	55	0,016	55	0,024	55	0,038	55	0,052	55	0,066	55	0,076	bez
20	0,008	20	0,012	20	0,018	20	0,028	20	0,038	20	0,050	20	0,062	emulsja
37	0,008	37	0,012	37	0,018	37	0,028	37	0,038	37	0,050	37	0,062	emulsja
41	0,012	41	0,016	41	0,024	41	0,038	41	0,052	41	0,066	41	0,076	emulsja
14	0,008	14	0,012	14	0,018	14	0,028	14	0,038	14	0,050	14	0,062	emulsja
26	0,008	26	0,012	26	0,018	26	0,028	26	0,038	26	0,050	26	0,062	emulsja
32	0,012	32	0,016	32	0,024	32	0,038	32	0,052	32	0,066	32	0,076	emulsja

Tabela 8.11 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - kopiowanie zgrubne

f_z dla a_e = 0,05 x D i a_p = 0,05 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	HSS bez powłoki	7	0,002	7	0,002	7	0,004	7	0,006
			HSS powlekana	16	0,002	16	0,002	16	0,004	16	0,006
			PM powlekana	23	0,002	23	0,002	23	0,004	23	0,006
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	HSS bez powłoki	5	0,002	5	0,002	5	0,004	5	0,010
			HSS powlekana	9	0,002	9	0,002	9	0,004	9	0,010
			PM powlekana	14	0,002	14	0,002	14	0,004	14	0,012
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	HSS bez powłoki	138	0,002	138	0,004	138	0,006	138	0,008
			HSS powlekana	202	0,002	202	0,004	202	0,006	202	0,008
			PM powlekana	221	0,002	221	0,004	221	0,006	221	0,010
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		HSS bez powłoki	83	0,003	83	0,006	83	0,008	83	0,011
			HSS powlekana	120	0,003	120	0,006	120	0,008	120	0,011
			PM powlekana	138	0,003	138	0,006	138	0,011	138	0,014
17.2	Stopy aluminium >10% Si		HSS bez powłoki	37	0,003	37	0,006	37	0,008	37	0,011
			HSS powlekana	101	0,003	101	0,006	101	0,008	101	0,011
			PM powlekana	110	0,003	110	0,006	110	0,011	110	0,014
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HSS bez powłoki	55	0,003	55	0,006	55	0,008	55	0,011
			HSS powlekana	92	0,003	92	0,006	92	0,008	92	0,011
			PM powlekana	110	0,003	110	0,006	110	0,011	110	0,014
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HSS bez powłoki	55	0,003	55	0,006	55	0,008	55	0,011
			HSS powlekana	92	0,003	92	0,006	92	0,008	92	0,011
			PM powlekana	110	0,003	110	0,006	110	0,011	110	0,014
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HSS bez powłoki	37	0,003	37	0,006	37	0,008	37	0,011
			HSS powlekana	83	0,003	83	0,006	83	0,008	83	0,011
			PM powlekana	92	0,003	92	0,006	92	0,011	92	0,014
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HSS bez powłoki	37	0,003	37	0,006	37	0,008	37	0,011
			HSS powlekana	83	0,003	83	0,006	83	0,008	83	0,011
			PM powlekana	92	0,003	92	0,006	92	0,011	92	0,014
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HSS bez powłoki	28	0,003	28	0,006	28	0,008	28	0,011
			HSS powlekana	64	0,003	64	0,006	64	0,008	64	0,011
			PM powlekana	74	0,003	74	0,006	74	0,011	74	0,014
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HSS bez powłoki	23	0,003	23	0,006	23	0,008	23	0,011
			HSS powlekana	51	0,003	51	0,006	51	0,008	51	0,011
			PM powlekana	64	0,003	64	0,006	64	0,011	64	0,014
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HSS bez powłoki	14	0,003	14	0,006	14	0,008	14	0,011
			HSS powlekana	41	0,003	41	0,006	41	0,008	41	0,011
			PM powlekana	46	0,003	46	0,006	46	0,011	46	0,014
19.0	Grafit		HSS bez powłoki	21	0,002	21	0,002	21	0,004	21	0,006
			HSS powlekana	31	0,002	31	0,002	31	0,004	31	0,006
			PM powlekana	62	0,002	62	0,002	62	0,004	62	0,006
20.0	Termoplasty		HSS bez powłoki	51	0,003	51	0,006	51	0,008	51	0,011
			HSS powlekana	51	0,003	51	0,006	51	0,008	51	0,011
			PM powlekana	64	0,003	64	0,006	64	0,011	64	0,014
20.1	Duroplasty		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–

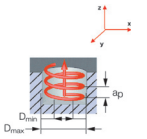




Średnica [mm]														Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
7	0,010	7	0,014	7	0,020	7	0,032	7	0,044	7	0,056	7	0,070	emulsja
16	0,010	16	0,014	16	0,020	16	0,032	16	0,044	16	0,056	16	0,070	emulsja
23	0,012	23	0,016	23	0,024	23	0,038	23	0,052	23	0,066	23	0,084	emulsja
5	0,010	5	0,014	5	0,020	5	0,032	5	0,044	5	0,056	5	0,070	emulsja
9	0,010	9	0,014	9	0,020	9	0,032	9	0,044	9	0,056	9	0,070	emulsja
14	0,012	14	0,016	14	0,024	14	0,038	14	0,052	14	0,066	14	0,084	emulsja
138	0,012	138	0,016	138	0,028	138	0,042	138	0,058	138	0,074	138	0,100	emulsja
202	0,012	202	0,016	202	0,028	202	0,042	202	0,058	202	0,074	202	0,100	emulsja
221	0,014	221	0,020	221	0,034	221	0,050	221	0,070	221	0,088	221	0,120	emulsja
83	0,017	83	0,022	83	0,039	83	0,059	83	0,073	83	0,093	83	0,110	emulsja
120	0,017	120	0,022	120	0,039	120	0,059	120	0,073	120	0,093	120	0,110	emulsja
138	0,020	138	0,028	138	0,048	138	0,070	138	0,088	138	0,110	138	0,132	emulsja
37	0,021	37	0,028	37	0,046	37	0,071	37	0,081	37	0,100	37	0,120	emulsja
101	0,021	101	0,028	101	0,046	101	0,071	101	0,081	101	0,100	101	0,120	emulsja
110	0,025	110	0,035	110	0,056	110	0,085	110	0,098	110	0,119	110	0,144	emulsja
55	0,017	55	0,022	55	0,039	55	0,059	55	0,073	55	0,093	55	0,110	emulsja
92	0,017	92	0,022	92	0,039	92	0,059	92	0,073	92	0,093	92	0,110	emulsja
110	0,020	110	0,028	110	0,048	110	0,070	110	0,088	110	0,110	110	0,132	emulsja
55	0,017	55	0,022	55	0,039	55	0,059	55	0,073	55	0,093	55	0,110	bez
92	0,017	92	0,022	92	0,039	92	0,059	92	0,073	92	0,093	92	0,110	bez
110	0,020	110	0,028	110	0,048	110	0,070	110	0,088	110	0,110	110	0,132	bez
37	0,017	37	0,022	37	0,039	37	0,059	37	0,073	37	0,093	37	0,110	bez
83	0,017	83	0,022	83	0,039	83	0,059	83	0,073	83	0,093	83	0,110	bez
92	0,020	92	0,028	92	0,048	92	0,070	92	0,088	92	0,110	92	0,132	bez
37	0,017	37	0,022	37	0,039	37	0,059	37	0,073	37	0,093	37	0,110	bez
83	0,017	83	0,022	83	0,039	83	0,059	83	0,073	83	0,093	83	0,110	bez
92	0,020	92	0,028	92	0,048	92	0,070	92	0,088	92	0,110	92	0,132	bez
28	0,017	28	0,022	28	0,039	28	0,059	28	0,073	28	0,093	28	0,110	bez
64	0,017	64	0,022	64	0,039	64	0,059	64	0,073	64	0,093	64	0,110	bez
74	0,020	74	0,028	74	0,048	74	0,070	74	0,088	74	0,110	74	0,132	bez
23	0,017	23	0,022	23	0,039	23	0,059	23	0,073	23	0,093	23	0,110	emulsja
51	0,017	51	0,022	51	0,039	51	0,059	51	0,073	51	0,093	51	0,110	emulsja
64	0,020	64	0,028	64	0,048	64	0,070	64	0,088	64	0,110	64	0,132	emulsja
14	0,021	14	0,028	14	0,046	14	0,071	14	0,081	14	0,100	14	0,120	emulsja
41	0,021	41	0,028	41	0,046	41	0,071	41	0,081	41	0,100	41	0,120	emulsja
46	0,025	46	0,035	46	0,056	46	0,085	46	0,098	46	0,119	46	0,144	emulsja
21	0,008	21	0,012	21	0,018	21	0,028	21	0,038	21	0,050	21	0,062	bez
31	0,000	31	0,012	31	0,018	31	0,028	31	0,038	31	0,050	31	0,062	bez
62	0,012	62	0,016	62	0,024	62	0,038	62	0,052	62	0,066	62	0,076	bez
51	0,017	51	0,022	51	0,039	51	0,059	51	0,073	51	0,093	51	0,110	na sucho/pow.
51	0,017	51	0,022	51	0,039	51	0,059	51	0,073	51	0,093	51	0,110	na sucho/pow.
64	0,020	64	0,028	64	0,048	64	0,070	64	0,088	64	0,110	64	0,132	na sucho/pow.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 8.12 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - frezowanie zgrubne posuwem wgłębnym / frezowanie cyrkulacyjne

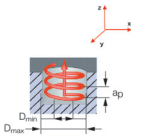
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	HSS bez powłoki	28	0,001	28	0,001	28	0,001	28	0,002
			HSS powlekana	78	0,001	78	0,001	78	0,001	78	0,002
			PM powlekana	83	0,001	83	0,001	83	0,001	83	0,002
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500 – 850	HSS bez powłoki	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
			HSS powlekana	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002
			PM powlekana	69	0,001	69	0,001	69	0,001	69	0,002
2.0	Stale automatowe	< 850	HSS bez powłoki	26	0,001	26	0,001	26	0,001	26	0,002
			HSS powlekana	69	0,001	69	0,001	69	0,001	69	0,002
			PM powlekana	74	0,001	74	0,001	74	0,001	74	0,002
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,001	20	0,002
			HSS powlekana	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002
			PM powlekana	69	0,001	69	0,001	69	0,001	69	0,002
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,001	25	0,002
			HSS powlekana	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002
			PM powlekana	69	0,001	69	0,001	69	0,001	69	0,002
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	700 – 850	HSS bez powłoki	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
			HSS powlekana	55	0,001	55	0,001	55	0,001	55	0,002
			PM powlekana	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HSS bez powłoki	18	0,001	18	0,001	18	0,001	18	0,002
			HSS powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
			PM powlekana	51	0,001	51	0,001	51	0,001	51	0,002
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HSS bez powłoki	17	0,001	17	0,001	17	0,001	17	0,002
			HSS powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
			PM powlekana	51	0,001	51	0,001	51	0,001	51	0,002
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	HSS bez powłoki	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			HSS powlekana	39	0,001	39	0,001	39	0,001	39	0,002
			PM powlekana	46	0,001	46	0,001	46	0,001	46	0,002
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HSS bez powłoki	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
			HSS powlekana	55	0,001	55	0,001	55	0,001	55	0,002
			PM powlekana	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HSS bez powłoki	17	0,001	17	0,001	17	0,001	17	0,002
			HSS powlekana	46	0,001	46	0,001	46	0,001	46	0,002
			PM powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,001	60	0,002
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HSS bez powłoki	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			HSS powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
			PM powlekana	51	0,001	51	0,001	51	0,001	51	0,002
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HSS bez powłoki	17	0,001	17	0,001	17	0,001	17	0,002
			HSS powlekana	39	0,001	39	0,001	39	0,001	39	0,002
			PM powlekana	51	0,001	51	0,001	51	0,001	51	0,002
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HSS bez powłoki	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			HSS powlekana	32	0,001	32	0,001	32	0,001	32	0,002
			PM powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,001	20	0,002
			HSS powlekana	35	0,001	35	0,001	35	0,001	35	0,002
			PM powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HSS bez powłoki	12	0,001	12	0,001	12	0,001	12	0,002
			HSS powlekana	29	0,001	29	0,001	29	0,001	29	0,002
			PM powlekana	37	0,001	37	0,001	37	0,001	37	0,002
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HSS bez powłoki	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			HSS powlekana	25	0,001	25	0,001	25	0,001	25	0,002
			PM powlekana	32	0,001	32	0,001	32	0,001	32	0,002



Średnica [mm]														Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
28	0,004	28	0,005	28	0,007	28	0,011	28	0,015	28	0,020	28	0,025	emulsja
78	0,004	78	0,005	78	0,007	78	0,011	78	0,015	78	0,020	78	0,025	emulsja
83	0,004	83	0,006	83	0,008	83	0,013	83	0,018	83	0,023	83	0,029	emulsja
23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,027	emulsja
64	0,003	64	0,004	64	0,006	64	0,010	64	0,013	64	0,018	64	0,027	emulsja
69	0,004	69	0,006	69	0,008	69	0,013	69	0,018	69	0,023	69	0,029	emulsja
26	0,003	26	0,004	26	0,006	26	0,010	26	0,013	26	0,018	26	0,022	emulsja
69	0,003	69	0,004	69	0,006	69	0,010	69	0,013	69	0,018	69	0,022	emulsja
74	0,004	74	0,006	74	0,008	74	0,013	74	0,018	74	0,023	74	0,027	emulsja
20	0,003	20	0,004	20	0,006	20	0,010	20	0,013	20	0,018	20	0,022	emulsja
64	0,003	64	0,004	64	0,006	64	0,010	64	0,013	64	0,018	64	0,022	emulsja
69	0,004	69	0,006	69	0,008	69	0,013	69	0,018	69	0,023	69	0,027	emulsja
25	0,003	25	0,004	25	0,006	25	0,010	25	0,013	25	0,018	25	0,022	emulsja
64	0,003	64	0,004	64	0,006	64	0,010	64	0,013	64	0,018	64	0,022	emulsja
69	0,004	69	0,006	69	0,008	69	0,013	69	0,018	69	0,023	69	0,027	emulsja
23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,022	emulsja
55	0,003	55	0,004	55	0,006	55	0,010	55	0,013	55	0,018	55	0,022	emulsja
64	0,004	64	0,006	64	0,008	64	0,013	64	0,018	64	0,023	64	0,027	emulsja
18	0,003	18	0,004	18	0,006	18	0,010	18	0,013	18	0,018	18	0,022	emulsja
41	0,003	41	0,004	41	0,006	41	0,010	41	0,013	41	0,018	41	0,022	emulsja
51	0,004	51	0,006	51	0,008	51	0,013	51	0,018	51	0,023	51	0,027	emulsja
17	0,003	17	0,004	17	0,006	17	0,010	17	0,013	17	0,018	17	0,022	emulsja
41	0,003	41	0,004	41	0,006	41	0,010	41	0,013	41	0,018	41	0,022	emulsja
51	0,004	51	0,006	51	0,008	51	0,013	51	0,018	51	0,023	51	0,027	emulsja
14	0,004	14	0,005	14	0,007	14	0,011	14	0,015	14	0,020	14	0,025	emulsja
39	0,004	39	0,005	39	0,007	39	0,011	39	0,015	39	0,020	39	0,025	emulsja
46	0,004	46	0,006	46	0,008	46	0,013	46	0,018	46	0,023	46	0,029	emulsja
23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,022	emulsja
55	0,003	55	0,004	55	0,006	55	0,010	55	0,013	55	0,018	55	0,022	emulsja
64	0,004	64	0,006	64	0,008	64	0,013	64	0,018	64	0,023	64	0,027	emulsja
17	0,003	17	0,004	17	0,006	17	0,010	17	0,013	17	0,018	17	0,022	emulsja
46	0,003	46	0,004	46	0,006	46	0,010	46	0,013	46	0,018	46	0,022	emulsja
60	0,004	60	0,006	60	0,008	60	0,013	60	0,018	60	0,023	60	0,027	emulsja
14	0,004	14	0,005	14	0,007	14	0,011	14	0,015	14	0,020	14	0,025	emulsja
41	0,004	41	0,005	41	0,007	41	0,011	41	0,015	41	0,020	41	0,025	emulsja
51	0,004	51	0,006	51	0,008	51	0,013	51	0,018	51	0,023	51	0,029	emulsja
17	0,003	17	0,004	17	0,006	17	0,010	17	0,013	17	0,018	17	0,022	emulsja
39	0,003	39	0,004	39	0,006	39	0,010	39	0,013	39	0,018	39	0,022	emulsja
51	0,004	51	0,006	51	0,008	51	0,013	51	0,018	51	0,023	51	0,027	emulsja
14	0,004	14	0,005	14	0,007	14	0,011	14	0,015	14	0,020	14	0,025	emulsja
32	0,004	32	0,005	32	0,007	32	0,011	32	0,015	32	0,020	32	0,025	emulsja
41	0,004	41	0,006	41	0,008	41	0,013	41	0,018	41	0,023	41	0,029	emulsja
20	0,003	20	0,004	20	0,006	20	0,010	20	0,013	20	0,018	20	0,022	emulsja
35	0,003	35	0,004	35	0,006	35	0,010	35	0,013	35	0,018	35	0,022	emulsja
41	0,004	41	0,006	41	0,008	41	0,013	41	0,018	41	0,023	41	0,027	emulsja
12	0,004	12	0,005	12	0,007	12	0,011	12	0,015	12	0,020	12	0,025	emulsja
29	0,004	29	0,005	29	0,007	29	0,011	29	0,015	29	0,020	29	0,025	emulsja
37	0,004	37	0,006	37	0,008	37	0,013	37	0,018	37	0,023	37	0,029	emulsja
7	0,004	7	0,005	7	0,007	7	0,011	7	0,015	7	0,020	7	0,025	emulsja
25	0,004	25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,015	25	0,020	25	0,025	emulsja
32	0,004	32	0,006	32	0,008	32	0,013	32	0,018	32	0,023	32	0,029	emulsja

Tabela 8.12 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - frezowanie zgrubne posuwem wgłębnym / frezowanie cyrkulacyjne

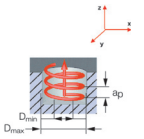
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
9.0	Stal szybkotnąca	830 – 1200	HSS bez powłoki	6	0,001	6	0,001	6	0,001	6	0,002
			HSS powlekana	21	0,001	21	0,001	21	0,001	21	0,002
			PM powlekana	26	0,001	26	0,001	26	0,001	26	0,002
10.0	Stale hartowane	45 – 65 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55 – 60 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60 – 67 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	HSS bez powłoki	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			HSS powlekana	18	0,001	18	0,001	18	0,001	18	0,002
			PM powlekana	28	0,001	28	0,001	28	0,001	28	0,002
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	HSS bez powłoki	4	0,001	4	0,001	4	0,001	4	0,002
			HSS powlekana	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			PM powlekana	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
12.0	Stal sprężynowa	< 1500	HSS bez powłoki	6	0,001	6	0,001	6	0,001	6	0,002
			HSS powlekana	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			PM powlekana	21	0,001	21	0,001	21	0,001	21	0,002
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HSS bez powłoki	18	0,001	18	0,001	18	0,001	18	0,002
			HSS powlekana	28	0,001	28	0,001	28	0,001	28	0,002
			PM powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	HSS bez powłoki	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			HSS powlekana	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
			PM powlekana	32	0,001	32	0,001	32	0,001	32	0,002
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	HSS bez powłoki	9	0,001	9	0,001	9	0,001	9	0,002
			HSS powlekana	17	0,001	17	0,001	17	0,001	17	0,002
			PM powlekana	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	HSS bez powłoki	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			HSS powlekana	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			PM powlekana	18	0,001	18	0,001	18	0,001	18	0,002
14.0	Stale specjalne	< 1200	HSS bez powłoki	5	0,001	5	0,001	5	0,001	5	0,002
			HSS powlekana	9	0,001	9	0,001	9	0,001	9	0,002
			PM powlekana	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
15.0	Żeliwo	< 180 HB	HSS bez powłoki	26	0,001	26	0,001	26	0,001	26	0,002
			HSS powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,001	60	0,002
			PM powlekana	64	0,001	64	0,001	64	0,001	64	0,002
15.1	Żeliwo	> 180 HB	HSS bez powłoki	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
			HSS powlekana	46	0,001	46	0,001	46	0,001	46	0,002
			PM powlekana	55	0,001	55	0,001	55	0,001	55	0,002
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,001	20	0,002
			HSS powlekana	37	0,001	37	0,001	37	0,001	37	0,002
			PM powlekana	41	0,001	41	0,001	41	0,001	41	0,002
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HSS bez powłoki	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
			HSS powlekana	26	0,001	26	0,001	26	0,001	26	0,002
			PM powlekana	32	0,001	32	0,001	32	0,001	32	0,002



Średnica [mm]														Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
6	0,004	6	0,005	6	0,007	6	0,011	6	0,015	6	0,020	6	0,025	emulsja
21	0,004	21	0,005	21	0,007	21	0,011	21	0,015	21	0,020	21	0,025	emulsja
26	0,004	26	0,006	26	0,008	26	0,013	26	0,018	26	0,023	26	0,029	emulsja
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
7	0,004	7	0,005	7	0,007	7	0,011	7	0,015	7	0,020	7	0,025	emulsja
18	0,004	18	0,005	18	0,007	18	0,011	18	0,015	18	0,020	18	0,025	emulsja
28	0,004	28	0,006	28	0,008	28	0,013	28	0,018	28	0,023	28	0,029	emulsja
4	0,004	4	0,005	4	0,007	4	0,011	4	0,015	4	0,020	4	0,025	emulsja
7	0,004	7	0,005	7	0,007	7	0,011	7	0,015	7	0,020	7	0,025	emulsja
14	0,004	14	0,006	14	0,008	14	0,013	14	0,018	14	0,023	14	0,029	emulsja
6	0,004	6	0,005	6	0,007	6	0,011	6	0,015	6	0,020	6	0,025	emulsja
14	0,004	14	0,005	14	0,007	14	0,011	14	0,015	14	0,020	14	0,025	emulsja
21	0,004	21	0,006	21	0,008	21	0,013	21	0,018	21	0,023	21	0,029	emulsja
18	0,003	18	0,004	18	0,006	18	0,010	18	0,013	18	0,018	18	0,022	emulsja
28	0,003	28	0,004	28	0,006	28	0,010	28	0,013	28	0,018	28	0,022	emulsja
41	0,004	41	0,006	41	0,008	41	0,013	41	0,018	41	0,023	41	0,027	emulsja
14	0,003	14	0,004	14	0,006	14	0,010	14	0,013	14	0,018	14	0,022	emulsja
23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,022	emulsja
32	0,004	32	0,006	32	0,008	32	0,013	32	0,018	32	0,023	32	0,027	emulsja
9	0,003	9	0,004	9	0,006	9	0,010	9	0,013	9	0,018	9	0,022	emulsja
17	0,003	17	0,004	17	0,006	17	0,010	17	0,013	17	0,018	17	0,022	emulsja
23	0,004	23	0,006	23	0,008	23	0,013	23	0,018	23	0,023	23	0,027	emulsja
7	0,004	7	0,005	7	0,006	7	0,010	7	0,013	7	0,018	7	0,025	emulsja
14	0,004	14	0,005	14	0,006	14	0,010	14	0,013	14	0,018	14	0,025	emulsja
18	0,004	18	0,006	18	0,008	18	0,013	18	0,018	18	0,023	18	0,029	emulsja
5	0,004	5	0,005	5	0,007	5	0,011	5	0,015	5	0,020	5	0,025	emulsja
9	0,004	9	0,005	9	0,007	9	0,011	9	0,015	9	0,020	9	0,025	emulsja
14	0,004	14	0,006	14	0,008	14	0,013	14	0,018	14	0,023	14	0,029	emulsja
26	0,003	26	0,004	26	0,006	26	0,010	26	0,013	26	0,018	26	0,022	bez
60	0,003	60	0,004	60	0,006	60	0,010	60	0,013	60	0,018	60	0,022	bez
64	0,004	64	0,006	64	0,008	64	0,013	64	0,018	64	0,023	64	0,027	bez
23	0,003	23	0,004	23	0,006	23	0,010	23	0,013	23	0,018	23	0,022	bez
46	0,003	46	0,004	46	0,006	46	0,010	46	0,013	46	0,018	46	0,022	bez
55	0,004	55	0,006	55	0,008	55	0,013	55	0,018	55	0,023	55	0,027	bez
20	0,003	20	0,004	20	0,006	20	0,010	20	0,013	20	0,018	20	0,022	emulsja
37	0,003	37	0,004	37	0,006	37	0,010	37	0,013	37	0,018	37	0,022	emulsja
41	0,004	41	0,006	41	0,008	41	0,013	41	0,018	41	0,023	41	0,027	emulsja
14	0,003	14	0,004	14	0,006	14	0,010	14	0,013	14	0,018	14	0,022	emulsja
26	0,003	26	0,004	26	0,006	26	0,010	26	0,013	26	0,018	26	0,022	emulsja
32	0,004	32	0,006	32	0,008	32	0,013	32	0,018	32	0,023	32	0,027	emulsja

Tabela 8.12 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - frezowanie zgrubne posuwem wgłębnym / frezowanie cyrkulacyjne

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	HSS bez powłoki	7	0,001	7	0,001	7	0,001	7	0,002
			HSS powlekana	16	0,001	16	0,001	16	0,001	16	0,002
			PM powlekana	23	0,001	23	0,001	23	0,001	23	0,002
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	HSS bez powłoki	5	0,001	5	0,001	5	0,001	5	0,002
			HSS powlekana	9	0,001	9	0,001	9	0,001	9	0,002
			PM powlekana	14	0,001	14	0,001	14	0,001	14	0,002
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	HSS bez powłoki	138	0,001	138	0,001	138	0,002	138	0,003
			HSS powlekana	202	0,001	202	0,001	202	0,002	202	0,003
			PM powlekana	221	0,001	221	0,001	221	0,003	221	0,004
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		HSS bez powłoki	83	0,001	83	0,002	83	0,003	83	0,004
			HSS powlekana	120	0,001	120	0,002	120	0,003	120	0,004
			PM powlekana	138	0,001	138	0,002	138	0,004	138	0,005
17.2	Stopy aluminium >10% Si		HSS bez powłoki	37	0,001	37	0,002	37	0,003	37	0,004
			HSS powlekana	101	0,001	101	0,002	101	0,003	101	0,004
			PM powlekana	110	0,001	110	0,002	110	0,004	110	0,005
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HSS bez powłoki	55	0,001	55	0,002	55	0,003	55	0,004
			HSS powlekana	92	0,001	92	0,002	92	0,003	92	0,004
			PM powlekana	110	0,001	110	0,002	110	0,004	110	0,005
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HSS bez powłoki	55	0,001	55	0,002	55	0,003	55	0,004
			HSS powlekana	92	0,001	92	0,002	92	0,003	92	0,004
			PM powlekana	110	0,001	110	0,002	110	0,004	110	0,005
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HSS bez powłoki	37	0,001	37	0,002	37	0,003	37	0,004
			HSS powlekana	83	0,001	83	0,002	83	0,003	83	0,004
			PM powlekana	92	0,001	92	0,002	92	0,004	92	0,005
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HSS bez powłoki	37	0,001	37	0,002	37	0,003	37	0,004
			HSS powlekana	83	0,001	83	0,002	83	0,003	83	0,004
			PM powlekana	92	0,001	92	0,002	92	0,004	92	0,005
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HSS bez powłoki	28	0,001	28	0,002	28	0,003	28	0,004
			HSS powlekana	64	0,001	64	0,002	64	0,003	64	0,004
			PM powlekana	74	0,001	74	0,002	74	0,004	74	0,005
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HSS bez powłoki	23	0,001	23	0,002	23	0,003	23	0,004
			HSS powlekana	51	0,001	51	0,002	51	0,003	51	0,004
			PM powlekana	64	0,001	64	0,002	64	0,004	64	0,005
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HSS bez powłoki	14	0,001	14	0,002	14	0,003	14	0,004
			HSS powlekana	41	0,001	41	0,002	41	0,003	41	0,004
			PM powlekana	46	0,001	46	0,002	46	0,004	46	0,005
19.0	Grafit		HSS bez powłoki	21	0,001	21	0,001	21	0,001	21	0,002
			HSS powlekana	31	0,001	31	0,001	31	0,001	31	0,002
			PM powlekana	62	0,001	62	0,001	62	0,001	62	0,002
20.0	Termoplasty		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
20.1	Duroplasty		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–

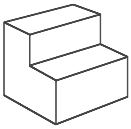


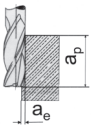
Średnica [mm]															Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0			
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]		
7	0,004	7	0,005	7	0,007	7	0,011	7	0,015	7	0,020	7	0,025		emulsja
16	0,004	16	0,005	16	0,007	16	0,011	16	0,015	16	0,020	16	0,025		emulsja
23	0,004	23	0,006	23	0,008	23	0,013	23	0,018	23	0,023	23	0,029		emulsja
5	0,004	5	0,005	5	0,007	5	0,011	5	0,015	5	0,020	5	0,025		emulsja
9	0,004	9	0,005	9	0,007	9	0,011	9	0,015	9	0,020	9	0,025		emulsja
14	0,004	14	0,006	14	0,008	14	0,013	14	0,018	14	0,023	14	0,029		emulsja
138	0,004	138	0,006	138	0,010	138	0,015	138	0,020	138	0,026	138	0,035		emulsja
202	0,004	202	0,006	202	0,010	202	0,015	202	0,020	202	0,026	202	0,035		emulsja
221	0,005	221	0,007	221	0,012	221	0,018	221	0,025	221	0,031	221	0,042		emulsja
83	0,006	83	0,008	83	0,014	83	0,021	83	0,025	83	0,032	83	0,039		emulsja
120	0,006	120	0,008	120	0,014	120	0,021	120	0,025	120	0,032	120	0,039		emulsja
138	0,007	138	0,010	138	0,017	138	0,025	138	0,031	138	0,039	138	0,046		emulsja
37	0,007	37	0,010	37	0,016	37	0,025	37	0,028	37	0,035	37	0,042		emulsja
101	0,007	101	0,010	101	0,016	101	0,025	101	0,028	101	0,035	101	0,042		emulsja
110	0,009	110	0,012	110	0,020	110	0,030	110	0,034	110	0,042	110	0,050		emulsja
55	0,006	55	0,008	55	0,014	55	0,021	55	0,025	55	0,032	55	0,039		emulsja
92	0,006	92	0,008	92	0,014	92	0,021	92	0,025	92	0,032	92	0,039		emulsja
110	0,007	110	0,010	110	0,017	110	0,025	110	0,031	110	0,039	110	0,046		emulsja
55	0,006	55	0,008	55	0,014	55	0,021	55	0,025	55	0,032	55	0,039		bez
92	0,006	92	0,008	92	0,014	92	0,021	92	0,025	92	0,032	92	0,039		bez
110	0,007	110	0,010	110	0,017	110	0,025	110	0,031	110	0,039	110	0,046		bez
37	0,006	37	0,008	37	0,014	37	0,021	37	0,025	37	0,032	37	0,039		bez
83	0,006	83	0,008	83	0,014	83	0,021	83	0,025	83	0,032	83	0,039		bez
92	0,007	92	0,010	92	0,017	92	0,025	92	0,031	92	0,039	92	0,046		bez
37	0,006	37	0,008	37	0,014	37	0,021	37	0,025	37	0,032	37	0,039		bez
83	0,006	83	0,008	83	0,014	83	0,021	83	0,025	83	0,032	83	0,039		bez
92	0,007	92	0,010	92	0,017	92	0,025	92	0,031	92	0,039	92	0,046		bez
28	0,006	28	0,008	28	0,014	28	0,021	28	0,025	28	0,032	28	0,039		bez
64	0,006	64	0,008	64	0,014	64	0,021	64	0,025	64	0,032	64	0,039		bez
74	0,007	74	0,010	74	0,017	74	0,025	74	0,031	74	0,039	74	0,046		bez
23	0,006	23	0,008	23	0,014	23	0,021	23	0,025	23	0,032	23	0,039		emulsja
51	0,006	51	0,008	51	0,014	51	0,021	51	0,025	51	0,032	51	0,039		emulsja
64	0,007	64	0,010	64	0,017	64	0,025	64	0,031	64	0,039	64	0,046		emulsja
14	0,007	14	0,010	14	0,016	14	0,025	14	0,028	14	0,035	14	0,042		emulsja
41	0,007	41	0,010	41	0,016	41	0,025	41	0,028	41	0,035	41	0,042		emulsja
46	0,009	46	0,012	46	0,020	46	0,030	46	0,034	46	0,042	46	0,050		emulsja
21	0,003	21	0,004	21	0,006	21	0,010	21	0,013	21	0,018	21	0,022		bez
31	0,003	31	0,004	31	0,006	31	0,010	31	0,013	31	0,018	31	0,022		bez
62	0,004	62	0,006	62	0,008	62	0,013	62	0,018	62	0,023	62	0,027		bez
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–

Tabela 8.13 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - obróbka wykańczająca obrysu

f_z dla a_e = 0,1 x D i a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	HSS bez powłoki	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,003
			HSS powlekana	84	0,001	84	0,001	84	0,002	84	0,003
			PM powlekana	89	0,001	89	0,001	89	0,002	89	0,003
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500 – 850	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS powlekana	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
			PM powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,003
2.0	Stale automatowe	< 850	HSS bez powłoki	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			HSS powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,003
			PM powlekana	79	0,001	79	0,001	79	0,002	79	0,003
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HSS bez powłoki	22	0,001	22	0,001	22	0,002	22	0,003
			HSS powlekana	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
			PM powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,003
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	HSS bez powłoki	27	0,001	27	0,001	27	0,002	27	0,003
			HSS powlekana	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
			PM powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,003
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	700 – 850	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
			PM powlekana	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS powlekana	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
			PM powlekana	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HSS bez powłoki	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS powlekana	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
			PM powlekana	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	HSS bez powłoki	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS powlekana	42	0,001	42	0,001	42	0,002	42	0,003
			PM powlekana	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,003
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
			PM powlekana	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HSS bez powłoki	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS powlekana	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,003
			PM powlekana	65	0,001	65	0,001	65	0,002	65	0,003
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HSS bez powłoki	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS powlekana	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
			PM powlekana	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HSS bez powłoki	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			HSS powlekana	42	0,001	42	0,001	42	0,002	42	0,003
			PM powlekana	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HSS bez powłoki	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS powlekana	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003
			PM powlekana	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HSS bez powłoki	22	0,001	22	0,001	22	0,002	22	0,003
			HSS powlekana	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,003
			PM powlekana	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HSS bez powłoki	13	0,001	13	0,001	13	0,002	13	0,003
			HSS powlekana	32	0,001	32	0,001	32	0,002	32	0,003
			PM powlekana	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,003
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HSS bez powłoki	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			HSS powlekana	27	0,001	27	0,001	27	0,002	27	0,003
			PM powlekana	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003



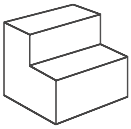


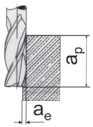
	Średnica [mm]														Środek chłodząco-smarujący
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	30	0,005	30	0,007	30	0,010	30	0,016	30	0,022	30	0,035	30	0,044	emulsja
	84	0,005	84	0,007	84	0,010	84	0,016	84	0,022	84	0,035	84	0,044	emulsja
	89	0,006	89	0,008	89	0,012	89	0,019	89	0,026	89	0,041	89	0,053	emulsja
	25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,031	25	0,039	emulsja
	70	0,004	70	0,006	70	0,009	70	0,014	70	0,019	70	0,031	70	0,039	emulsja
	75	0,006	75	0,008	75	0,012	75	0,019	75	0,026	75	0,041	75	0,048	emulsja
	28	0,004	28	0,006	28	0,009	28	0,014	28	0,019	28	0,025	28	0,031	emulsja
	75	0,004	75	0,006	75	0,009	75	0,014	75	0,019	75	0,025	75	0,031	emulsja
	79	0,006	79	0,008	79	0,012	79	0,019	79	0,026	79	0,033	79	0,038	emulsja
	22	0,004	22	0,006	22	0,009	22	0,014	22	0,019	22	0,025	22	0,031	emulsja
	70	0,004	70	0,006	70	0,009	70	0,014	70	0,019	70	0,025	70	0,031	emulsja
	75	0,006	75	0,008	75	0,012	75	0,019	75	0,026	75	0,033	75	0,038	emulsja
	27	0,004	27	0,006	27	0,009	27	0,014	27	0,019	27	0,025	27	0,031	emulsja
	70	0,004	70	0,006	70	0,009	70	0,014	70	0,019	70	0,025	70	0,031	emulsja
	75	0,006	75	0,008	75	0,012	75	0,019	75	0,026	75	0,033	75	0,038	emulsja
	25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,025	25	0,031	emulsja
	60	0,004	60	0,006	60	0,009	60	0,014	60	0,019	60	0,025	60	0,031	emulsja
	70	0,006	70	0,008	70	0,012	70	0,019	70	0,026	70	0,033	70	0,038	emulsja
	20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,019	20	0,025	20	0,031	emulsja
	45	0,004	45	0,006	45	0,009	45	0,014	45	0,019	45	0,025	45	0,031	emulsja
	55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,026	55	0,033	55	0,038	emulsja
	18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,019	18	0,025	18	0,031	emulsja
	45	0,004	45	0,006	45	0,009	45	0,014	45	0,019	45	0,025	45	0,031	emulsja
	55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,026	55	0,033	55	0,038	emulsja
	15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	emulsja
	42	0,005	42	0,007	42	0,010	42	0,016	42	0,022	42	0,028	42	0,035	emulsja
	50	0,006	50	0,008	50	0,012	50	0,019	50	0,026	50	0,033	50	0,042	emulsja
	25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,025	25	0,031	emulsja
	60	0,004	60	0,006	60	0,009	60	0,014	60	0,019	60	0,025	60	0,031	emulsja
	70	0,006	70	0,008	70	0,012	70	0,019	70	0,026	70	0,033	70	0,038	emulsja
	18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,019	18	0,025	18	0,031	emulsja
	50	0,004	50	0,006	50	0,009	50	0,014	50	0,019	50	0,025	50	0,031	emulsja
	65	0,006	65	0,008	65	0,012	65	0,019	65	0,026	65	0,033	65	0,038	emulsja
	15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	emulsja
	45	0,005	45	0,007	45	0,010	45	0,016	45	0,022	45	0,028	45	0,035	emulsja
	55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,026	55	0,033	55	0,042	emulsja
	18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,019	18	0,025	18	0,031	emulsja
	42	0,004	42	0,006	42	0,009	42	0,014	42	0,019	42	0,025	42	0,031	emulsja
	55	0,006	55	0,008	55	0,012	55	0,019	55	0,026	55	0,033	55	0,038	emulsja
	15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	emulsja
	35	0,005	35	0,007	35	0,010	35	0,016	35	0,022	35	0,028	35	0,035	emulsja
	45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,042	emulsja
	22	0,004	22	0,006	22	0,009	22	0,014	22	0,019	22	0,025	22	0,031	emulsja
	38	0,004	38	0,006	38	0,009	38	0,014	38	0,019	38	0,025	38	0,031	emulsja
	45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,038	emulsja
	13	0,005	13	0,007	13	0,010	13	0,016	13	0,022	13	0,028	13	0,035	emulsja
	32	0,005	32	0,007	32	0,010	32	0,016	32	0,022	32	0,028	32	0,035	emulsja
	40	0,006	40	0,008	40	0,012	40	0,019	40	0,026	40	0,033	40	0,042	emulsja
	8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	emulsja
	27	0,005	27	0,007	27	0,010	27	0,016	27	0,022	27	0,028	27	0,035	emulsja
	35	0,006	35	0,008	35	0,012	35	0,019	35	0,026	35	0,033	35	0,042	emulsja

Tabela 8.13 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - obróbka wykańczająca obrysu

f_z dla a_e = 0,1 x D i a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
9.0	Stal szybkotnąca	830 – 1200	HSS bez powłoki	6	0,001	6	0,001	6	0,002	6	0,003
			HSS powlekana	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
			PM powlekana	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
10.0	Stale hartowane	45 – 65 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55 – 60 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60 – 67 HRC	HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	HSS bez powłoki	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			HSS powlekana	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			PM powlekana	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,003
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	HSS bez powłoki	4	0,001	4	0,001	4	0,002	4	0,003
			HSS powlekana	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			PM powlekana	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
12.0	Stal sprężynowa	< 1500	HSS bez powłoki	7	0,001	7	0,001	7	0,002	7	0,003
			HSS powlekana	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			PM powlekana	23	0,001	23	0,001	23	0,002	23	0,003
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS powlekana	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,003
			PM powlekana	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	HSS bez powłoki	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS powlekana	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			PM powlekana	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	HSS bez powłoki	10	0,001	10	0,001	10	0,002	10	0,003
			HSS powlekana	18	0,001	18	0,001	18	0,002	18	0,003
			PM powlekana	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	HSS bez powłoki	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			HSS powlekana	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			PM powlekana	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
14.0	Stale specjalne	< 1200	HSS bez powłoki	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,003
			HSS powlekana	10	0,001	10	0,001	10	0,002	10	0,003
			PM powlekana	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HSS bez powłoki	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			HSS powlekana	65	0,001	65	0,001	65	0,002	65	0,003
			PM powlekana	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,003
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
			HSS powlekana	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,003
			PM powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,003
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HSS bez powłoki	22	0,001	22	0,001	22	0,002	22	0,003
			HSS powlekana	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,003
			PM powlekana	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HSS bez powłoki	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
			HSS powlekana	28	0,001	28	0,001	28	0,002	28	0,003
			PM powlekana	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003



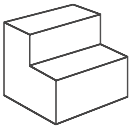


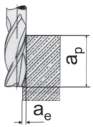
Średnica [mm]														Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
6	0,005	6	0,007	6	0,010	6	0,016	6	0,022	6	0,028	6	0,042	emulsja
23	0,005	23	0,007	23	0,010	23	0,016	23	0,022	23	0,028	23	0,042	emulsja
28	0,006	28	0,008	28	0,012	28	0,019	28	0,026	28	0,033	28	0,050	emulsja
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	emulsja
20	0,005	20	0,007	20	0,010	20	0,016	20	0,022	20	0,028	20	0,035	emulsja
30	0,006	30	0,008	30	0,012	30	0,019	30	0,026	30	0,033	30	0,042	emulsja
4	0,005	4	0,007	4	0,010	4	0,016	4	0,022	4	0,028	4	0,035	emulsja
8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	emulsja
15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,033	15	0,042	emulsja
7	0,005	7	0,007	7	0,010	7	0,016	7	0,022	7	0,028	7	0,035	emulsja
15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	emulsja
23	0,006	23	0,008	23	0,012	23	0,019	23	0,026	23	0,033	23	0,042	emulsja
20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,019	20	0,025	20	0,031	emulsja
30	0,004	30	0,006	30	0,009	30	0,014	30	0,019	30	0,025	30	0,031	emulsja
45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,038	emulsja
15	0,004	15	0,006	15	0,009	15	0,014	15	0,019	15	0,025	15	0,031	emulsja
25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,025	25	0,031	emulsja
35	0,006	35	0,008	35	0,012	35	0,019	35	0,026	35	0,033	35	0,038	emulsja
10	0,004	10	0,006	10	0,009	10	0,014	10	0,019	10	0,025	10	0,031	emulsja
18	0,004	18	0,006	18	0,009	18	0,014	18	0,019	18	0,025	18	0,031	emulsja
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,033	25	0,038	emulsja
8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	emulsja
15	0,005	15	0,007	15	0,010	15	0,016	15	0,022	15	0,028	15	0,035	emulsja
20	0,006	20	0,008	20	0,012	20	0,019	20	0,026	20	0,033	20	0,042	emulsja
5	0,005	5	0,007	5	0,010	5	0,016	5	0,022	5	0,028	5	0,035	emulsja
10	0,005	10	0,007	10	0,010	10	0,016	10	0,022	10	0,028	10	0,035	emulsja
15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,033	15	0,042	emulsja
28	0,004	28	0,006	28	0,009	28	0,014	28	0,019	28	0,025	28	0,031	bez
65	0,004	65	0,006	65	0,009	65	0,014	65	0,019	65	0,025	65	0,031	bez
70	0,006	70	0,008	70	0,012	70	0,019	70	0,026	70	0,033	70	0,038	bez
25	0,004	25	0,006	25	0,009	25	0,014	25	0,019	25	0,025	25	0,031	bez
50	0,004	50	0,006	50	0,009	50	0,014	50	0,019	50	0,025	50	0,031	bez
60	0,006	60	0,008	60	0,012	60	0,019	60	0,026	60	0,033	60	0,038	bez
22	0,004	22	0,006	22	0,009	22	0,014	22	0,019	22	0,025	22	0,031	emulsja
40	0,004	40	0,006	40	0,009	40	0,014	40	0,019	40	0,025	40	0,031	emulsja
45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,038	emulsja
15	0,004	15	0,006	15	0,009	15	0,014	15	0,019	15	0,025	15	0,031	emulsja
28	0,004	28	0,006	28	0,009	28	0,014	28	0,019	28	0,025	28	0,031	emulsja
35	0,006	35	0,008	35	0,012	35	0,019	35	0,026	35	0,033	35	0,038	emulsja

Tabela 8.13 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - obróbka wykańczająca obrysu

f_z dla a_e = 0,1 x D i a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	HSS bez powłoki	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,003
			HSS powlekana	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,003
			PM powlekana	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,003
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	HSS bez powłoki	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,003
			HSS powlekana	10	0,001	10	0,001	10	0,002	10	0,003
			PM powlekana	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,003
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	HSS bez powłoki	149	0,001	149	0,002	149	0,003	149	0,004
			HSS powlekana	219	0,001	219	0,002	219	0,003	219	0,004
			PM powlekana	238	0,001	238	0,002	238	0,004	238	0,005
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		HSS bez powłoki	89	0,001	89	0,003	89	0,004	89	0,006
			HSS powlekana	129	0,001	129	0,003	129	0,004	129	0,006
			PM powlekana	149	0,001	149	0,003	149	0,006	149	0,007
17.2	Stopy aluminium >10% Si		HSS bez powłoki	40	0,001	40	0,003	40	0,004	40	0,006
			HSS powlekana	109	0,001	109	0,003	109	0,004	109	0,006
			PM powlekana	119	0,001	119	0,003	119	0,006	119	0,007
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HSS bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,004	60	0,006
			HSS powlekana	99	0,001	99	0,003	99	0,004	99	0,006
			PM powlekana	119	0,001	119	0,003	119	0,006	119	0,007
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HSS bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,004	60	0,006
			HSS powlekana	99	0,001	99	0,003	99	0,004	99	0,006
			PM powlekana	119	0,001	119	0,003	119	0,006	119	0,007
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HSS bez powłoki	40	0,001	40	0,003	40	0,004	40	0,006
			HSS powlekana	89	0,001	89	0,003	89	0,004	89	0,006
			PM powlekana	99	0,001	99	0,003	99	0,006	99	0,007
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HSS bez powłoki	40	0,001	40	0,003	40	0,004	40	0,006
			HSS powlekana	89	0,001	89	0,003	89	0,004	89	0,006
			PM powlekana	99	0,001	99	0,003	99	0,006	99	0,007
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HSS bez powłoki	30	0,001	30	0,003	30	0,004	30	0,006
			HSS powlekana	70	0,001	70	0,003	70	0,004	70	0,006
			PM powlekana	79	0,001	79	0,003	79	0,006	79	0,007
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,003	25	0,004	25	0,006
			HSS powlekana	55	0,001	55	0,003	55	0,004	55	0,006
			PM powlekana	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,007
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HSS bez powłoki	15	0,001	15	0,003	15	0,004	15	0,006
			HSS powlekana	45	0,001	45	0,003	45	0,004	45	0,006
			PM powlekana	50	0,001	50	0,002	50	0,006	50	0,007
19.0	Grafit		HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,003
			HSS powlekana	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,003
			PM powlekana	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
20.0	Termoplasty		HSS bez powłoki	55	0,001	55	0,003	55	0,004	55	0,006
			HSS powlekana	55	0,001	55	0,003	55	0,004	55	0,006
			PM powlekana	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,007
20.1	Duroplasty		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–



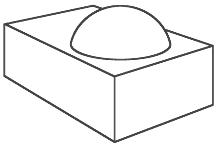


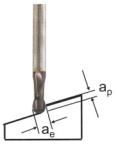
Średnica [mm]														Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
8	0,005	8	0,007	8	0,010	8	0,016	8	0,022	8	0,028	8	0,035	emulsja
17	0,005	17	0,007	17	0,010	17	0,016	17	0,022	17	0,028	17	0,035	emulsja
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,033	25	0,042	emulsja
5	0,005	5	0,007	5	0,010	5	0,016	5	0,029	5	0,028	5	0,035	emulsja
10	0,005	10	0,007	10	0,010	10	0,016	10	0,029	10	0,028	10	0,035	emulsja
15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,036	15	0,033	15	0,042	emulsja
149	0,006	149	0,008	149	0,014	149	0,021	149	0,036	149	0,037	149	0,050	emulsja
219	0,006	219	0,008	219	0,014	219	0,021	219	0,036	219	0,037	219	0,050	emulsja
238	0,007	238	0,010	238	0,017	238	0,025	238	0,044	238	0,044	238	0,060	emulsja
89	0,008	89	0,011	89	0,020	89	0,029	89	0,041	89	0,046	89	0,055	emulsja
129	0,008	129	0,011	129	0,020	129	0,029	129	0,041	129	0,046	129	0,055	emulsja
149	0,010	149	0,014	149	0,024	149	0,035	149	0,049	149	0,055	149	0,066	emulsja
40	0,011	40	0,014	40	0,023	40	0,036	40	0,028	40	0,050	40	0,060	emulsja
109	0,011	109	0,014	109	0,023	109	0,036	109	0,028	109	0,050	109	0,060	emulsja
119	0,012	119	0,018	119	0,028	119	0,043	119	0,034	119	0,059	119	0,072	emulsja
60	0,008	60	0,011	60	0,020	60	0,029	60	0,036	60	0,046	60	0,055	emulsja
99	0,008	99	0,011	99	0,020	99	0,029	99	0,036	99	0,046	99	0,055	emulsja
119	0,010	119	0,014	119	0,024	119	0,035	119	0,044	119	0,055	119	0,066	emulsja
60	0,008	60	0,011	60	0,020	60	0,029	60	0,036	60	0,046	60	0,055	bez
99	0,008	99	0,011	99	0,020	99	0,029	99	0,036	99	0,046	99	0,055	bez
119	0,010	119	0,014	119	0,024	119	0,035	119	0,044	119	0,055	119	0,066	bez
40	0,008	40	0,011	40	0,020	40	0,029	40	0,036	40	0,046	40	0,055	bez
89	0,008	89	0,011	89	0,020	89	0,029	89	0,036	89	0,046	89	0,055	bez
99	0,010	99	0,014	99	0,024	99	0,035	99	0,044	99	0,055	99	0,066	bez
40	0,008	40	0,011	40	0,020	40	0,029	40	0,036	40	0,046	40	0,055	bez
89	0,008	89	0,011	89	0,020	89	0,029	89	0,036	89	0,046	89	0,055	bez
99	0,010	99	0,014	99	0,024	99	0,035	99	0,044	99	0,055	99	0,066	bez
30	0,008	30	0,011	30	0,020	30	0,029	30	0,036	30	0,046	30	0,055	bez
70	0,008	70	0,011	70	0,020	70	0,029	70	0,036	70	0,046	70	0,055	bez
79	0,010	79	0,014	79	0,024	79	0,035	79	0,044	79	0,055	79	0,066	bez
25	0,008	25	0,011	25	0,020	25	0,029	25	0,036	25	0,046	25	0,055	emulsja
55	0,008	55	0,011	55	0,020	55	0,029	55	0,036	55	0,046	55	0,055	emulsja
70	0,010	70	0,014	70	0,024	70	0,035	70	0,044	70	0,055	70	0,066	emulsja
15	0,011	15	0,014	15	0,023	15	0,036	15	0,041	15	0,050	15	0,060	emulsja
45	0,011	45	0,014	45	0,023	45	0,036	45	0,041	45	0,050	45	0,060	emulsja
50	0,012	50	0,018	50	0,028	50	0,043	50	0,049	50	0,059	50	0,072	emulsja
20	0,004	20	0,006	20	0,009	20	0,014	20	0,019	20	0,025	20	0,031	bez
35	0,004	35	0,006	35	0,009	35	0,014	35	0,019	35	0,025	35	0,031	bez
45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,033	45	0,038	bez
55	0,008	55	0,011	55	0,020	55	0,029	55	0,036	55	0,046	55	0,055	na sucho/pow.
55	0,008	55	0,011	55	0,020	55	0,029	55	0,036	55	0,046	55	0,055	na sucho/pow.
70	0,010	70	0,014	70	0,024	70	0,035	70	0,044	70	0,055	70	0,066	na sucho/pow.
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 8.14 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - kopiowanie wykańczające

f_z dla a_e = 0,03 x D i a_p = 0,03 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	HSS bez powłoki	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			HSS powlekana	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,004
			PM powlekana	85	0,001	85	0,001	85	0,002	85	0,004
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500 – 850	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS powlekana	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
2.0	Stale automatowe	< 850	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS powlekana	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS powlekana	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS powlekana	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	700 – 850	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS powlekana	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS powlekana	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS powlekana	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	HSS bez powłoki	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS powlekana	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM powlekana	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS powlekana	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS powlekana	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HSS bez powłoki	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS powlekana	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM powlekana	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS powlekana	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HSS bez powłoki	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS powlekana	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM powlekana	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS powlekana	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HSS bez powłoki	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS powlekana	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM powlekana	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HSS bez powłoki	12	0,001	12	0,001	12	0,002	12	0,004
			HSS powlekana	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			PM powlekana	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,004



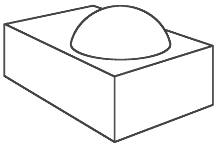


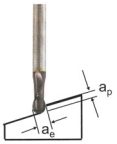
Średnica [mm]																	Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0					
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]				
30	0,006	30	0,008	30	0,012	30	0,019	30	0,026	30	0,034	30	0,042	emulsja			
45	0,006	45	0,008	45	0,012	45	0,019	45	0,026	45	0,034	45	0,042	emulsja			
85	0,007	85	0,010	85	0,014	85	0,023	85	0,031	85	0,040	85	0,050	emulsja			
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	emulsja			
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	emulsja			
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	emulsja			
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	emulsja			
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	emulsja			
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	emulsja			
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	emulsja			
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	emulsja			
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	emulsja			
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	emulsja			
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	emulsja			
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	emulsja			
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	emulsja			
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	emulsja			
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	emulsja			
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	emulsja			
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	emulsja			
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	emulsja			
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	emulsja			
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	emulsja			
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	emulsja			
17	0,006	17	0,008	17	0,012	17	0,019	17	0,026	17	0,034	17	0,042	emulsja			
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,034	25	0,042	emulsja			
50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,050	emulsja			
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	emulsja			
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	emulsja			
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	emulsja			
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	emulsja			
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	emulsja			
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	emulsja			
17	0,006	17	0,008	17	0,012	17	0,019	17	0,026	17	0,034	17	0,042	emulsja			
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,034	25	0,042	emulsja			
50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,050	emulsja			
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	emulsja			
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	emulsja			
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	emulsja			
17	0,006	17	0,008	17	0,012	17	0,019	17	0,026	17	0,034	17	0,042	emulsja			
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,034	25	0,042	emulsja			
50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,050	emulsja			
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	emulsja			
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	emulsja			
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	emulsja			
17	0,006	17	0,008	17	0,012	17	0,019	17	0,026	17	0,034	17	0,042	emulsja			
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,034	25	0,042	emulsja			
50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,050	emulsja			
12	0,006	12	0,008	12	0,012	12	0,019	12	0,026	12	0,034	12	0,042	emulsja			
20	0,006	20	0,008	20	0,012	20	0,019	20	0,026	20	0,034	20	0,042	emulsja			
40	0,007	40	0,010	40	0,014	40	0,023	40	0,031	40	0,040	40	0,050	emulsja			

Tabela 8.14 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powłekane) - kopiowanie wykańczające

f_z dla a_e = 0,03 x D i a_p = 0,03 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
9.0	Stal szybkotnąca	830 – 1200	HSS bez powłoki	12	0,001	12	0,001	12	0,002	12	0,004
			HSS powlekana	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			PM powlekana	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,004
10.0	Stale hartowane	45 – 65 HRC		–	–	–	–	–	–	–	–
				–	–	–	–	–	–	–	–
				–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55 – 60 HRC		–	–	–	–	–	–	–	–
				–	–	–	–	–	–	–	–
				–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60 – 67 HRC		–	–	–	–	–	–	–	–
				–	–	–	–	–	–	–	–
				–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	HSS bez powłoki	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,004
			HSS powlekana	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,004
			PM powlekana	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,004
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	HSS bez powłoki	5	0,001	5	0,001	5	0,002	5	0,004
			HSS powlekana	10	0,001	10	0,001	10	0,002	10	0,004
			PM powlekana	22	0,001	22	0,001	22	0,002	22	0,004
12.0	Stal sprężynowa	< 1500	HSS bez powłoki	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,004
			HSS powlekana	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,004
			PM powlekana	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,004
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS powlekana	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS powlekana	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS powlekana	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	HSS bez powłoki	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS powlekana	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM powlekana	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004
14.0	Stale specjalne	< 1200	HSS bez powłoki	5	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,004
			HSS powlekana	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,004
			PM powlekana	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,004
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS powlekana	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS powlekana	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HSS bez powłoki	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			HSS powlekana	30	0,001	30	0,001	30	0,002	30	0,004
			PM powlekana	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HSS bez powłoki	17	0,001	17	0,001	17	0,002	17	0,004
			HSS powlekana	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			PM powlekana	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,004



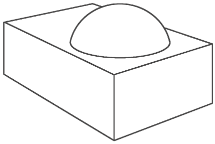


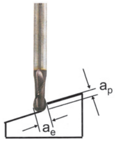
Średnica [mm]														Środek chłodząco-smarujący
4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
12	0,006	12	0,008	12	0,012	12	0,019	12	0,026	12	0,034	12	0,042	emulsja
20	0,006	20	0,008	20	0,012	20	0,019	20	0,026	20	0,034	20	0,042	emulsja
40	0,007	40	0,010	40	0,014	40	0,023	40	0,031	40	0,040	40	0,050	emulsja
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	0,006	8	0,008	8	0,012	8	0,019	8	0,026	8	0,034	8	0,042	emulsja
15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,034	15	0,042	emulsja
35	0,007	35	0,010	35	0,014	35	0,023	35	0,031	35	0,040	35	0,050	emulsja
5	0,006	5	0,008	5	0,012	5	0,019	5	0,026	5	0,034	5	0,042	emulsja
10	0,006	10	0,008	10	0,012	10	0,019	10	0,026	10	0,034	10	0,042	emulsja
22	0,007	22	0,010	22	0,014	22	0,023	22	0,031	22	0,040	22	0,050	emulsja
8	0,006	8	0,008	8	0,012	8	0,019	8	0,026	8	0,034	8	0,042	emulsja
15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,034	15	0,042	emulsja
35	0,007	35	0,010	35	0,014	35	0,023	35	0,031	35	0,040	35	0,050	emulsja
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	emulsja
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	emulsja
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	emulsja
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	emulsja
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	emulsja
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	emulsja
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	emulsja
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	emulsja
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	emulsja
17	0,006	17	0,008	17	0,012	17	0,019	17	0,026	17	0,034	17	0,042	emulsja
25	0,006	25	0,008	25	0,012	25	0,019	25	0,026	25	0,034	25	0,042	emulsja
50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,050	emulsja
8	0,006	8	0,008	8	0,012	8	0,019	8	0,026	8	0,034	8	0,042	emulsja
15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,034	15	0,042	emulsja
35	0,007	35	0,010	35	0,014	35	0,023	35	0,031	35	0,040	35	0,050	emulsja
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	bez
38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	bez
75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	bez
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	bez
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	bez
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	bez
20	0,005	20	0,007	20	0,011	20	0,017	20	0,023	20	0,030	20	0,037	emulsja
30	0,005	30	0,007	30	0,011	30	0,017	30	0,023	30	0,030	30	0,037	emulsja
60	0,007	60	0,010	60	0,014	60	0,023	60	0,031	60	0,040	60	0,046	emulsja
17	0,005	17	0,007	17	0,011	17	0,017	17	0,023	17	0,030	17	0,037	emulsja
25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	emulsja
50	0,007	50	0,010	50	0,014	50	0,023	50	0,031	50	0,040	50	0,046	emulsja

Tabela 8.14 GARANT Frezy trzpieniowe HSS/PM (bez powłoki, powlekane) - kopiowanie wykańczające

f_z dla a_e = 0,03 x D i a_p = 0,03 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia/ powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	HSS bez powłoki	12	0,001	12	0,001	12	0,002	12	0,004
			HSS powlekana	20	0,001	20	0,001	20	0,002	20	0,004
			PM powlekana	40	0,001	40	0,001	40	0,002	40	0,004
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	HSS bez powłoki	8	0,001	8	0,001	8	0,002	8	0,004
			HSS powlekana	15	0,001	15	0,001	15	0,002	15	0,004
			PM powlekana	35	0,001	35	0,001	35	0,002	35	0,004
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	HSS bez powłoki	250	0,001	250	0,002	250	0,004	250	0,005
			HSS powlekana	400	0,001	400	0,002	400	0,004	400	0,005
			PM powlekana	600	0,001	600	0,002	600	0,005	600	0,006
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		HSS bez powłoki	70	0,002	70	0,003	70	0,005	70	0,007
			HSS powlekana	120	0,002	120	0,003	120	0,005	120	0,007
			PM powlekana	180	0,002	180	0,003	180	0,007	180	0,008
17.2	Stopy aluminium >10% Si		HSS bez powłoki	40	0,002	40	0,003	40	0,005	40	0,007
			HSS powlekana	65	0,002	65	0,003	65	0,005	65	0,007
			PM powlekana	110	0,002	110	0,003	110	0,007	110	0,008
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HSS bez powłoki	70	0,002	70	0,003	70	0,005	70	0,007
			HSS powlekana	120	0,002	120	0,003	120	0,005	120	0,007
			PM powlekana	180	0,002	180	0,003	180	0,007	180	0,008
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HSS bez powłoki	60	0,002	60	0,003	60	0,005	60	0,007
			HSS powlekana	100	0,002	100	0,003	100	0,005	100	0,007
			PM powlekana	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,008
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HSS bez powłoki	60	0,002	60	0,003	60	0,005	60	0,007
			HSS powlekana	100	0,002	100	0,003	100	0,005	100	0,007
			PM powlekana	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,008
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HSS bez powłoki	60	0,002	60	0,003	60	0,005	60	0,007
			HSS powlekana	100	0,002	100	0,003	100	0,005	100	0,007
			PM powlekana	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,008
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HSS bez powłoki	50	0,002	50	0,003	50	0,005	50	0,007
			HSS powlekana	80	0,002	80	0,003	80	0,005	80	0,007
			PM powlekana	130	0,002	130	0,003	130	0,007	130	0,008
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HSS bez powłoki	50	0,002	50	0,003	50	0,005	50	0,007
			HSS powlekana	80	0,002	80	0,003	80	0,005	80	0,007
			PM powlekana	130	0,002	130	0,003	130	0,007	130	0,008
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HSS bez powłoki	40	0,002	40	0,003	40	0,005	40	0,007
			HSS powlekana	65	0,002	65	0,003	65	0,005	65	0,007
			PM powlekana	110	0,002	110	0,003	110	0,007	110	0,008
19.0	Grafit		HSS bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,002	25	0,004
			HSS powlekana	38	0,001	38	0,001	38	0,002	38	0,004
			PM powlekana	75	0,001	75	0,001	75	0,002	75	0,004
20.0	Termoplasty		HSS bez powłoki	80	0,002	80	0,003	80	0,005	80	0,007
			HSS powlekana	80	0,002	80	0,003	80	0,005	80	0,007
			PM powlekana	130	0,002	130	0,003	130	0,007	130	0,008
20.1	Duroplasty		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		HSS bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			HSS powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–
			PM powlekana	–	–	–	–	–	–	–	–





	Średnica [mm]														Środek chłodząco--smarujący
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	12	0,006	12	0,008	12	0,012	12	0,019	12	0,026	12	0,034	12	0,042	emulsja
	20	0,006	20	0,008	20	0,012	20	0,019	20	0,026	20	0,034	20	0,042	emulsja
	40	0,007	40	0,010	40	0,014	40	0,023	40	0,031	40	0,040	40	0,050	emulsja
	8	0,006	8	0,008	8	0,012	8	0,019	8	0,026	8	0,034	8	0,042	emulsja
	15	0,006	15	0,008	15	0,012	15	0,019	15	0,026	15	0,034	15	0,042	emulsja
	35	0,007	35	0,010	35	0,014	35	0,023	35	0,031	35	0,040	35	0,050	emulsja
	250	0,007	250	0,010	250	0,017	250	0,025	250	0,035	250	0,044	250	0,060	emulsja
	400	0,007	400	0,010	400	0,017	400	0,025	400	0,035	400	0,044	400	0,060	emulsja
	600	0,008	600	0,012	600	0,020	600	0,030	600	0,042	600	0,053	600	0,072	emulsja
	70	0,010	70	0,013	70	0,024	70	0,035	70	0,044	70	0,056	70	0,066	emulsja
	120	0,010	120	0,013	120	0,024	120	0,035	120	0,044	120	0,056	120	0,066	emulsja
	180	0,012	180	0,017	180	0,029	180	0,042	180	0,053	180	0,066	180	0,079	emulsja
	40	0,013	40	0,017	40	0,028	40	0,043	40	0,049	40	0,060	40	0,072	emulsja
	65	0,013	65	0,017	65	0,028	65	0,043	65	0,049	65	0,060	65	0,072	emulsja
	110	0,015	110	0,021	110	0,024	110	0,051	110	0,059	110	0,071	110	0,086	emulsja
	70	0,010	70	0,013	70	0,024	70	0,035	70	0,044	70	0,056	70	0,066	emulsja
	120	0,010	120	0,013	120	0,024	120	0,035	120	0,044	120	0,056	120	0,066	emulsja
	180	0,012	180	0,017	180	0,029	180	0,042	180	0,053	180	0,066	180	0,079	emulsja
	60	0,010	60	0,013	60	0,024	60	0,035	60	0,044	60	0,056	60	0,066	bez
	100	0,010	100	0,013	100	0,024	100	0,035	100	0,044	100	0,056	100	0,066	bez
	150	0,012	150	0,017	150	0,029	150	0,042	150	0,053	150	0,066	150	0,079	bez
	60	0,010	60	0,013	60	0,024	60	0,035	60	0,044	60	0,056	60	0,066	bez
	100	0,010	100	0,013	100	0,024	100	0,035	100	0,044	100	0,056	100	0,066	bez
	150	0,012	150	0,017	150	0,029	150	0,042	150	0,053	150	0,066	150	0,079	bez
	60	0,010	60	0,013	60	0,024	60	0,035	60	0,044	60	0,056	60	0,066	bez
	100	0,010	100	0,013	100	0,024	100	0,035	100	0,044	100	0,056	100	0,066	bez
	150	0,012	150	0,017	150	0,029	150	0,042	150	0,053	150	0,066	150	0,079	bez
	50	0,010	50	0,013	50	0,024	50	0,035	50	0,044	50	0,056	50	0,066	bez
	80	0,010	80	0,013	80	0,024	80	0,035	80	0,044	80	0,056	80	0,066	bez
	130	0,012	130	0,017	130	0,029	130	0,042	130	0,053	130	0,066	130	0,079	bez
	50	0,010	50	0,013	50	0,024	50	0,035	50	0,044	50	0,056	50	0,066	emulsja
	80	0,010	80	0,013	80	0,024	80	0,035	80	0,044	80	0,056	80	0,066	emulsja
	130	0,012	130	0,017	130	0,029	130	0,042	130	0,053	130	0,066	130	0,079	emulsja
	40	0,013	40	0,017	40	0,028	40	0,043	40	0,049	40	0,060	40	0,072	emulsja
	65	0,013	65	0,017	65	0,028	65	0,043	65	0,049	65	0,060	65	0,072	emulsja
	110	0,015	110	0,021	110	0,034	110	0,051	110	0,059	110	0,071	110	0,086	emulsja
	25	0,005	25	0,007	25	0,011	25	0,017	25	0,023	25	0,030	25	0,037	bez
	38	0,005	38	0,007	38	0,011	38	0,017	38	0,023	38	0,030	38	0,037	bez
	75	0,007	75	0,010	75	0,014	75	0,023	75	0,031	75	0,040	75	0,046	bez
	80	0,010	80	0,013	80	0,024	80	0,035	80	0,044	80	0,056	80	0,066	na sucho/pow.
	80	0,010	80	0,013	80	0,024	80	0,035	80	0,044	80	0,056	80	0,066	na sucho/pow.
	130	0,012	130	0,017	130	0,029	130	0,042	130	0,053	130	0,066	130	0,079	na sucho/pow.
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 8.15 GARANT Frezy trzpieniowe PM (powlekane TiCN)

Numer katalogowy 191075
Liczba ostrzy 2

Obróbka zgrubna rowków pełnych / wgłębna

Wskazówka: 17.0/17.1: f_z dla $a_e = 1{,}0 \times D$ i $a_p = 1{,}0 \times D$
17.2: f_z dla $a_e = 1{,}0 \times D$ i $a_p = 0{,}5 \times D$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c	∅2			∅3			∅4		
				f_z	n	v_f	f_z	n	v_f	f_z	n	v_f
			[m/min]	[mm/ząb]	[obr./min]	[mm/min]	[mm/ząb]	[obr./min]	[mm/min]	[mm/ząb]	[obr./min]	[mm/min]
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	460	0,006	73211	879	0,012	48808	1171	0,017	36606	1245
17.1	Stopy Al. dające krótki wiór		185	0,006	29444	353	0,012	19629	471	0,017	14722	501
17.2	Stopy aluminium >10% Si		110	0,006	17507	210	0,010	11671	233	0,015	8754	263

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c	∅10			∅12			∅14		
				f_z	n	v_f	f_z	n	v_f	f_z	n	v_f
			[m/min]	[mm/ząb]	[obr./min]	[mm/min]	[mm/ząb]	[obr./min]	[mm/min]	[mm/ząb]	[obr./min]	[mm/min]
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	460	0,050	14642	1464	0,065	12202	1586	0,080	10459	1673
17.1	Stopy Al. dające krótki wiór		185	0,050	5889	589	0,065	4907	638	0,080	4206	673
17.2	Stopy aluminium >10% Si		110	0,045	3501	315	0,055	2918	321	0,070	2501	350

Obróbka zgrubna obrysu (frezowanie obwodowe)

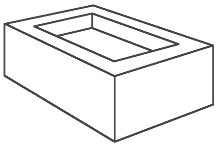
Wskazówka: 17.0/17.1: f_z dla $a_e = 0{,}3 \times D$ i $a_p = 1{,}5 \times D$
17.2: f_z dla $a_e = 0{,}1 \times D$ i $a_p = 1{,}5 \times$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c	∅2			∅3			∅4		
				f_z	n	v_f	f_z	n	v_f	f_z	n	v_f
			[m/min]	[mm/ząb]	[obr./min]	[mm/min]	[mm/ząb]	[obr./min]	[mm/min]	[mm/ząb]	[obr./min]	[mm/min]
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	460	0,006	73211	879	0,012	48808	1171	0,017	36606	12454
17.1	Stopy Al. dające krótki wiór		185	0,006	29444	353	0,012	19629	471	0,017	14722	501
17.2	Stopy aluminium >10% Si		110	0,006	17507	210	0,010	11671	233	0,015	8754	263

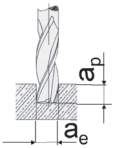
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c	∅10			∅12			∅14		
				f_z	n	v_f	f_z	n	v_f	f_z	n	v_f
			[m/min]	[mm/ząb]	[obr./min]	[mm/min]	[mm/ząb]	[obr./min]	[mm/min]	[mm/ząb]	[obr./min]	[mm/min]
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	460	0,050	14642	1464	0,065	12202	1586	0,080	10459	1673
17.1	Stopy Al. dające krótki wiór		185	0,050	5889	589	0,065	4907	638	0,080	4206	673
17.2	Stopy aluminium >10% Si		110	0,045	3501	315	0,055	2918	321	0,070	2501	350



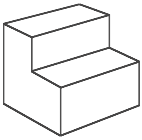
∅ 5			∅ 6			∅ 8		
f_z [mm/ząb]	n [obr/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/ząb]	n [obr./min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/ząb]	n [obr./min]	v_f [mm/min]
0,022	29285	1289	0,028	24404	1367	0,040	18303	1464
0,022	11777	518	0,028	9815	550	0,040	7361	589
0,020	7003	280	0,025	5836	292	0,035	4377	306



∅ 16			∅ 18			∅ 20		
f_z [mm/ząb]	n [obr/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/ząb]	n [obr./min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/ząb]	n [obr./min]	v_f [mm/min]
0,095	9151	1739	0,110	8135	1790	0,122	7321	1786
0,095	3680	699	0,110	3272	720	0,122	2944	718
0,085	2188	372	0,100	1945	389	0,115	1751	403



∅ 5			∅ 6			∅ 8		
f_z [mm/ząb]	n [obr/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/ząb]	n [obr./min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/ząb]	n [obr./min]	v_f [mm/min]
0,022	29285	1289	0,028	24404	1367	0,040	18303	1464
0,022	11777	518	0,028	9815	550	0,040	7361	589
0,020	7003	280	0,025	5836	292	0,035	4377	306



∅ 16			∅ 18			∅ 20		
f_z [mm/ząb]	n [obr/min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/ząb]	n [obr./min]	v_f [mm/min]	f_z [mm/ząb]	n [obr./min]	v_f [mm/min]
0,095	9151	1739	0,110	8135	1790	0,122	7321	1786
0,095	3680	699	0,110	3272	720	0,122	2944	718
0,085	2188	372	0,100	1945	389	0,115	1751	403

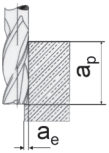


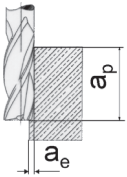
Tabela 8.16 GARANT Frezy trzpieniowe SPM (powlekane TiCN) obróbka wykańczająca

Numer katalogowy 191632

f_z dla a_e = 0,5 x D i a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Prędkość skrawania v_c [m/min]			Posuw na ząb f_z [mm/Z] przy średnicy [mm]			
		[N/mm²]	min.	start	maks.	10	12	14	16
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	83	95	100	0,019	0,026	0,035	0,041
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	69	79	83	0,019	0,026	0,033	0,041
2.0	Stale automatowe	< 850	74	85	102	0,019	0,026	0,029	0,033
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	69	79	83	0,019	0,026	0,029	0,033
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	<700	69	79	83	0,019	0,026	0,029	0,033
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	64	74	77	0,019	0,026	0,029	0,033
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	51	59	61	0,019	0,026	0,029	0,033
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	51	59	61	0,019	0,026	0,029	0,033
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	46	53	55	0,019	0,026	0,029	0,033
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	<750	64	74	77	0,019	0,026	0,029	0,033
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	60	69	72	0,019	0,026	0,029	0,033
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	51	59	61	0,019	0,026	0,030	0,033
7.0	Stale do azotowania	< 1000	51	59	61	0,019	0,026	0,030	0,033
7.1	Stale do azotowania	> 1000	41	47	49	0,019	0,026	0,030	0,033
8.0	Stale narzędziowe	< 850	41	47	49	0,019	0,026	0,030	0,033
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	37	42	44	0,019	0,026	0,030	0,033
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	28	32	36	0,019	0,026	0,030	0,033
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–		–	–	–	–
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–		–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–		–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–		–	–	–	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–		–	–	–	–
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–		–	–	–	–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–		–	–	–	–
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	41	47	49	0,019	0,026	0,029	0,033
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	32	36	38	0,019	0,026	0,029	0,033
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	23	26	28	0,019	0,026	0,029	0,033
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	18	21	23	0,019	0,026	0,030	0,033
14.0	Stopy specjalne	< 1200	14	16	18	0,019	0,026	0,030	0,033
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	57	75	80	0,019	0,026	0,029	0,033
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	56	63	67	0,019	0,026	0,029	0,033
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	41	47	49	0,019	0,026	0,029	0,033
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	33	37	40	0,019	0,026	0,029	0,033
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–		–	–	–	–
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–		–	–	–	–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	221	254	265	0,025	0,035	0,040	0,044
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		138	159	166	0,035	0,044	0,050	0,055
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		112	125	132	0,043	0,049	0,055	0,059
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	112	125	132	0,035	0,044	0,050	0,055
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	112	125	132	0,035	0,044	0,050	0,055
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	95	106	112	0,035	0,044	0,050	0,055
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	95	106	112	0,035	0,044	0,050	0,055
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	75	85	90	0,035	0,044	0,050	0,055
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	67	75	80	0,035	0,044	0,050	0,055
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	47	53	56	0,043	0,049	0,055	0,059
19.0	Grafit			–					
20.0	Termoplasty			–		–	–	–	–
20.1	Duroplasty			–		–	–	–	–
20.2	GFK i CFK			–		–	–	–	–





Posuw na ząb f_z [mm/ząb] przy średnicy [mm]				
18	20	22	25	32
0,047	0,053	0,057	0,063	0,076
0,044	0,046	0,053	0,058	0,069
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,042	0,044	0,048	0,056
0,038	0,042	0,044	0,048	0,056
0,038	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
0,035	0,038	0,041	0,044	0,051
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,052	0,060	0,062	0,068	0,079
0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,066	0,072	0,074	0,079	0,090
0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,062	0,066	0,071	0,076	0,088
0,066	0,072	0,074	0,079	0,090
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–

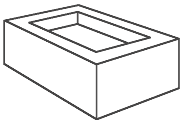
Tabela 8.17 GARANT Frezy trzpieniowe SPM (powlekane TiAlN)

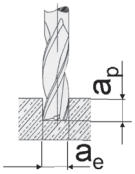
Numery katalogowe 192852; 192855
Obróbka zgrubna rowków pełnych i wgłębna
Wskazówka: f_z dla $a_e = 1{,}0 \times D$ i $a_p = 1{,}0 \times D$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅10 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅12 z = 4 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	83	95	100	0,019	0,029
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	69	79	83	0,019	0,029
2.0	Stale automatowe	< 850	74	85	102	0,019	0,029
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	69	79	83	0,019	0,029
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	69	79	83	0,019	0,029
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	64	74	77	0,019	0,029
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	51	59	61	0,019	0,029
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	51	59	61	0,019	0,029
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	46	53	55	0,019	0,029
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	64	74	77	0,019	0,029
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	60	69	72	0,019	0,029
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	51	59	61	0,019	0,029
7.0	Stale do azotowania	< 1000	51	59	61	0,019	0,029
7.1	Stale do azotowania	> 1000	41	47	49	0,019	0,029
8.0	Stale narzędziowe	< 850	41	47	49	0,019	0,029
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	37	42	44	0,019	0,029
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400		–		–	–
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–		–	–
10.0	Stale hartowane	45 – 55 HRC		–		–	–
10.1	Stale hartowane	55 – 60 HRC		–		–	–
10.2	Stale hartowane	60 – 67 HRC		–		–	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–		–	–
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–		–	–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–		–	–
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	41	47	49	0,019	0,029
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	32	36	38	0,019	0,029
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	23	26	28	0,019	0,029
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	18	21	23	0,019	0,029
14.0	Stopy specjalne	< 1200	14	16	18	0,019	0,029
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB		–		–	–
15.1	Żeliwo (GG)	< 180 HB		–		–	–
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	< 180 HB		–		–	–
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB		–		–	–
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–		–	–
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–		–	–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	221	254	265	0,025	0,039
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		138	159	166	0,035	0,049
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			–		–	–
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–		–	–
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–		–	–
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–		–	–
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–		–	–
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 –850		–		–	–
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–		–	–
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–		–	–
19.0	Grafit			–		–	–
20.0	Termoplasty			–		–	–
20.1	Duroplasty			–		–	–
20.2	GFK i CFK			–		–	–









∅ 14 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/ząb]	∅ 18 z = 5 f_z [mm/ząb]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/ząb]	∅ 32 z = 6 f_z [mm/ząb]
0,030	0,034	0,038	0,042	0,055
0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,030	0,034	0,038	0,042	0,055
0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,030	0,034	0,038	0,042	0,055
0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,030	0,034	0,038	0,042	0,051
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,030	0,034	0,034	0,038	0,051
0,033	0,034	0,034	0,038	0,051
0,033	0,034	0,034	0,038	0,051
0,030	0,034	0,038	0,042	0,055
0,030	0,034	0,038	0,042	0,055
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,045	0,048	0,054	0,060	0,076
0,052	0,057	0,059	0,066	0,087
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–

Tabela 8.18 GARANT Frezy trzpieniowe SPM (powlekane TiAlN)

Numery katalogowe 192852; 192855

Obróbka zgrubna obrysu (frezowanie obwodowe)

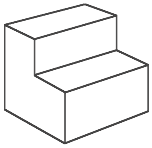
Wskazówka: f_z dla $a_e = 0{,}5 \times D$ i $a_p = 1{,}0 \times D$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min. – start – maks.	∅10 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅12 z = 4 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	83 – **95** – 100	0,032	0,044
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	69 – **79** – 83	0,032	0,044
2.0	Stale automatowe	< 850	74 – **85** – 102	0,032	0,044
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	69 – **79** – 83	0,032	0,044
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	69 – **79** – 83	0,032	0,044
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	64 – **74** – 77	0,032	0,044
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	51 – **59** – 61	0,032	0,044
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	51 – **59** – 61	0,032	0,044
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	46 – **53** – 55	0,032	0,044
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	64 – **74** – 77	0,032	0,044
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	60 – **69** – 72	0,032	0,044
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	51 – **59** – 61	0,032	0,044
7.0	Stale do azotowania	< 1000	51 – **59** – 61	0,032	0,044
7.1	Stale do azotowania	> 1000	41 – **47** – 49	0,032	0,044
8.0	Stale narzędziowe	< 850	41 – **47** – 49	0,032	0,044
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	37 – **42** – 44	0,032	0,044
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	–	–	–
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	–	–	–
10.0	Stale hartowane	45 – 55 HRC	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55 – 60 HRC	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60 – 67 HRC	–	–	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	–	–	–
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–	–	–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	–	–	–
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	41 – **47** – 49	0,032	0,044
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	32 – **36** – 38	0,032	0,044
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	23 – **26** – 28	0,032	0,044
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	18 – **21** – 23	0,032	0,044
14.0	Stopy specjalne	< 1200	14 – **16** – 18	0,032	0,044
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	–	–	–
15.1	Żeliwo (GG)	< 180 HB	–	–	–
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	< 180 HB	–	–	–
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	–	–	–
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–	–	–
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–	–	–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	221 – **254** – 265	0,043	0,060
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		138 – **159** – 166	0,060	0,074
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		–		
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	–	–	–
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	–	–	–
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	–	–	–
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	–	–	–
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 –850	–	–	–
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	–	–	–
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	–	–	–
19.0	Grafit		–	–	–
20.0	Termoplasty		–	–	–
20.1	Duroplasty		–	–	–
20.2	GFK i CFK		–	–	–





∅ 14 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/ząb]	∅ 18 z = 5 f_z [mm/ząb]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/ząb]	∅ 32 z = 6 f_z [mm/ząb]
0,054	0,057	0,065	0,071	0,093
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,051	0,057	0,065	0,071	0,093
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,051	0,057	0,065	0,071	0,093
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,051	0,057	0,059	0,071	0,093
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,051	0,057	0,065	0,071	0,093
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,051	0,057	0,065	0,071	0,093
0,051	0,057	0,065	0,071	0,093
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
0,051	0,053	0,059	0,065	0,088
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
0,070	0,081	0,091	0,102	0,131
0,086	0,089	0,100	0,112	0,143
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–



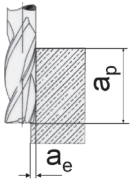


Tabela 8.19 GARANT Frezy trzpieniowe SPM (powlekane TiAlN)
Obróbka zgrubna rowków pełnych / wgłębna

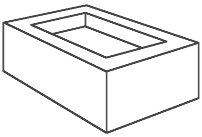
Numer katalogowy 192895

Wskazówka: f_z dla $a_e = 1{,}0 \times D$ i $a_p = 1{,}0 \times D$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅10 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅12 z = 4 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	85	95	100	0,019	0,029
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	70	80	85	0,019	0,029
2.0	Stale automatowe	< 850	75	85	100	0,019	0,029
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	70	80	85	0,019	0,029
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	70	80	85	0,019	0,029
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	65	75	80	0,019	0,029
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	55	60	0,019	0,029
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	55	60	0,019	0,029
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	45	50	55	0,019	0,029
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	65	75	80	0,019	0,029
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	60	70	75	0,019	0,029
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50	60	65	0,019	0,029
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50	60	65	0,019	0,029
7.1	Stale do azotowania	> 1000	40	45	50	0,019	0,029
8.0	Stale narzędziowe	< 850	40	45	50	0,019	0,029
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	35	40	45	0,019	0,029
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	30	35	40	0,019	0,019
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	20	25	30	0,019	0,029
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–		–	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–		–	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–		–	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	20	25	30	0,019	0,029
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–		–	–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–		–	–
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	40	45	50	0,019	0,029
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	30	35	40	0,019	0,029
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	20	25	30	0,019	0,029
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	15	20	25	0,019	0,029
14.0	Stopy specjalne	< 1200	14	16	18	0,019	0,029
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	55	60	65	0,019	0,029
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	50	55	60	0,019	0,029
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	35	40	45	0,019	0,029
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	25	30	35	0,019	0,029
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	20	23	25	0,019	0,029
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	12	14	16	0,019	0,029
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350		–		–	–
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		140	155	165	0,035	0,049
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		110	125	130	0,043	0,055
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–		–	–
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	110	125	130	0,035	0,049
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–		–	–
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	95	105	110	0,035	0,049
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	75	85	90	0,035	0,049
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–		–	–
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–		–	–
19.0	Grafit			–		–	–
20.0	Termoplasty			–		–	–
20.1	Duroplasty			–		–	–
20.2	GFK i CFK			–		–	–



	∅ 14 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/ząb]	∅ 18 z = 5 f_z [mm/ząb]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/ząb]
	0,034	0,033	0,038	0,042
	0,034	0,030	0,034	0,038
	0,034	0,030	0,034	0,038
	0,034	0,030	0,034	0,038
	0,034	0,030	0,034	0,038
	0,034	0,030	0,034	0,038
	0,034	0,030	0,034	0,038
	0,034	0,030	0,034	0,038
	0,034	0,030	0,038	0,042
	0,034	0,030	0,034	0,038
	0,034	0,030	0,034	0,038
	0,034	0,030	0,038	0,042
	0,034	0,030	0,034	0,038
	0,034	0,033	0,034	0,042
	0,034	0,030	0,034	0,038
	0,034	0,033	0,038	0,042
	0,034	0,033	0,038	0,042
	0,034	0,033	0,038	0,042
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	0,034	0,033	0,038	0,042
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	0,034	0,030	0,034	0,038
	0,034	0,033	0,034	0,038
	0,034	0,033	0,034	0,038
	0,034	0,033	0,038	0,042
	0,034	0,033	0,038	0,042
	0,034	0,033	0,038	0,042
	0,034	0,033	0,038	0,042
	0,034	0,033	0,038	0,042
	0,034	0,033	0,038	0,042
	0,034	0,033	0,038	0,042
	0,034	0,033	0,038	0,042
	–	–	–	–
	0,057	0,052	0,059	0,066
	0,064	0,059	0,065	0,072
	–	–	–	–
	0,057	0,052	0,059	0,066
	–	–	–	–
	0,057	0,052	0,059	0,066
	0,057	0,052	0,059	0,066
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–
	–	–	–	–



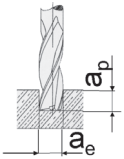


Tabela 8.20 GARANT Frezy trzpieniowe SPM (powlekane TiAlN) Obróbka zgrubna obrysu (frezowanie obrysu)

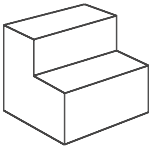
Numer katalogowy 192895

Wskazówka: f_z dla $a_e = 0{,}5 \times D$ i $a_p = 1{,}0 \times D$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅ 10 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	85	95	100	0,032	0,044
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	70	80	85	0,032	0,044
2.0	Stale automatowe	< 850	75	85	100	0,032	0,044
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	70	80	85	0,032	0,044
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	70	80	85	0,032	0,044
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	65	75	80	0,032	0,044
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	55	60	0,032	0,044
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	55	60	0,032	0,044
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	45	50	55	0,032	0,044
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	65	75	80	0,032	0,044
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	60	70	75	0,032	0,044
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50	60	65	0,032	0,044
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50	60	65	0,032	0,044
7.1	Stale do azotowania	> 1000	40	45	50	0,032	0,044
8.0	Stale narzędziowe	< 850	40	45	50	0,032	0,044
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	35	40	45	0,032	0,044
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	30	35	40	0,032	0,044
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	20	25	30	0,032	0,044
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	20	25	30	0,032	0,044
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–			
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	40	45	50	0,032	0,044
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	32	36	38	0,032	0,044
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	23	26	28	0,032	0,044
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	18	21	23	0,032	0,044
14.0	Stopy specjalne	< 1200	14	16	18	0,032	0,044
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	55	60	65	0,032	0,044
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	50	55	60	0,032	0,044
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	35	40	45	0,032	0,044
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	25	30	35	0,032	0,044
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	20	23	25	0,032	0,044
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	12	14	16	0,032	0,044
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350		–			
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		140	155	165	0,060	0,074
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		110	125	130	0,072	0,083
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–			
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	110	125	130	0,060	0,074
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–			
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	95	105	110	0,060	0,074
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	75	85	90	0,060	0,074
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			
19.0	Grafit			–			
20.0	Termoplasty			–			
20.1	Duroplasty			–			
20.2	GFK i CFK			–			



∅ 14 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/ząb]	∅ 18 z = 5 f_z [mm/ząb]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/ząb]
0,054	0,057	0,065	0,071
0,051	0,053	0,059	0,065
0,051	0,053	0,059	0,065
0,051	0,053	0,059	0,065
0,051	0,053	0,059	0,065
0,051	0,053	0,059	0,065
0,051	0,053	0,059	0,065
0,051	0,053	0,059	0,065
0,051	0,057	0,065	0,071
0,051	0,053	0,059	0,065
0,051	0,053	0,059	0,065
0,051	0,057	0,065	0,071
0,051	0,053	0,059	0,065
0,051	0,057	0,059	0,071
0,051	0,053	0,059	0,065
0,051	0,057	0,065	0,071
0,019	0,057	0,065	0,071
0,051	0,057	0,065	0,071
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
0,051	0,057	0,065	0,071
–	–	–	–
–	–	–	–
0,051	0,053	0,059	0,065
0,051	0,057	0,059	0,071
0,051	0,057	0,059	0,071
0,051	0,057	0,065	0,065
0,051	0,057	0,065	0,065
0,051	0,057	0,065	0,071
0,051	0,057	0,065	0,071
0,051	0,057	0,065	0,071
0,051	0,057	0,065	0,071
0,051	0,057	0,065	0,071
–	–	–	–
0,086	0,089	0,100	0,112
0,094	0,096	0,106	0,117
–	–	–	–
0,086	0,089	0,100	0,112
–	–	–	–
0,086	0,089	0,100	0,112
0,086	0,089	0,100	0,112
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–



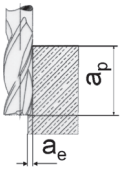
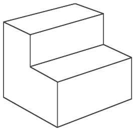
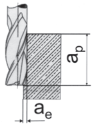


Tabela 8.21 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (bez powłoki, powlekane) - obróbka zgrubna obrysu (frezowanie obrysu)

f_z dla a_e = 0,5 x D i a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia / powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	VHM bez powłoki	80	0,001	80	0,003	80	0,006	80	0,011
			VHM powlekany	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500–850	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
2.0	Stale automatowe	< 850	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	VHM bez powłoki	55	0,001	55	0,002	55	0,004	55	0,007
			VHM powlekany	100	0,001	100	0,002	100	0,004	100	0,007
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	750 – 850	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM powlekany	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,011
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	VHM bez powłoki	55	0,001	55	0,002	55	0,004	55	0,007
			VHM powlekany	100	0,001	100	0,002	100	0,004	100	0,007
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,007
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,002	85	0,004	85	0,007
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,006
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,007
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,002	85	0,004	85	0,007
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,006
7.0	Stale do azotowania	< 1000	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,007
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,002	85	0,004	85	0,007
7.1	Stale do azotowania	> 1000	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,006
8.0	Stale narzędziowe	< 850	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,007
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,002	85	0,004	85	0,007
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,006
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	VHM bez powłoki	30	0,001	30	0,002	30	0,003	30	0,006
			VHM powlekany	60	0,001	60	0,002	60	0,003	60	0,006
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	VHM bez powłoki	30	0,001	30	0,002	30	0,003	30	0,006
			VHM powlekany	60	0,001	60	0,002	60	0,003	60	0,006
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	55	0,001	55	0,002	55	0,003	55	0,006
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	45	0,001	45	0,002	45	0,003	45	0,006
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,006



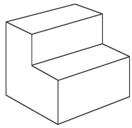


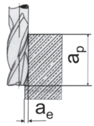
	Średnica [mm]														Środek chłodząco-smarujący
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	80	0,023	80	0,033	80	0,045	80	0,060	80	0,080	80	0,100	80	0,120	emulsja
	140	0,023	140	0,033	140	0,045	140	0,060	140	0,080	140	0,100	140	0,120	emulsja
	70	0,023	70	0,033	70	0,045	70	0,060	70	0,080	70	0,100	70	0,120	emulsja
	120	0,023	120	0,033	120	0,045	120	0,060	120	0,080	120	0,100	120	0,120	emulsja
	70	0,023	70	0,033	70	0,045	70	0,060	70	0,080	70	0,100	70	0,120	emulsja
	120	0,023	120	0,033	120	0,045	120	0,060	120	0,080	120	0,100	120	0,120	emulsja
	55	0,014	55	0,022	55	0,028	55	0,035	55	0,045	55	0,060	55	0,080	emulsja
	100	0,014	100	0,022	100	0,028	100	0,035	100	0,045	100	0,060	100	0,080	emulsja
	70	0,023	70	0,033	70	0,045	70	0,060	70	0,080	70	0,100	70	0,120	emulsja
	120	0,023	120	0,033	120	0,045	120	0,060	120	0,080	120	0,100	120	0,120	emulsja
	60	0,023	60	0,033	60	0,045	60	0,060	60	0,080	60	0,100	60	0,120	emulsja
	110	0,023	110	0,033	110	0,045	110	0,060	110	0,080	110	0,100	110	0,120	emulsja
	55	0,014	55	0,022	55	0,028	55	0,035	55	0,045	55	0,060	55	0,080	emulsja
	100	0,014	100	0,022	100	0,028	100	0,035	100	0,045	100	0,060	100	0,080	emulsja
	50	0,014	50	0,022	50	0,028	50	0,035	50	0,045	50	0,060	50	0,080	emulsja
	85	0,014	85	0,022	85	0,028	85	0,035	85	0,045	85	0,060	85	0,080	emulsja
	40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	emulsja
	70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	emulsja
	70	0,023	70	0,033	70	0,045	70	0,060	70	0,080	70	0,100	70	0,120	emulsja
	120	0,023	120	0,033	120	0,045	120	0,060	120	0,080	120	0,100	120	0,120	emulsja
	50	0,014	50	0,022	50	0,028	50	0,035	50	0,045	50	0,060	50	0,080	emulsja
	85	0,014	85	0,022	85	0,028	85	0,035	85	0,045	85	0,060	85	0,080	emulsja
	40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	emulsja
	70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	emulsja
	50	0,014	50	0,022	50	0,028	50	0,035	50	0,045	50	0,060	50	0,080	emulsja
	85	0,014	85	0,022	85	0,028	85	0,035	85	0,045	85	0,060	85	0,080	emulsja
	40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	emulsja
	70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	emulsja
	50	0,014	50	0,022	50	0,028	50	0,035	50	0,045	50	0,060	50	0,080	emulsja
	85	0,014	85	0,022	85	0,028	85	0,035	85	0,045	85	0,060	85	0,080	emulsja
	40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	emulsja
	70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	emulsja
	30	0,013	30	0,020	30	0,025	30	0,030	30	0,040	30	0,055	30	0,065	emulsja
	60	0,013	60	0,020	60	0,025	60	0,030	60	0,040	60	0,055	60	0,065	emulsja
	30	0,013	30	0,020	30	0,025	30	0,030	30	0,040	30	0,055	30	0,065	emulsja
	60	0,013	60	0,020	60	0,025	60	0,030	60	0,040	60	0,055	60	0,065	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	55	0,013	55	0,020	55	0,025	55	0,030	55	0,040	55	0,055	55	0,065	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	45	0,013	45	0,020	45	0,025	45	0,030	45	0,040	45	0,055	45	0,065	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	50	0,016	50	0,024	50	0,032	50	0,040	50	0,050	50	0,060	50	0,070	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	45	0,016	45	0,024	45	0,032	45	0,040	45	0,050	45	0,060	45	0,070	emulsja
	40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,040	40	0,055	40	0,065	emulsja
	70	0,013	70	0,020	70	0,025	70	0,030	70	0,040	70	0,055	70	0,065	emulsja

Tabela 8.21 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (bez powłoki, powlekane) - obróbka zgrubna obrysu (frezowanie obrysu)

f_z dla a_e = 0,5 x D i a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia / powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	VHM bez powłoki	55	0,001	55	0,002	55	0,004	55	0,008
			VHM powlekany	90	0,001	90	0,002	90	0,004	90	0,008
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,002	85	0,004	85	0,008
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,002	45	0,003	45	0,006
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,002	85	0,003	85	0,006
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	VHM bez powłoki	35	0,001	35	0,002	35	0,003	35	0,006
			VHM powlekany	65	0,001	65	0,002	65	0,003	65	0,006
14.0	Stale specjalne	< 1200	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,003	70	0,005	70	0,010
			VHM powlekany	130	0,001	130	0,003	130	0,005	130	0,010
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM powlekany	100	0,001	100	0,003	100	0,005	100	0,010
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	VHM bez powłoki	55	0,001	55	0,003	55	0,005	55	0,010
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,003	85	0,005	85	0,010
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,003	45	0,005	45	0,010
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,003	80	0,005	80	0,010
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	VHM bez powłoki	200	0,001	200	0,003	200	0,005	200	0,010
			VHM powlekany	350	0,001	350	0,003	350	0,005	350	0,010
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		VHM bez powłoki	150	0,001	150	0,003	150	0,005	150	0,010
			VHM powlekany	300	0,001	300	0,003	300	0,005	300	0,010
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		VHM bez powłoki	120	0,001	120	0,003	120	0,005	120	0,010
			VHM powlekany	220	0,001	220	0,003	220	0,005	220	0,010
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	VHM bez powłoki	150	0,001	150	0,003	150	0,005	150	0,010
			VHM powlekany	300	0,001	300	0,003	300	0,005	300	0,010
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	VHM bez powłoki	140	0,001	140	0,003	140	0,005	140	0,010
			VHM powlekany	280	0,001	280	0,003	280	0,005	280	0,010
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	VHM bez powłoki	140	0,001	140	0,003	140	0,005	140	0,010
			VHM powlekany	280	0,001	280	0,003	280	0,005	280	0,010
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	VHM bez powłoki	140	0,001	140	0,003	140	0,005	140	0,010
			VHM powlekany	280	0,001	280	0,003	280	0,005	280	0,010
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	VHM bez powłoki	120	0,001	120	0,003	120	0,005	120	0,010
			VHM powlekany	240	0,001	240	0,003	240	0,005	240	0,010
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	VHM bez powłoki	120	0,001	120	0,003	120	0,005	120	0,010
			VHM powlekany	240	0,001	240	0,003	240	0,005	240	0,010
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	VHM bez powłoki	95	0,001	95	0,003	95	0,005	95	0,010
			VHM powlekany	190	0,001	190	0,003	190	0,005	190	0,010
19.0	Grafit		VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,003	70	0,005	70	0,010
			VHM powlekany	130	0,001	130	0,003	130	0,005	130	0,010
20.0	Termoplasty		VHM bez powłoki	120	0,001	120	0,003	120	0,005	120	0,010
			VHM powlekany	240	0,001	240	0,003	240	0,005	240	0,010
20.1	Duroplasty		VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–



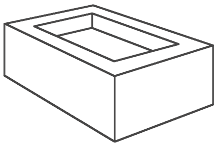


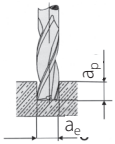
	Średnica [mm]														Środek chłodząco--smarujący
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	55 90	0,015 0,015	55 90	0,025 0,025	55 90	0,030 0,030	55 90	0,040 0,040	55 90	0,050 0,050	55 90	0,055 0,055	55 90	0,090 0,090	emulsja emulsja
	45 85	0,015 0,015	45 85	0,025 0,025	45 85	0,030 0,030	45 85	0,040 0,040	45 85	0,050 0,050	45 85	0,055 0,055	45 85	0,090 0,090	emulsja emulsja
	45 85	0,012 0,012	45 85	0,017 0,017	45 85	0,025 0,025	45 85	0,032 0,032	45 85	0,045 0,045	45 85	0,060 0,060	45 85	0,075 0,075	emulsja emulsja
	35 65	0,012 0,012	35 65	0,017 0,017	35 65	0,025 0,025	35 65	0,032 0,032	35 65	0,045 0,045	35 65	0,060 0,060	35 65	0,075 0,075	emulsja emulsja
	– 45	– 0,016	– 45	– 0,024	– 45	– 0,032	– 45	– 0,040	– 45	– 0,050	– 45	– 0,060	– 45	– 0,070	emulsja
	70 130	0,020 0,020	70 130	0,030 0,030	70 130	0,040 0,040	70 130	0,050 0,050	70 130	0,060 0,060	70 130	0,080 0,080	70 130	0,100 0,100	bez bez
	60 100	0,020 0,020	60 100	0,030 0,030	60 100	0,040 0,040	60 100	0,050 0,050	60 100	0,060 0,060	60 100	0,080 0,080	60 100	0,100 0,100	bez bez
	55 85	0,020 0,020	55 85	0,030 0,030	55 85	0,040 0,040	55 85	0,050 0,050	55 85	0,060 0,060	55 85	0,080 0,080	55 85	0,100 0,100	bez bez
	45 80	0,020 0,020	45 80	0,030 0,030	45 80	0,040 0,040	45 80	0,050 0,050	45 80	0,060 0,060	45 80	0,080 0,080	45 80	0,100 0,100	bez bez
	– 50	– 0,016	– 50	– 0,024	– 50	– 0,032	– 50	– 0,040	– 50	– 0,050	– 50	– 0,060	– 50	– 0,070	emulsja
	– 45	– 0,016	– 45	– 0,024	– 45	– 0,032	– 45	– 0,040	– 45	– 0,050	– 45	– 0,060	– 45	– 0,070	emulsja
	200 350	0,020 0,020	200 350	0,030 0,030	200 350	0,040 0,040	200 350	0,050 0,050	200 350	0,070 0,070	200 350	0,090 0,090	200 350	0,120 0,120	emulsja emulsja
	150 300	0,020 0,020	150 300	0,030 0,030	150 300	0,040 0,040	150 300	0,050 0,050	150 300	0,070 0,070	150 300	0,090 0,090	150 300	0,120 0,120	emulsja emulsja
	120 220	0,020 0,020	120 220	0,030 0,030	120 220	0,040 0,040	120 220	0,050 0,050	120 220	0,070 0,070	120 220	0,090 0,090	120 220	0,120 0,120	emulsja emulsja
	150 300	0,020 0,020	150 300	0,030 0,030	150 300	0,040 0,040	150 300	0,050 0,050	150 300	0,070 0,070	150 300	0,090 0,090	150 300	0,120 0,120	emulsja emulsja
	140 280	0,020 0,020	140 280	0,030 0,030	140 280	0,040 0,040	140 280	0,050 0,050	140 280	0,070 0,070	140 280	0,090 0,090	140 280	0,120 0,120	bez bez
	140 280	0,020 0,020	140 280	0,030 0,030	140 280	0,040 0,040	140 280	0,050 0,050	140 280	0,070 0,070	140 280	0,090 0,090	140 280	0,120 0,120	bez bez
	140 280	0,020 0,020	140 280	0,030 0,030	140 280	0,040 0,040	140 280	0,050 0,050	140 280	0,070 0,070	140 280	0,090 0,090	140 280	0,120 0,120	bez bez
	120 240	0,020 0,020	120 240	0,030 0,030	120 240	0,040 0,040	120 240	0,050 0,050	120 240	0,070 0,070	120 240	0,090 0,090	120 240	0,120 0,120	bez bez
	120 240	0,020 0,020	120 240	0,030 0,030	120 240	0,040 0,040	120 240	0,050 0,050	120 240	0,070 0,070	120 240	0,090 0,090	120 240	0,120 0,120	emulsja emulsja
	95 190	0,020 0,020	95 190	0,030 0,030	95 190	0,040 0,040	95 190	0,050 0,050	95 190	0,070 0,070	95 190	0,090 0,090	95 190	0,120 0,120	emulsja emulsja
	70 130	0,020 0,020	70 130	0,030 0,030	70 130	0,040 0,040	70 130	0,050 0,050	70 130	0,060 0,060	70 130	0,080 0,080	70 130	0,100 0,100	bez bez
	120 240	0,020 0,020	120 240	0,030 0,030	120 240	0,040 0,040	120 240	0,050 0,050	120 240	0,070 0,070	120 240	0,090 0,090	120 240	0,120 0,120	emulsja emulsja
	80 80	0,015 0,015	80 80	0,030 0,030	80 150	0,040 0,040	80 150	0,050 0,050	80 150	0,070 0,070	80 150	0,090 0,090	80 150	0,120 0,120	na sucho/pow. na sucho/pow.
	80 150	0,015 0,015	80 150	0,030 0,030	80 150	0,040 0,040	80 150	0,050 0,050	80 150	0,070 0,070	80 150	0,090 0,090	80 150	0,120 0,120	na sucho/pow. na sucho/pow.

Tabela 8.22 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (bez powłoki, powlekane) - obróbka zgrubna rowków pełnych / wgłębna

f_z dla a_e = 1,0 x D i a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia / powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,003	70	0,005	70	0,010
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,003	120	0,005	120	0,010
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500–850	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM powlekany	105	0,001	105	0,003	105	0,005	105	0,010
2.0	Stale automatowe	< 850	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM powlekany	105	0,001	105	0,003	105	0,005	105	0,010
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
			VHM powlekany	90	0,001	90	0,002	90	0,004	90	0,008
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM powlekany	105	0,001	105	0,003	105	0,005	105	0,010
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	750 – 850	VHM bez powłoki	55	0,001	55	0,003	55	0,005	55	0,010
			VHM powlekany	100	0,001	100	0,003	100	0,005	100	0,010
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
			VHM powlekany	90	0,001	90	0,002	90	0,004	90	0,008
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,002	80	0,004	80	0,008
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	VHM bez powłoki	35	0,001	35	0,001	35	0,003	35	0,005
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,001	70	0,003	70	0,005
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM powlekany	105	0,001	105	0,003	105	0,005	105	0,010
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,002	80	0,004	80	0,008
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	VHM bez powłoki	35	0,001	35	0,001	35	0,003	35	0,005
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,001	70	0,003	70	0,005
7.0	Stale do azotowania	< 1000	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,002	45	0,004	45	0,008
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,002	80	0,004	80	0,008
7.1	Stale do azotowania	> 1000	VHM bez powłoki	35	0,001	35	0,001	35	0,003	35	0,005
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,001	70	0,003	70	0,005
8.0	Stale narzędziowe	< 850	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,002	80	0,004	80	0,008
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	VHM bez powłoki	35	0,001	35	0,001	35	0,003	35	0,005
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,001	70	0,003	70	0,005
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	VHM bez powłoki	30	0,001	30	0,001	30	0,003	30	0,005
			VHM powlekany	60	0,001	60	0,001	60	0,003	60	0,005
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	VHM bez powłoki	25	0,001	25	0,001	25	0,003	25	0,005
			VHM powlekany	55	0,001	55	0,001	55	0,003	55	0,005
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	35	0,001	35	0,001	35	0,003	35	0,005
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	30	0,001	30	0,001	30	0,003	30	0,005
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	25	0,001	25	0,001	25	0,003	25	0,005
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,001	50	0,003	50	0,005
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	40	0,001	40	0,001	40	0,003	40	0,005
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	VHM bez powłoki	30	0,001	30	0,001	30	0,003	30	0,005
			VHM powlekany	60	0,001	60	0,001	60	0,003	60	0,005



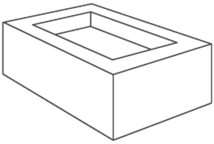


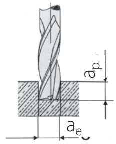
	Średnica [mm]														Środek chłodząco-smarujący
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,050	70	0,060	70	0,080	70	0,100	emulsja
	120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,060	120	0,080	120	0,100	emulsja
	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	emulsja
	105	0,020	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,060	105	0,080	105	0,100	emulsja
	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	emulsja
	105	0,020	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,060	105	0,080	105	0,100	emulsja
	50	0,015	50	0,018	50	0,030	50	0,035	50	0,040	50	0,060	50	0,080	emulsja
	90	0,015	90	0,018	90	0,030	90	0,035	90	0,040	90	0,060	90	0,080	emulsja
	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	emulsja
	105	0,020	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,060	105	0,080	105	0,100	emulsja
	55	0,020	55	0,030	55	0,040	55	0,050	55	0,060	55	0,080	55	0,100	emulsja
	100	0,020	100	0,030	100	0,040	100	0,050	100	0,060	100	0,080	100	0,100	emulsja
	50	0,015	50	0,018	50	0,030	50	0,035	50	0,040	50	0,060	50	0,080	emulsja
	90	0,015	90	0,018	90	0,030	90	0,035	90	0,040	90	0,060	90	0,080	emulsja
	45	0,015	45	0,018	45	0,030	45	0,035	45	0,040	45	0,060	45	0,080	emulsja
	80	0,015	80	0,018	80	0,030	80	0,035	80	0,040	80	0,060	80	0,080	emulsja
	35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,035	35	0,050	35	0,060	emulsja
	70	0,010	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,035	70	0,050	70	0,060	emulsja
	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,050	60	0,060	60	0,080	60	0,100	emulsja
	105	0,020	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,060	105	0,080	105	0,100	emulsja
	45	0,015	45	0,018	45	0,030	45	0,035	45	0,040	45	0,060	45	0,080	emulsja
	80	0,015	80	0,018	80	0,030	80	0,035	80	0,040	80	0,060	80	0,080	emulsja
	35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,035	35	0,050	35	0,060	emulsja
	70	0,010	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,035	70	0,050	70	0,060	emulsja
	45	0,015	45	0,018	45	0,030	45	0,035	45	0,040	45	0,060	45	0,080	emulsja
	80	0,015	80	0,018	80	0,030	80	0,035	80	0,040	80	0,060	80	0,080	emulsja
	35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,035	35	0,050	35	0,060	emulsja
	70	0,010	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,035	70	0,050	70	0,060	emulsja
	50	0,015	50	0,018	50	0,030	50	0,025	50	0,040	50	0,060	50	0,080	emulsja
	80	0,015	80	0,018	80	0,030	80	0,025	80	0,040	80	0,060	80	0,080	emulsja
	35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,035	35	0,050	35	0,060	emulsja
	70	0,010	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,035	70	0,050	70	0,060	emulsja
	30	0,010	30	0,015	30	0,020	30	0,025	30	0,035	30	0,050	30	0,060	emulsja
	60	0,010	60	0,015	60	0,020	60	0,025	60	0,035	60	0,050	60	0,060	emulsja
	25	0,010	25	0,015	25	0,020	25	0,025	25	0,035	25	0,050	25	0,060	emulsja
	55	0,010	55	0,015	55	0,020	55	0,025	55	0,035	55	0,050	55	0,060	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	35	0,010	35	0,015	35	0,020	35	0,025	35	0,025	35	0,030	35	0,035	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	30	0,010	30	0,015	30	0,020	30	0,025	30	0,025	30	0,030	30	0,035	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	25	0,010	25	0,015	25	0,020	25	0,025	25	0,025	25	0,030	25	0,035	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	50	0,010	50	0,015	50	0,020	50	0,025	50	0,035	50	0,045	50	0,055	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	40	0,010	40	0,015	40	0,020	40	0,025	40	0,035	40	0,045	40	0,055	emulsja
	30	0,010	30	0,015	30	0,020	30	0,025	30	0,035	30	0,050	30	0,060	emulsja
	60	0,010	60	0,015	60	0,020	60	0,025	60	0,035	60	0,050	60	0,060	emulsja

Tabela 8.22 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (bez powłoki, powlekane) - obróbka zgrubna rowków pełnych / wgłębna

f_z dla a_e = 1,0 x D i a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia / powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,002	50	0,003	50	0,006
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,002	85	0,003	85	0,006
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,006
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,002	80	0,003	80	0,006
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,001	40	0,003	40	0,005
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,001	80	0,003	80	0,005
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	VHM bez powłoki	30	0,001	30	0,001	30	0,003	30	0,005
			VHM powlekany	60	0,001	60	0,001	60	0,003	60	0,005
14.0	Stale specjalne	< 1200	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	40	0,001	40	0,001	40	0,003	40	0,005
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,002	70	0,004	70	0,008
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	VHM bez powłoki	55	0,001	55	0,002	55	0,004	55	0,008
			VHM powlekany	90	0,001	90	0,002	90	0,004	90	0,008
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,002	80	0,004	80	0,008
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,002	40	0,004	40	0,008
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,002	70	0,004	70	0,008
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,001	50	0,003	50	0,005
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	40	0,001	40	0,001	40	0,003	40	0,005
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	VHM bez powłoki	180	0,001	180	0,002	180	0,004	180	0,008
			VHM powlekany	300	0,001	300	0,002	300	0,004	300	0,008
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		VHM bez powłoki	140	0,001	140	0,002	140	0,004	140	0,008
			VHM powlekany	280	0,001	280	0,002	280	0,004	280	0,008
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		VHM bez powłoki	105	0,001	105	0,002	105	0,004	105	0,008
			VHM powlekany	200	0,001	200	0,002	200	0,004	200	0,008
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	VHM bez powłoki	140	0,001	140	0,002	140	0,004	140	0,008
			VHM powlekany	280	0,001	280	0,002	280	0,004	280	0,008
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	VHM bez powłoki	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
			VHM powlekany	240	0,001	240	0,002	240	0,004	240	0,008
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	VHM bez powłoki	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
			VHM powlekany	240	0,001	240	0,002	240	0,004	240	0,008
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	VHM bez powłoki	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
			VHM powlekany	240	0,001	240	0,002	240	0,004	240	0,008
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	VHM bez powłoki	105	0,001	105	0,002	105	0,004	105	0,008
			VHM powlekany	210	0,001	210	0,002	210	0,004	210	0,008
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	VHM bez powłoki	105	0,001	105	0,002	105	0,004	105	0,008
			VHM powlekany	210	0,001	210	0,002	210	0,004	210	0,008
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	VHM bez powłoki	85	0,001	85	0,002	85	0,004	85	0,008
			VHM powlekany	170	0,001	170	0,002	170	0,004	170	0,008
19.0	Grafit		VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
20.0	Termoplasty		VHM bez powłoki	105	0,001	105	0,002	105	0,004	105	0,008
			VHM powlekany	210	0,001	210	0,002	210	0,004	210	0,008
20.1	Duroplasty		VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–



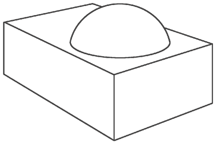


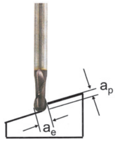
	Średnica [mm]														Środek chłodząco--smarujący
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	50	0,013	50	0,020	50	0,025	50	0,030	50	0,035	50	0,050	50	0,060	emulsja
	85	0,013	85	0,020	85	0,025	85	0,030	85	0,035	85	0,050	85	0,060	emulsja
	40	0,013	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,035	40	0,050	40	0,060	emulsja
	80	0,013	80	0,020	80	0,025	80	0,030	80	0,035	80	0,050	80	0,060	emulsja
	40	0,010	40	0,015	40	0,020	40	0,025	40	0,030	40	0,045	40	0,060	emulsja
	80	0,010	80	0,015	80	0,020	80	0,025	80	0,030	80	0,045	80	0,060	emulsja
	30	0,010	30	0,015	30	0,020	30	0,025	30	0,030	30	0,045	30	0,060	emulsja
	60	0,010	60	0,015	60	0,020	60	0,025	60	0,030	60	0,045	60	0,060	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	40	0,010	40	0,015	40	0,020	40	0,025	40	0,035	40	0,045	40	0,055	emulsja
	70	0,015	70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,045	70	0,060	70	0,080	bez
	120	0,015	120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,045	120	0,060	120	0,080	bez
	55	0,015	55	0,020	55	0,030	55	0,040	55	0,045	55	0,060	55	0,080	bez
	90	0,015	90	0,020	90	0,030	90	0,040	90	0,045	90	0,060	90	0,080	bez
	50	0,015	50	0,020	50	0,030	50	0,040	50	0,045	50	0,060	50	0,080	bez
	80	0,015	80	0,020	80	0,030	80	0,040	80	0,045	80	0,060	80	0,080	bez
	40	0,015	40	0,020	40	0,030	40	0,040	40	0,045	40	0,060	40	0,080	emulsja
	70	0,015	70	0,020	70	0,030	70	0,040	70	0,045	70	0,060	70	0,080	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	50	0,010	50	0,015	50	0,020	50	0,025	50	0,035	50	0,045	50	0,055	emulsja.
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	40	0,010	40	0,015	40	0,020	40	0,025	40	0,035	40	0,045	40	0,055	emulsja
	180	0,015	180	0,025	180	0,030	180	0,040	180	0,050	180	0,065	180	0,085	emulsja
	300	0,015	300	0,025	300	0,030	300	0,040	300	0,050	300	0,065	300	0,085	emulsja
	140	0,015	140	0,025	140	0,030	140	0,040	140	0,050	140	0,065	140	0,085	emulsja
	280	0,015	280	0,025	280	0,030	280	0,040	280	0,050	280	0,065	280	0,085	emulsja
	105	0,015	105	0,025	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,065	105	0,085	emulsja
	200	0,015	200	0,025	200	0,030	200	0,040	200	0,050	200	0,065	200	0,085	emulsja
	140	0,015	140	0,025	140	0,030	140	0,040	140	0,050	140	0,065	140	0,085	emulsja
	280	0,015	280	0,025	280	0,030	280	0,040	280	0,050	280	0,065	280	0,085	emulsja
	120	0,015	120	0,025	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,065	120	0,085	bez
	240	0,015	240	0,025	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,065	240	0,085	bez
	120	0,015	120	0,025	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,065	120	0,085	bez
	240	0,015	240	0,025	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,065	240	0,085	bez
	120	0,015	120	0,025	120	0,030	120	0,040	120	0,050	120	0,065	120	0,085	bez
	240	0,015	240	0,025	240	0,030	240	0,040	240	0,050	240	0,065	240	0,085	bez
	105	0,015	105	0,025	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,065	105	0,085	bez
	210	0,015	210	0,025	210	0,030	210	0,040	210	0,050	210	0,065	210	0,085	bez
	105	0,015	105	0,025	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,065	105	0,085	emulsja
	210	0,015	210	0,025	210	0,030	210	0,040	210	0,050	210	0,065	210	0,085	emulsja
	85	0,015	85	0,025	85	0,030	85	0,040	85	0,050	85	0,065	85	0,085	emulsja
	170	0,015	170	0,025	170	0,030	170	0,040	170	0,050	170	0,065	170	0,085	emulsja
	60	0,015	60	0,020	60	0,030	60	0,040	60	0,045	60	0,060	60	0,080	bez
	120	0,015	120	0,020	120	0,030	120	0,040	120	0,045	120	0,060	120	0,080	bez
	105	0,015	105	0,025	105	0,030	105	0,040	105	0,050	105	0,065	105	0,085	na sucho/pow.
	210	0,015	210	0,025	210	0,030	210	0,040	210	0,050	210	0,065	210	0,085	na sucho/pow.
	80	0,015	80	0,025	80	0,030	80	0,040	80	0,050	80	0,065	80	0,085	na sucho/pow.
	150	0,015	150	0,025	150	0,030	150	0,040	150	0,050	150	0,065	150	0,085	na sucho/pow.
	80	0,015	80	0,025	80	0,030	80	0,040	80	0,050	80	0,065	80	0,085	na sucho/pow.
	150	0,015	150	0,025	150	0,030	150	0,040	150	0,050	150	0,065	150	0,085	na sucho/pow.

Tabela 8.23 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (bez powłoki, powlekane) - obróbka zgrubna kopiowa

f_z dla a_e = 0,05 x D i a_p = 0,05 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia / powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	VHM bez powłoki	90	0,002	90	0,003	90	0,006	90	0,013
			VHM powlekany	160	0,002	160	0,003	160	0,006	160	0,013
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500–850	VHM bez powłoki	80	0,002	80	0,003	80	0,006	80	0,013
			VHM powlekany	140	0,002	140	0,003	140	0,006	140	0,013
2.0	Stale automatowe	< 850	VHM bez powłoki	80	0,002	80	0,003	80	0,006	80	0,013
			VHM powlekany	140	0,002	140	0,003	140	0,006	140	0,013
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	VHM bez powłoki	65	0,001	65	0,002	65	0,004	65	0,008
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	VHM bez powłoki	80	0,002	80	0,003	80	0,006	80	0,013
			VHM powlekany	140	0,002	140	0,003	140	0,006	140	0,013
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	750 – 850	VHM bez powłoki	70	0,002	70	0,003	70	0,006	70	0,013
			VHM powlekany	130	0,002	130	0,003	130	0,006	130	0,013
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	VHM bez powłoki	65	0,001	65	0,002	65	0,004	65	0,008
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,002	120	0,004	120	0,008
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
			VHM powlekany	110	0,001	110	0,002	110	0,004	110	0,008
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,002	45	0,003	45	0,007
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,002	80	0,003	80	0,007
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	VHM bez powłoki	80	0,002	80	0,003	80	0,006	80	0,013
			VHM powlekany	140	0,002	140	0,003	140	0,006	140	0,013
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
			VHM powlekany	100	0,001	100	0,002	100	0,004	100	0,008
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,002	45	0,003	45	0,007
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,002	80	0,003	80	0,007
7.0	Stale do azotowania	< 1000	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
			VHM powlekany	100	0,001	100	0,002	100	0,004	100	0,008
7.1	Stale do azotowania	> 1000	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,002	45	0,003	45	0,007
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,002	80	0,003	80	0,007
8.0	Stale narzędziowe	< 850	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
			VHM powlekany	100	0,001	100	0,002	100	0,004	100	0,008
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,002	45	0,003	45	0,007
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,002	80	0,003	80	0,007
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	VHM bez powłoki	35	0,001	35	0,002	35	0,003	35	0,007
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,007
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	VHM bez powłoki	30	0,001	30	0,002	30	0,003	30	0,007
			VHM powlekany	60	0,001	60	0,002	60	0,003	60	0,007
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	60	0,001	60	0,002	60	0,005	60	0,009
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	VHM bez powłoki	35	0,001	35	0,002	35	0,003	35	0,007
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,007





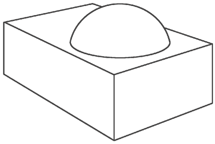
	Średnica [mm]														Środek chłodząco--smarujący
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	90	0,025	90	0,037	90	0,051	90	0,068	90	0,090	90	0,113	90	0,135	emulsja
	160	0,025	160	0,037	160	0,051	160	0,068	160	0,090	160	0,113	160	0,135	emulsja
	80	0,025	80	0,037	80	0,051	80	0,068	80	0,090	80	0,113	80	0,135	emulsja
	140	0,025	140	0,037	140	0,051	140	0,068	140	0,090	140	0,113	140	0,135	emulsja
	80	0,025	80	0,037	80	0,051	80	0,068	80	0,090	80	0,113	80	0,135	emulsja
	140	0,025	140	0,037	140	0,051	140	0,068	140	0,090	140	0,113	140	0,135	emulsja
	65	0,016	65	0,025	65	0,032	65	0,039	65	0,051	65	0,068	65	0,090	emulsja
	120	0,016	120	0,025	120	0,032	120	0,039	120	0,051	120	0,068	120	0,090	emulsja
	80	0,025	80	0,037	80	0,051	80	0,068	80	0,090	80	0,113	80	0,135	emulsja
	140	0,025	140	0,037	140	0,051	140	0,068	140	0,090	140	0,113	140	0,135	emulsja
	70	0,025	70	0,037	70	0,051	70	0,068	70	0,090	70	0,113	70	0,135	emulsja
	130	0,025	130	0,037	130	0,051	130	0,068	130	0,090	130	0,113	130	0,135	emulsja
	65	0,016	65	0,025	65	0,032	65	0,039	65	0,051	65	0,068	65	0,090	emulsja
	120	0,016	120	0,025	120	0,032	120	0,039	120	0,051	120	0,068	120	0,090	emulsja
	60	0,016	60	0,025	60	0,032	60	0,039	60	0,051	60	0,068	60	0,090	emulsja
	110	0,016	110	0,025	110	0,032	110	0,039	110	0,051	110	0,068	110	0,090	emulsja
	45	0,014	45	0,023	45	0,028	45	0,034	45	0,045	45	0,062	45	0,073	emulsja
	80	0,014	80	0,023	80	0,028	80	0,034	80	0,045	80	0,062	80	0,073	emulsja
	80	0,025	80	0,037	80	0,051	80	0,068	80	0,090	80	0,113	80	0,135	emulsja
	140	0,025	140	0,037	140	0,051	140	0,068	140	0,090	140	0,113	140	0,135	emulsja
	60	0,016	60	0,025	60	0,032	60	0,039	60	0,051	60	0,068	60	0,090	emulsja
	100	0,016	100	0,025	100	0,032	100	0,039	100	0,051	100	0,068	100	0,090	emulsja
	45	0,014	45	0,023	45	0,028	45	0,034	45	0,045	45	0,062	45	0,073	emulsja
	80	0,014	80	0,023	80	0,028	80	0,034	80	0,045	80	0,062	80	0,073	emulsja
	60	0,016	60	0,025	60	0,032	60	0,039	60	0,051	60	0,068	60	0,090	emulsja
	100	0,016	100	0,025	100	0,032	100	0,039	100	0,051	100	0,068	100	0,090	emulsja
	45	0,014	45	0,023	45	0,028	45	0,034	45	0,045	45	0,062	45	0,073	emulsja
	80	0,014	80	0,023	80	0,028	80	0,034	80	0,045	80	0,062	80	0,073	emulsja
	60	0,016	60	0,025	60	0,032	60	0,039	60	0,051	60	0,068	60	0,090	emulsja
	100	0,016	100	0,025	100	0,032	100	0,039	100	0,051	100	0,068	100	0,090	emulsja
	45	0,014	45	0,023	45	0,028	45	0,034	45	0,045	45	0,062	45	0,073	emulsja
	80	0,014	80	0,023	80	0,028	80	0,034	80	0,045	80	0,062	80	0,073	emulsja
	35	0,014	35	0,023	35	0,028	35	0,034	35	0,045	35	0,062	35	0,073	emulsja
	70	0,014	70	0,023	70	0,028	70	0,034	70	0,045	70	0,062	70	0,073	emulsja
	30	0,014	30	0,023	30	0,028	30	0,034	30	0,045	30	0,062	30	0,073	emulsja
	60	0,014	60	0,023	60	0,028	60	0,034	60	0,045	60	0,062	60	0,073	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	60	0,018	60	0,027	60	0,036	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	50	0,018	50	0,027	50	0,036	50	0,045	50	0,056	50	0,068	50	0,079	emulsja
	35	0,014	35	0,023	35	0,028	35	0,034	35	0,045	35	0,062	35	0,073	emulsja
	70	0,014	70	0,023	70	0,028	70	0,034	70	0,045	70	0,062	70	0,073	emulsja

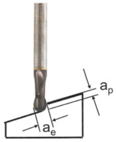
Tabela 8.23 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (bez powłoki, powlekane) - obróbka zgrubna kopiowa

f_z dla a_e = 0,05 x D i a_p = 0,05 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia / powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
			VHM powlekany	100	0,001	100	0,002	100	0,004	100	0,008
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
			VHM powlekany	90	0,001	90	0,002	90	0,004	90	0,008
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,002	40	0,003	40	0,007
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,002	80	0,003	80	0,007
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	VHM bez powłoki	35	0,001	35	0,002	35	0,003	35	0,007
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,002	70	0,003	70	0,007
14.0	Stale specjalne	< 1200	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	VHM bez powłoki	80	0,001	80	0,003	80	0,006	80	0,011
			VHM powlekany	150	0,001	150	0,003	150	0,006	150	0,011
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	VHM bez powłoki	65	0,001	65	0,003	65	0,006	65	0,011
			VHM powlekany	100	0,001	100	0,003	100	0,006	100	0,011
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	VHM bez powłoki	55	0,001	55	0,003	55	0,006	55	0,011
			VHM powlekany	99	0,001	99	0,003	99	0,006	99	0,011
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	60	0,001	60	0,002	60	0,005	60	0,009
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	VHM bez powłoki	230	0,001	230	0,003	230	0,006	230	0,011
			VHM powlekany	400	0,001	400	0,003	400	0,006	400	0,011
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		VHM bez powłoki	180	0,001	180	0,003	180	0,006	180	0,011
			VHM powlekany	350	0,001	350	0,003	350	0,006	350	0,011
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		VHM bez powłoki	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
			VHM powlekany	250	0,001	250	0,003	250	0,006	250	0,011
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	VHM bez powłoki	180	0,001	180	0,003	180	0,006	180	0,011
			VHM powlekany	350	0,001	350	0,003	350	0,006	350	0,011
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	VHM bez powłoki	160	0,001	160	0,003	160	0,006	160	0,011
			VHM powlekany	320	0,001	320	0,003	320	0,006	320	0,011
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	VHM bez powłoki	160	0,001	160	0,003	160	0,006	160	0,011
			VHM powlekany	320	0,001	320	0,003	320	0,006	320	0,011
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	VHM bez powłoki	160	0,001	160	0,003	160	0,006	160	0,011
			VHM powlekany	320	0,001	320	0,003	320	0,006	320	0,011
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	VHM bez powłoki	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
			VHM powlekany	280	0,001	280	0,003	280	0,006	280	0,011
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	VHM bez powłoki	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
			VHM powlekany	280	0,001	280	0,003	280	0,006	280	0,011
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	VHM bez powłoki	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,011
			VHM powlekany	220	0,001	220	0,003	220	0,006	220	0,011
19.0	Grafit		VHM bez powłoki	80	0,001	80	0,003	80	0,006	80	0,011
			VHM powlekany	150	0,001	150	0,003	150	0,006	150	0,011
20.0	Termoplasty		VHM bez powłoki	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
			VHM powlekany	280	0,001	280	0,003	280	0,006	280	0,011
20.1	Duroplasty		VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–

Garant®

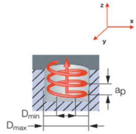




	Średnica [mm]														Środek chłodząco--smarujący
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	60	0,017	60	0,028	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,062	60	0,101	emulsja
	100	0,017	100	0,028	100	0,034	100	0,045	100	0,056	100	0,062	100	0,101	emulsja
	50	0,017	50	0,028	50	0,034	50	0,045	50	0,056	50	0,062	50	0,101	emulsja
	90	0,017	90	0,028	90	0,034	90	0,045	90	0,056	90	0,062	90	0,101	emulsja
	40	0,013	40	0,019	40	0,028	40	0,036	40	0,051	40	0,068	40	0,084	emulsja
	80	0,013	80	0,019	80	0,028	80	0,036	80	0,051	80	0,068	80	0,084	emulsja
	35	0,013	35	0,019	35	0,028	35	0,036	35	0,051	35	0,068	35	0,084	emulsja
	70	0,013	70	0,019	70	0,028	70	0,036	70	0,051	70	0,068	70	0,084	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	50	0,018	50	0,027	50	0,036	50	0,045	50	0,056	50	0,068	50	0,079	emulsja.
	80	0,023	80	0,034	80	0,045	80	0,056	80	0,068	80	0,090	80	0,113	bez
	150	0,023	150	0,034	150	0,045	150	0,056	150	0,068	150	0,090	150	0,113	bez
	70	0,023	70	0,034	70	0,045	70	0,056	70	0,068	70	0,090	70	0,113	bez
	120	0,023	120	0,034	120	0,045	120	0,056	120	0,068	120	0,090	120	0,113	bez
	65	0,023	65	0,034	65	0,045	65	0,056	65	0,068	65	0,090	65	0,113	bez
	100	0,023	100	0,034	100	0,045	100	0,056	100	0,068	100	0,090	100	0,113	bez
	55	0,023	55	0,034	55	0,045	55	0,056	55	0,068	55	0,090	55	0,113	emulsja
	90	0,023	90	0,034	90	0,045	90	0,056	90	0,068	90	0,090	90	0,113	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	60	0,018	60	0,027	60	0,036	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	50	0,018	50	0,027	50	0,036	50	0,045	50	0,056	50	0,068	50	0,079	emulsja
	230	0,023	230	0,034	230	0,045	230	0,056	230	0,079	230	0,101	230	0,135	emulsja
	400	0,023	400	0,034	400	0,045	400	0,056	400	0,079	400	0,101	400	0,135	emulsja
	180	0,023	180	0,034	180	0,045	180	0,056	180	0,079	180	0,101	180	0,135	emulsja
	350	0,023	350	0,034	350	0,045	350	0,056	350	0,079	350	0,101	350	0,135	emulsja
	140	0,023	140	0,034	140	0,045	140	0,056	140	0,079	140	0,101	140	0,135	emulsja
	250	0,023	250	0,034	250	0,045	250	0,056	250	0,079	250	0,101	250	0,135	emulsja
	180	0,023	180	0,034	180	0,045	180	0,056	180	0,079	180	0,101	180	0,135	emulsja
	350	0,023	350	0,034	350	0,045	350	0,056	350	0,079	350	0,101	350	0,135	emulsja
	160	0,023	160	0,034	160	0,045	160	0,056	160	0,079	160	0,101	160	0,135	bez
	320	0,023	320	0,034	320	0,045	320	0,056	320	0,079	320	0,101	320	0,135	bez
	160	0,023	160	0,034	160	0,045	160	0,056	160	0,079	160	0,101	160	0,135	bez
	320	0,023	320	0,034	320	0,045	320	0,056	320	0,079	320	0,101	320	0,135	bez
	160	0,023	160	0,034	160	0,045	160	0,056	160	0,079	160	0,101	160	0,135	bez
	320	0,023	320	0,034	320	0,045	320	0,056	320	0,079	320	0,101	320	0,135	bez
	140	0,023	140	0,034	140	0,045	140	0,056	140	0,079	140	0,101	140	0,135	bez
	280	0,023	280	0,034	280	0,045	280	0,056	280	0,079	280	0,101	280	0,135	bez
	140	0,023	140	0,034	140	0,045	140	0,056	140	0,079	140	0,101	140	0,135	emulsja
	280	0,023	280	0,034	280	0,045	280	0,056	280	0,079	280	0,101	280	0,135	emulsja
	110	0,023	110	0,034	110	0,045	110	0,056	110	0,079	110	0,101	110	0,135	emulsja
	220	0,023	220	0,034	220	0,045	220	0,056	220	0,079	220	0,101	220	0,135	emulsja
	80	0,023	80	0,034	80	0,045	80	0,056	80	0,068	80	0,090	80	0,113	bez
	150	0,023	150	0,034	150	0,045	150	0,056	150	0,068	150	0,090	120	0,113	bez
	140	0,023	140	0,034	140	0,045	140	0,056	140	0,079	140	0,101	140	0,135	na sucho/pow.
	280	0,023	280	0,034	280	0,045	280	0,056	280	0,079	280	0,101	280	0,135	na sucho/pow.
	80	0,023	80	0,034	80	0,045	80	0,056	80	0,079	80	0,101	80	0,135	na sucho/pow.
	150	0,023	150	0,034	150	0,045	150	0,056	150	0,079	150	0,101	150	0,135	na sucho/pow.
	80	0,023	80	0,034	80	0,045	80	0,056	80	0,079	80	0,101	80	0,135	na sucho/pow.
	150	0,023	150	0,034	150	0,045	150	0,056	150	0,079	150	0,101	150	0,135	na sucho/pow.

Tabela 8.24 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (bez powłoki, powlekane) - frezowanie zgrubne posuwem wgłębnym / frezowanie cyrkulacyjne

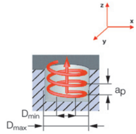
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia / powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	VHM bez powłoki	80	0,001	80	0,001	80	0,002	80	0,005
			VHM powlekany	140	0,001	140	0,001	140	0,002	140	0,005
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500 –850	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,005
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,005
2.0	Stale automatowe	< 850	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,005
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,005
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	VHM bez powłoki	55	0,001	55	0,001	55	0,001	55	0,003
			VHM powlekany	100	0,001	100	0,001	100	0,001	100	0,003
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,005
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,005
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	750 – 850	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,005
			VHM powlekany	110	0,001	110	0,001	110	0,002	110	0,005
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	VHM bez powłoki	55	0,001	55	0,001	55	0,001	55	0,003
			VHM powlekany	100	0,001	100	0,001	100	0,001	100	0,003
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,001	50	0,001	50	0,003
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,001	85	0,001	85	0,003
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,001	40	0,001	40	0,003
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,001	70	0,001	70	0,003
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,005
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,005
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,001	50	0,001	50	0,003
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,001	85	0,001	85	0,003
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,001	40	0,001	40	0,003
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,001	70	0,001	70	0,003
7.0	Stale do azotowania	< 1000	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,001	50	0,003	50	0,001
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,001	85	0,003	85	0,001
7.1	Stale do azotowania	> 1000	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,001	40	0,003	40	0,001
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,001	70	0,003	70	0,001
8.0	Stale narzędziowe	< 850	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,001	50	0,001	50	0,003
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,001	85	0,001	85	0,003
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,001	40	0,001	40	0,003
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,001	70	0,001	70	0,003
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	VHM bez powłoki	30	0,001	30	0,001	30	0,001	30	0,003
			VHM powlekany	60	0,001	60	0,001	60	0,001	60	0,003
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	VHM bez powłoki	30	0,001	30	0,001	30	0,001	30	0,003
			VHM powlekany	60	0,001	60	0,001	60	0,001	60	0,003
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,003
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,001	40	0,001	40	0,003
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,001	70	0,001	70	0,003



	Średnica [mm] 4,0 v_c [m/min]	4,0 f_z [mm/ząb]	6,0 v_c [m/min]	6,0 f_z [mm/ząb]	8,0 v_c [m/min]	8,0 f_z [mm/ząb]	10,0 v_c [m/min]	10,0 f_z [mm/ząb]	12,0 v_c [m/min]	12,0 f_z [mm/ząb]	16,0 v_c [m/min]	16,0 f_z [mm/ząb]	20,0 v_c [m/min]	20,0 f_z [mm/ząb]	Środek chłodząco--smarujący
	80	0,006	80	0,008	80	0,011	80	0,015	80	0,020	80	0,025	80	0,030	emulsja
	140	0,006	140	0,008	140	0,011	140	0,015	140	0,020	140	0,025	140	0,030	emulsja
	70	0,006	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,030	emulsja
	120	0,006	120	0,008	120	0,011	120	0,015	120	0,020	120	0,025	120	0,030	emulsja
	70	0,006	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,030	emulsja
	120	0,006	120	0,008	120	0,011	120	0,015	120	0,020	120	0,025	120	0,030	emulsja
	55	0,004	55	0,006	55	0,007	55	0,009	55	0,011	55	0,015	55	0,020	emulsja
	100	0,004	100	0,006	100	0,007	100	0,009	100	0,011	100	0,015	100	0,020	emulsja
	70	0,006	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,030	emulsja
	120	0,006	120	0,008	120	0,011	120	0,015	120	0,020	120	0,025	120	0,030	emulsja
	60	0,006	60	0,008	60	0,011	60	0,015	60	0,020	60	0,025	60	0,030	emulsja
	110	0,006	110	0,008	110	0,011	110	0,015	110	0,020	110	0,025	110	0,030	emulsja
	55	0,004	55	0,006	55	0,008	55	0,010	55	0,013	55	0,017	55	0,023	emulsja
	100	0,004	100	0,006	100	0,008	100	0,010	100	0,013	100	0,017	100	0,023	emulsja
	50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,017	50	0,023	emulsja
	85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,017	85	0,023	emulsja
	40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	emulsja
	70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	emulsja
	70	0,006	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,020	70	0,025	70	0,030	emulsja
	120	0,006	120	0,008	120	0,011	120	0,015	120	0,020	120	0,025	120	0,030	emulsja
	50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,017	50	0,023	emulsja
	85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,017	85	0,023	emulsja
	40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	emulsja
	70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	emulsja
	50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,017	50	0,023	emulsja
	85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,017	85	0,023	emulsja
	40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	emulsja
	70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	emulsja
	50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,017	50	0,023	emulsja
	85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,017	85	0,023	emulsja
	40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	emulsja
	70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	emulsja
	30	0,003	30	0,005	30	0,007	30	0,008	30	0,011	30	0,015	30	0,018	emulsja
	60	0,003	60	0,005	60	0,007	60	0,008	60	0,011	60	0,015	60	0,018	emulsja
	30	0,003	30	0,005	30	0,007	30	0,008	30	0,011	30	0,015	30	0,018	emulsja
	60	0,003	60	0,005	60	0,007	60	0,008	60	0,011	60	0,015	60	0,018	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,015	50	0,018	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,015	45	0,018	emulsja
	40	0,003	40	0,005	40	0,007	40	0,008	40	0,011	40	0,015	40	0,018	emulsja
	70	0,003	70	0,005	70	0,007	70	0,008	70	0,011	70	0,015	70	0,018	emulsja

Tabela 8.24 GARANT-Frezy trzpieniowe VHM (bez powłoki, powlekane) - frezowanie zgrubne posuwem wgłębnym / frezowanie cyrkulacyjne

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia / powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	VHM bez powłoki	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,003
			VHM powlekany	90	0,001	90	0,001	90	0,002	90	0,003
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,001	85	0,002	85	0,003
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,001	45	0,001	45	0,002
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,001	85	0,001	85	0,002
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	VHM bez powłoki	35	0,001	35	0,001	35	0,001	35	0,002
			VHM powlekany	65	0,001	65	0,001	65	0,001	65	0,002
14.0	Stale specjalne	< 1200	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,004
			VHM powlekany	130	0,001	130	0,001	130	0,002	130	0,004
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,001	60	0,002	60	0,004
			VHM powlekany	100	0,001	100	0,001	100	0,002	100	0,004
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	VHM bez powłoki	55	0,001	55	0,001	55	0,002	55	0,004
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,001	85	0,002	85	0,004
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,004
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,001	80	0,002	80	0,004
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,001	50	0,002	50	0,003
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	45	0,001	45	0,001	45	0,002	45	0,003
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	VHM bez powłoki	200	0,001	200	0,001	200	0,002	200	0,004
			VHM powlekany	350	0,001	350	0,001	350	0,002	350	0,004
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		VHM bez powłoki	150	0,001	150	0,001	150	0,002	150	0,004
			VHM powlekany	300	0,001	300	0,001	300	0,002	300	0,004
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		VHM bez powłoki	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,004
			VHM powlekany	220	0,001	220	0,001	220	0,002	220	0,004
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	VHM bez powłoki	150	0,001	150	0,001	150	0,002	150	0,004
			VHM powlekany	300	0,001	300	0,001	300	0,002	300	0,004
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	VHM bez powłoki	140	0,001	140	0,001	140	0,002	140	0,004
			VHM powlekany	280	0,001	280	0,001	280	0,002	280	0,004
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	VHM bez powłoki	140	0,001	140	0,001	140	0,002	140	0,004
			VHM powlekany	280	0,001	280	0,001	280	0,002	280	0,004
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	VHM bez powłoki	140	0,001	140	0,001	140	0,002	140	0,004
			VHM powlekany	280	0,001	280	0,001	280	0,002	280	0,004
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	VHM bez powłoki	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,004
			VHM powlekany	240	0,001	240	0,001	240	0,002	240	0,004
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	VHM bez powłoki	120	0,001	120	0,001	120	0,002	120	0,004
			VHM powlekany	240	0,001	240	0,001	240	0,002	240	0,004
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	VHM bez powłoki	95	0,001	95	0,001	95	0,002	95	0,004
			VHM powlekany	190	0,001	190	0,001	190	0,002	190	0,004
19.0	Grafit		VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,001	70	0,002	70	0,004
			VHM powlekany	130	0,001	130	0,001	130	0,002	130	0,004
20.0	Termoplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.1	Duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		–	–	–	–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–	–	–	–

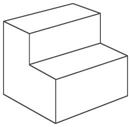


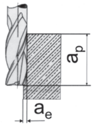
	Średnica [mm]														Środek chłodząco--smarujący
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	55	0,004	55	0,006	55	0,008	55	0,010	55	0,013	55	0,014	55	0,023	emulsja
	90	0,004	90	0,006	90	0,008	90	0,010	90	0,013	90	0,014	90	0,023	emulsja
	45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,014	45	0,023	emulsja
	85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,014	85	0,023	emulsja
	45	0,003	45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,011	45	0,015	45	0,019	emulsja
	85	0,003	85	0,004	85	0,006	85	0,008	85	0,011	85	0,015	85	0,019	emulsja
	35	0,003	35	0,004	35	0,006	35	0,008	35	0,011	35	0,015	35	0,019	emulsja
	65	0,003	65	0,004	65	0,006	65	0,008	65	0,011	65	0,015	65	0,019	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,015	45	0,018	emulsja
	70	0,005	70	0,008	70	0,010	70	0,013	70	0,015	70	0,020	70	0,025	bez
	130	0,005	130	0,008	130	0,010	130	0,013	130	0,015	130	0,020	130	0,025	bez
	60	0,005	60	0,008	60	0,010	60	0,013	60	0,015	60	0,020	60	0,025	bez
	100	0,005	100	0,008	100	0,010	100	0,013	100	0,015	100	0,020	100	0,025	bez
	55	0,005	55	0,008	55	0,010	55	0,013	55	0,015	55	0,020	55	0,025	bez
	85	0,005	85	0,008	85	0,010	85	0,013	85	0,015	85	0,020	85	0,025	bez
	45	0,005	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,015	45	0,020	45	0,025	emulsja
	80	0,005	80	0,008	80	0,010	80	0,013	80	0,015	80	0,020	80	0,025	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	50	0,004	50	0,006	50	0,008	50	0,010	50	0,013	50	0,015	50	0,018	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	45	0,004	45	0,006	45	0,008	45	0,010	45	0,013	45	0,015	45	0,018	emulsja
	200	0,005	200	0,008	200	0,010	200	0,013	200	0,018	200	0,023	200	0,030	emulsja
	350	0,005	350	0,008	350	0,010	350	0,013	350	0,018	350	0,023	350	0,030	emulsja
	150	0,005	150	0,008	150	0,010	150	0,013	150	0,018	150	0,023	150	0,030	emulsja
	300	0,005	300	0,008	300	0,010	300	0,013	300	0,018	300	0,023	300	0,030	emulsja
	120	0,005	120	0,008	120	0,010	120	0,013	120	0,018	120	0,023	120	0,030	emulsja
	220	0,005	220	0,008	220	0,010	220	0,013	220	0,018	220	0,023	220	0,030	emulsja
	150	0,005	150	0,008	150	0,010	150	0,013	150	0,018	150	0,023	150	0,030	emulsja
	300	0,005	300	0,008	300	0,010	300	0,013	300	0,018	300	0,023	300	0,030	emulsja
	140	0,005	140	0,008	140	0,010	140	0,013	140	0,018	140	0,023	140	0,030	bez
	280	0,005	280	0,008	280	0,010	280	0,013	280	0,018	280	0,023	280	0,030	bez
	140	0,005	140	0,008	140	0,010	140	0,013	140	0,018	140	0,023	140	0,030	bez
	280	0,005	280	0,008	280	0,010	280	0,013	280	0,018	280	0,023	280	0,030	bez
	140	0,005	140	0,008	140	0,010	140	0,013	140	0,018	140	0,023	140	0,030	bez
	280	0,005	280	0,008	280	0,010	280	0,013	280	0,018	280	0,023	280	0,030	bez
	120	0,005	120	0,008	120	0,010	120	0,013	120	0,018	120	0,023	120	0,030	bez
	240	0,005	240	0,008	240	0,010	240	0,013	240	0,018	240	0,023	240	0,030	bez
	120	0,005	120	0,008	120	0,010	120	0,013	120	0,018	120	0,023	120	0,030	emulsja
	240	0,005	240	0,008	240	0,010	240	0,013	240	0,018	240	0,023	240	0,030	emulsja
	95	0,005	95	0,008	95	0,010	95	0,013	95	0,018	95	0,023	95	0,030	emulsja
	190	0,005	190	0,008	190	0,010	190	0,013	190	0,018	190	0,023	190	0,030	emulsja
	70	0,005	70	0,008	70	0,010	70	0,013	70	0,015	70	0,020	70	0,025	bez
	130	0,005	130	0,008	130	0,010	130	0,013	130	0,015	130	0,020	130	0,025	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 8.25 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (bez powłoki, powlekane) - obróbka wykańczająca obrysu

f_z dla a_e = 0,1 x D i a_p = 1,5 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia / powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	VHM bez powłoki	100	0,002	100	0,004	100	0,008	100	0,016
			VHM powlekany	190	0,002	190	0,004	190	0,008	190	0,016
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500–850	VHM bez powłoki	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,016
			VHM powlekany	170	0,002	170	0,004	170	0,008	170	0,016
2.0	Stale automatowe	< 850	VHM bez powłoki	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,016
			VHM powlekany	170	0,002	170	0,004	170	0,008	170	0,016
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	VHM bez powłoki	75	0,001	75	0,003	75	0,006	75	0,011
			VHM powlekany	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	VHM bez powłoki	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,016
			VHM powlekany	170	0,002	170	0,004	170	0,008	170	0,016
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	750 – 850	VHM bez powłoki	85	0,002	85	0,004	85	0,008	85	0,016
			VHM powlekany	160	0,002	160	0,004	160	0,008	160	0,016
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	VHM bez powłoki	75	0,001	75	0,003	75	0,006	75	0,011
			VHM powlekany	140	0,001	140	0,003	140	0,006	140	0,011
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM powlekany	95	0,001	95	0,003	95	0,005	95	0,010
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	VHM bez powłoki	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,016
			VHM powlekany	170	0,002	170	0,004	170	0,008	170	0,016
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM powlekany	95	0,001	95	0,003	95	0,005	95	0,010
7.0	Stale do azotowania	< 1000	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
7.1	Stale do azotowania	> 1000	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM powlekany	95	0,001	95	0,003	95	0,005	95	0,010
8.0	Stale narzędziowe	< 850	VHM bez powłoki	70	0,001	70	0,003	70	0,006	70	0,011
			VHM powlekany	120	0,001	120	0,003	120	0,006	120	0,011
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,005	60	0,010
			VHM powlekany	95	0,001	95	0,003	95	0,005	95	0,010
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,003	45	0,005	45	0,010
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,003	85	0,005	85	0,010
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,003	40	0,005	40	0,010
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,003	80	0,005	80	0,010
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	65	0,001	65	0,003	65	0,005	65	0,010
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	30	0,001	30	0,001	30	0,003	30	0,006
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	VHM bez powłoki	30	0,001	30	0,002	30	0,004	30	0,008
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	VHM bez powłoki	20	0,001	20	0,002	20	0,004	20	0,008
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,003	45	0,005	45	0,010
			VHM powlekany	85	0,0013	85	0,0025	85	0,005	85	0,01



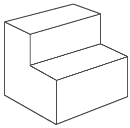


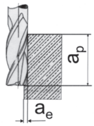
	Średnica [mm]														Środek chłodząco--smarujący
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	100 190	0,032 0,032	100 190	0,054 0,054	100 190	0,063 0,063	100 190	0,072 0,072	100 190	0,080 0,080	100 190	0,089 0,089	100 190	0,107 0,107	emulsja emulsja
	90 170	0,032 0,032	90 170	0,054 0,054	90 170	0,063 0,063	90 170	0,072 0,072	90 170	0,080 0,080	90 170	0,089 0,089	90 170	0,107 0,107	emulsja emulsja
	90 170	0,032 0,032	90 170	0,054 0,054	90 170	0,063 0,063	90 170	0,072 0,072	90 170	0,080 0,080	90 170	0,089 0,089	90 170	0,107 0,107	emulsja emulsja
	75 140	0,023 0,023	75 140	0,036 0,036	75 140	0,045 0,045	75 140	0,054 0,054	75 140	0,063 0,063	75 140	0,080 0,080	75 140	0,100 0,100	emulsja emulsja
	90 170	0,032 0,032	90 170	0,054 0,054	90 170	0,063 0,063	90 170	0,072 0,072	90 170	0,080 0,080	90 170	0,089 0,089	90 170	0,107 0,107	emulsja emulsja
	85 160	0,032 0,032	85 160	0,054 0,054	85 160	0,063 0,063	85 160	0,072 0,072	85 160	0,080 0,080	85 160	0,089 0,089	85 160	0,107 0,107	emulsja emulsja
	75 140	0,023 0,023	75 140	0,036 0,036	75 140	0,045 0,045	75 140	0,054 0,054	75 140	0,063 0,063	75 140	0,080 0,080	75 140	0,100 0,100	emulsja emulsja
	70 120	0,023 0,023	70 120	0,036 0,036	70 120	0,045 0,045	70 120	0,054 0,054	70 120	0,063 0,063	70 120	0,080 0,080	70 120	0,100 0,100	emulsja emulsja
	60 95	0,020 0,020	60 95	0,030 0,030	60 95	0,040 0,040	60 95	0,050 0,050	60 95	0,060 0,060	60 95	0,070 0,070	60 95	0,080 0,080	emulsja emulsja
	90 170	0,032 0,032	90 170	0,054 0,054	90 170	0,063 0,063	90 170	0,072 0,072	90 170	0,080 0,080	90 170	0,089 0,089	90 170	0,107 0,107	emulsja emulsja
	70 120	0,023 0,023	70 120	0,036 0,036	70 120	0,045 0,045	70 120	0,054 0,054	70 120	0,063 0,063	70 120	0,080 0,080	70 120	0,100 0,100	emulsja emulsja
	60 95	0,020 0,020	60 95	0,030 0,030	60 95	0,040 0,040	60 95	0,050 0,050	60 95	0,060 0,060	60 95	0,070 0,070	60 95	0,080 0,080	emulsja emulsja
	70 120	0,023 0,023	70 120	0,036 0,036	70 120	0,045 0,045	70 120	0,054 0,054	70 120	0,063 0,063	70 120	0,080 0,080	70 120	0,100 0,100	emulsja emulsja
	60 95	0,020 0,020	60 95	0,030 0,030	60 95	0,040 0,040	60 95	0,050 0,050	60 95	0,060 0,060	60 95	0,070 0,070	60 95	0,080 0,080	emulsja emulsja
	70 120	0,023 0,023	70 120	0,036 0,036	70 120	0,045 0,045	70 120	0,054 0,054	70 120	0,063 0,063	70 120	0,080 0,080	70 120	0,100 0,100	emulsja emulsja
	60 95	0,020 0,020	60 95	0,030 0,030	60 95	0,040 0,040	60 95	0,050 0,050	60 95	0,060 0,060	60 95	0,070 0,070	60 95	0,080 0,080	emulsja emulsja
	45 85	0,020 0,020	45 85	0,030 0,030	45 85	0,040 0,040	45 85	0,050 0,050	45 85	0,060 0,060	45 85	0,070 0,070	45 85	0,080 0,080	emulsja emulsja
	40 80	0,020 0,020	40 80	0,030 0,030	40 80	0,040 0,040	40 80	0,050 0,050	40 80	0,060 0,060	40 80	0,070 0,070	40 80	0,080 0,080	emulsja emulsja
	– 65	– 0,020	– 65	– 0,030	– 65	– 0,040	– 65	– 0,050	– 65	– 0,060	– 65	– 0,070	– 65	– 0,080	– bez
	– 50	– 0,016	– 50	– 0,023	– 50	– 0,030	– 50	– 0,038	– 50	– 0,045	– 50	– 0,050	– 50	– 0,055	– bez
	– 30	– 0,012	– 30	– 0,018	– 30	– 0,025	– 30	– 0,030	– 30	– 0,038	– 30	– 0,045	– 30	– 0,050	– bez
	30 50	0,006 0,006	30 50	0,025 0,025	30 50	0,032 0,032	30 50	0,030 0,030	30 50	0,054 0,054	30 50	0,070 0,070	30 50	0,105 0,018	emulsja emulsja
	20 50	0,006 0,006	20 50	0,020 0,020	20 50	0,032 0,032	20 50	0,030 0,030	20 50	0,054 0,054	20 50	0,070 0,070	20 50	0,105 0,105	emulsja emulsja
	45 85	0,020 0,020	45 85	0,030 0,030	45 85	0,040 0,040	45 85	0,050 0,050	45 85	0,060 0,060	45 85	0,070 0,070	45 85	0,080 0,080	emulsja emulsja

Tabela 8.25 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (bez powłoki, powlekane) – obróbka wykańczająca obrysu

f_z dla $a_e = 0{,}1 \times D$ i $a_p = 1{,}5 \times D$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia / powłoka	Średnica [mm] 0,25		0,5		1,0		2,0	
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM powlekany	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,011
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM powlekany	110	0,001	110	0,003	110	0,006	110	0,011
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,003	50	0,005	50	0,010
			VHM powlekany	90	0,001	90	0,003	90	0,005	90	0,010
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	VHM bez powłoki	35	0,001	35	0,003	35	0,005	35	0,010
			VHM powlekany	75	0,001	75	0,003	75	0,005	75	0,010
14.0	Stale specjalne	< 1200	VHM bez powłoki	20	0,001	20	0,002	20	0,004	20	0,008
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,002	50	0,004	50	0,008
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	VHM bez powłoki	90	0,002	90	0,003	90	0,007	90	0,014
			VHM powlekany	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,014
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	VHM bez powłoki	80	0,002	80	0,003	80	0,007	80	0,014
			VHM powlekany	120	0,002	120	0,003	120	0,007	120	0,014
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	VHM bez powłoki	70	0,002	70	0,003	70	0,007	70	0,014
			VHM powlekany	100	0,002	100	0,003	100	0,007	100	0,014
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	VHM bez powłoki	60	0,002	60	0,003	60	0,007	60	0,014
			VHM powlekany	90	0,002	90	0,003	90	0,007	90	0,014
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	VHM bez powłoki	30	0,001	30	0,002	30	0,004	30	0,008
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,002	70	0,004	70	0,008
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	VHM bez powłoki	25	0,001	25	0,002	25	0,004	25	0,008
			VHM powlekany	60	0,001	60	0,002	60	0,004	60	0,008
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	VHM bez powłoki	400	0,002	400	0,003	400	0,006	400	0,012
			VHM powlekany	800	0,002	800	0,003	800	0,006	800	0,012
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		VHM bez powłoki	300	0,002	300	0,003	300	0,006	300	0,012
			VHM powlekany	600	0,002	600	0,003	600	0,006	600	0,012
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		VHM bez powłoki	250	0,002	250	0,003	250	0,006	250	0,012
			VHM powlekany	400	0,002	400	0,003	400	0,006	400	0,012
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	VHM bez powłoki	200	0,002	200	0,003	200	0,006	200	0,012
			VHM powlekany	350	0,002	350	0,003	350	0,006	350	0,012
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	VHM bez powłoki	180	0,002	180	0,003	180	0,006	180	0,012
			VHM powlekany	320	0,002	320	0,003	320	0,006	320	0,012
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	VHM bez powłoki	180	0,002	180	0,003	180	0,006	180	0,012
			VHM powlekany	320	0,002	320	0,003	320	0,006	320	0,012
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	VHM bez powłoki	180	0,002	180	0,003	180	0,006	180	0,012
			VHM powlekany	320	0,002	320	0,003	320	0,006	320	0,012
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	VHM bez powłoki	150	0,002	150	0,003	150	0,006	150	0,012
			VHM powlekany	280	0,002	280	0,003	280	0,006	280	0,012
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	VHM bez powłoki	150	0,002	150	0,003	150	0,006	150	0,012
			VHM powlekany	280	0,002	280	0,003	280	0,006	280	0,012
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	VHM bez powłoki	120	0,002	120	0,003	120	0,006	120	0,012
			VHM powlekany	220	0,002	220	0,003	220	0,006	220	0,012
19.0	Grafit		VHM bez powłoki	90	0,002	90	0,003	90	0,007	90	0,014
			VHM powlekany	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,014
20.0	Termoplasty		VHM bez powłoki	150	0,002	150	0,003	150	0,006	150	0,012
			VHM powlekany	280	0,002	280	0,003	280	0,006	280	0,012
20.1	Duroplasty		VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		VHM bez powłoki	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	–	–	–	–	–	–	–	–





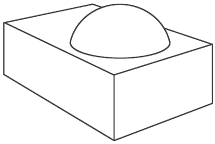
	Średnica [mm]														Środek chłodząco--smarujący
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	60	0,023	60	0,036	60	0,045	60	0,054	60	0,063	60	0,085	60	0,115	emulsja
	110	0,023	110	0,036	110	0,045	110	0,054	110	0,063	110	0,085	110	0,115	emulsja
	60	0,023	60	0,036	60	0,045	60	0,054	60	0,063	60	0,085	60	0,115	emulsja
	110	0,023	110	0,036	110	0,045	110	0,054	110	0,063	110	0,085	110	0,115	emulsja
	50	0,020	50	0,030	50	0,040	50	0,050	50	0,060	50	0,085	50	0,100	emulsja
	90	0,020	90	0,030	90	0,040	90	0,050	90	0,060	90	0,085	90	0,100	emulsja
	35	0,020	35	0,030	35	0,040	35	0,050	35	0,060	35	0,085	35	0,100	emulsja
	75	0,020	75	0,030	75	0,040	75	0,050	75	0,060	75	0,085	75	0,100	emulsja
	20	0,006	20	0,020	20	0,032	20	0,030	20	0,054	20	0,070	20	0,105	emulsja
	50	0,006	50	0,020	50	0,032	50	0,030	50	0,054	50	0,070	50	0,105	emulsja
	90	0,020	90	0,027	90	0,054	90	0,072	90	0,089	90	0,107	90	0,125	bez
	150	0,020	150	0,027	150	0,054	150	0,072	150	0,089	150	0,107	150	0,125	bez
	80	0,020	80	0,027	80	0,054	80	0,072	80	0,089	80	0,107	80	0,125	bez
	120	0,020	120	0,027	120	0,054	120	0,072	120	0,089	120	0,107	120	0,125	bez
	70	0,020	70	0,027	70	0,054	70	0,072	70	0,089	70	0,107	70	0,125	bez
	100	0,020	100	0,027	100	0,054	100	0,072	100	0,089	100	0,107	100	0,125	bez
	60	0,020	60	0,027	60	0,054	60	0,072	60	0,089	60	0,107	60	0,125	emulsja
	90	0,020	90	0,027	90	0,054	90	0,072	90	0,089	90	0,107	90	0,125	emulsja
	30	0,006	30	0,020	30	0,032	30	0,030	30	0,054	30	0,070	30	0,105	emulsja
	70	0,006	70	0,020	70	0,032	70	0,030	70	0,054	70	0,070	70	0,105	emulsja
	25	0,006	25	0,020	25	0,032	25	0,030	25	0,054	25	0,070	25	0,105	emulsja
	60	0,006	60	0,020	60	0,032	60	0,030	60	0,054	60	0,070	60	0,105	emulsja
	400	0,024	400	0,031	400	0,047	400	0,063	400	0,079	400	0,101	400	0,126	emulsja
	800	0,024	800	0,031	800	0,047	800	0,063	800	0,079	800	0,101	800	0,126	emulsja
	300	0,024	300	0,031	300	0,047	300	0,063	300	0,079	300	0,101	300	0,126	emulsja
	600	0,024	600	0,031	600	0,047	600	0,063	600	0,079	600	0,101	600	0,126	emulsja
	250	0,024	250	0,031	250	0,047	250	0,063	250	0,079	250	0,101	250	0,126	emulsja
	400	0,024	400	0,031	400	0,047	400	0,063	400	0,079	400	0,101	400	0,126	emulsja
	200	0,024	200	0,031	200	0,047	200	0,063	200	0,079	200	0,101	200	0,126	emulsja
	350	0,024	350	0,031	350	0,047	350	0,063	350	0,079	350	0,101	350	0,126	emulsja
	180	0,024	180	0,031	180	0,047	180	0,063	180	0,079	180	0,101	180	0,126	bez
	320	0,024	320	0,031	320	0,047	320	0,063	320	0,079	320	0,101	320	0,126	bez
	180	0,024	180	0,031	180	0,047	180	0,063	180	0,079	180	0,101	180	0,126	bez
	320	0,024	320	0,031	320	0,047	320	0,063	320	0,079	320	0,101	320	0,126	bez
	180	0,024	180	0,031	180	0,047	180	0,063	180	0,079	180	0,101	180	0,126	bez
	320	0,024	320	0,031	320	0,047	320	0,063	320	0,079	320	0,101	320	0,126	bez
	150	0,024	150	0,031	150	0,047	150	0,063	150	0,079	150	0,101	150	0,126	bez
	280	0,024	280	0,031	280	0,047	280	0,063	280	0,079	280	0,101	280	0,126	bez
	150	0,024	150	0,031	150	0,047	150	0,063	150	0,079	150	0,101	150	0,126	emulsja
	280	0,024	280	0,031	280	0,047	280	0,063	280	0,079	280	0,101	280	0,126	emulsja
	120	0,024	120	0,031	120	0,047	120	0,063	120	0,079	120	0,101	120	0,126	emulsja
	220	0,024	220	0,031	220	0,047	220	0,063	220	0,079	220	0,101	220	0,126	emulsja
	90	0,020	90	0,027	90	0,054	90	0,072	90	0,089	90	0,107	90	0,125	bez
	150	0,020	150	0,027	150	0,054	150	0,072	150	0,089	130	0,107	150	0,125	bez
	150	0,024	150	0,031	150	0,047	150	0,063	150	0,079	150	0,101	150	0,126	na sucho/pow.
	280	0,024	280	0,031	280	0,047	280	0,063	280	0,079	280	0,101	280	0,126	na sucho/pow.
	80	0,024	80	0,031	80	0,047	80	0,063	80	0,079	80	0,101	80	0,126	na sucho/pow.
	150	0,024	150	0,031	150	0,047	150	0,063	150	0,079	150	0,101	150	0,126	na sucho/pow.
	80	0,024	80	0,031	80	0,047	80	0,063	80	0,079	80	0,101	80	0,126	na sucho/pow.
	150	0,024	150	0,031	150	0,047	150	0,063	150	0,079	150	0,101	150	0,126	na sucho/pow.

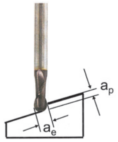
Tabela 8.26 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (bez powłoki, powlekane) - obróbka wykańczająca kopiowa

(parametry skrawania dla obróbki HSC są podane w odpowiednich tabelach)

f_z dla a_e = 0,03 x D i a_p = 0,03 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia / powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	VHM bez powłoki	100	0,002	100	0,004	100	0,009	100	0,018
			VHM powlekany	190	0,002	190	0,004	190	0,009	190	0,018
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500–850	VHM bez powłoki	90	0,002	90	0,004	90	0,009	90	0,018
			VHM powlekany	170	0,002	170	0,004	170	0,009	170	0,018
2.0	Stale automatowe	< 850	VHM bez powłoki	90	0,002	90	0,004	90	0,009	90	0,018
			VHM powlekany	170	0,002	170	0,004	170	0,009	170	0,018
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	VHM bez powłoki	75	0,002	75	0,003	75	0,006	75	0,013
			VHM powlekany	140	0,002	140	0,003	140	0,006	140	0,013
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	VHM bez powłoki	90	0,002	90	0,004	90	0,009	90	0,018
			VHM powlekany	170	0,002	170	0,004	170	0,009	170	0,018
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	750 – 850	VHM bez powłoki	85	0,002	85	0,004	85	0,009	85	0,018
			VHM powlekany	160	0,002	160	0,004	160	0,009	160	0,018
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	VHM bez powłoki	75	0,002	75	0,003	75	0,006	75	0,013
			VHM powlekany	140	0,002	140	0,003	140	0,006	140	0,013
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	VHM bez powłoki	70	0,002	70	0,003	70	0,006	70	0,013
			VHM powlekany	120	0,002	120	0,003	120	0,006	120	0,013
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM powlekany	95	0,001	95	0,003	95	0,006	95	0,011
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	VHM bez powłoki	90	0,002	90	0,004	90	0,009	90	0,018
			VHM powlekany	170	0,002	170	0,004	170	0,009	170	0,018
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	VHM bez powłoki	70	0,002	70	0,003	70	0,006	70	0,013
			VHM powlekany	120	0,002	120	0,003	120	0,006	120	0,013
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM powlekany	95	0,001	95	0,003	95	0,006	95	0,011
7.0	Stale do azotowania	< 1000	VHM bez powłoki	70	0,002	70	0,003	70	0,006	70	0,013
			VHM powlekany	120	0,002	120	0,003	120	0,006	120	0,013
7.1	Stale do azotowania	> 1000	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM powlekany	95	0,001	95	0,003	95	0,006	95	0,011
8.0	Stale narzędziowe	< 850	VHM bez powłoki	70	0,002	70	0,003	70	0,006	70	0,013
			VHM powlekany	120	0,002	120	0,003	120	0,006	120	0,013
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	VHM bez powłoki	60	0,001	60	0,003	60	0,006	60	0,011
			VHM powlekany	95	0,001	95	0,003	95	0,006	95	0,011
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	VHM bez powłoki	45	0,001	45	0,003	45	0,006	45	0,011
			VHM powlekany	85	0,001	85	0,003	85	0,006	85	0,011
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	VHM bez powłoki	40	0,001	40	0,003	40	0,006	40	0,011
			VHM powlekany	80	0,001	80	0,003	80	0,006	80	0,011
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	VHM bez powłoki	25	0,001	25	0,003	25	0,006	25	0,011
			VHM powlekany	65	0,001	65	0,003	65	0,006	65	0,011
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			VHM powlekany	30	0,001	30	0,001	30	0,003	30	0,007
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	VHM bez powłoki	30	0,001	30	0,002	30	0,005	30	0,009
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	VHM bez powłoki	20	0,001	20	0,002	20	0,005	20	0,009
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	VHM bez powłoki	45	0,0015	45	0,0028	45	0,0056	45	0,0113
			VHM powlekany	85	0,0015	85	0,0028	85	0,0056	85	0,0113





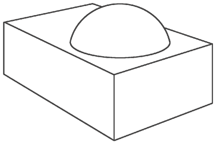
	Średnica [mm]														
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		Środek chłodząco- -smarujący
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	100	0,035	100	0,061	100	0,071	100	0,081	100	0,090	100	0,100	100	0,120	emulsja
	190	0,035	190	0,061	190	0,071	190	0,081	190	0,090	190	0,100	190	0,120	emulsja
	90	0,035	90	0,061	90	0,071	90	0,081	90	0,090	90	0,100	90	0,120	emulsja
	170	0,035	170	0,061	170	0,071	170	0,081	170	0,090	170	0,100	170	0,120	emulsja
	90	0,035	90	0,061	90	0,071	90	0,081	90	0,090	90	0,100	90	0,120	emulsja
	170	0,035	170	0,061	170	0,071	170	0,081	170	0,090	170	0,100	170	0,120	emulsja
	75	0,025	75	0,041	75	0,051	75	0,061	75	0,071	75	0,090	75	0,113	emulsja
	140	0,025	140	0,041	140	0,051	140	0,061	140	0,071	140	0,090	140	0,113	emulsja
	90	0,035	90	0,061	90	0,071	90	0,081	90	0,090	90	0,100	90	0,120	emulsja
	170	0,035	170	0,061	170	0,071	170	0,081	170	0,090	170	0,100	170	0,120	emulsja
	85	0,035	85	0,061	85	0,071	85	0,081	85	0,090	85	0,100	85	0,120	emulsja
	160	0,035	160	0,061	160	0,071	160	0,081	160	0,090	160	0,100	160	0,120	emulsja
	75	0,025	75	0,041	75	0,051	75	0,061	75	0,071	75	0,090	75	0,113	emulsja
	140	0,025	140	0,041	140	0,051	140	0,061	140	0,071	140	0,090	140	0,113	emulsja
	70	0,025	70	0,041	70	0,051	70	0,061	70	0,071	70	0,090	70	0,113	emulsja
	120	0,025	120	0,041	120	0,051	120	0,061	120	0,071	120	0,090	120	0,113	emulsja
	60	0,023	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	60	0,090	emulsja
	95	0,023	95	0,034	95	0,045	95	0,056	95	0,068	95	0,079	95	0,090	emulsja
	90	0,035	90	0,061	90	0,071	90	0,081	90	0,090	90	0,100	90	0,120	emulsja
	170	0,035	170	0,061	170	0,071	170	0,081	170	0,090	170	0,100	170	0,120	emulsja
	70	0,025	70	0,041	70	0,051	70	0,061	70	0,071	70	0,090	70	0,113	emulsja
	120	0,025	120	0,041	120	0,051	120	0,061	120	0,071	120	0,090	120	0,113	emulsja
	60	0,023	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	60	0,090	emulsja
	95	0,023	95	0,034	95	0,045	95	0,056	95	0,068	95	0,079	95	0,090	emulsja
	70	0,025	70	0,041	70	0,051	70	0,061	70	0,071	70	0,090	70	0,113	emulsja
	120	0,025	120	0,041	120	0,051	120	0,061	120	0,071	120	0,090	120	0,113	emulsja
	60	0,023	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	60	0,090	emulsja
	95	0,023	95	0,034	95	0,045	95	0,056	95	0,068	95	0,079	95	0,090	emulsja
	70	0,025	70	0,041	70	0,051	70	0,061	70	0,071	70	0,090	70	0,113	emulsja
	120	0,025	120	0,041	120	0,051	120	0,061	120	0,071	120	0,090	120	0,113	emulsja
	60	0,023	60	0,034	60	0,045	60	0,056	60	0,068	60	0,079	60	0,090	emulsja
	95	0,023	95	0,034	95	0,045	95	0,056	95	0,068	95	0,079	95	0,090	emulsja
	45	0,023	45	0,034	45	0,045	45	0,056	45	0,068	45	0,079	45	0,090	emulsja
	85	0,023	85	0,034	85	0,045	85	0,056	85	0,068	85	0,079	85	0,090	emulsja
	40	0,023	40	0,034	40	0,045	40	0,056	40	0,068	40	0,079	40	0,090	emulsja
	80	0,023	80	0,034	80	0,045	80	0,056	80	0,068	80	0,079	80	0,090	emulsja
	25	0,023	25	0,034	25	0,045	25	0,056	25	0,068	25	0,079	25	0,090	bez
	65	0,023	65	0,034	65	0,045	65	0,056	65	0,068	65	0,079	65	0,090	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	50	0,018	50	0,026	50	0,034	50	0,043	50	0,051	50	0,056	50	0,062	bez
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	30	0,014	30	0,020	30	0,028	30	0,034	30	0,043	30	0,051	30	0,056	bez
	30	0,007	30	0,028	30	0,036	30	0,034	30	0,061	30	0,079	30	0,118	emulsja
	50	0,007	50	0,028	50	0,036	50	0,034	50	0,061	50	0,079	50	0,118	emulsja
	20	0,007	20	0,023	20	0,036	20	0,034	20	0,061	20	0,079	20	0,118	emulsja
	50	0,007	50	0,023	50	0,036	50	0,034	50	0,061	50	0,079	50	0,118	emulsja
	45	0,0225	45	0,0338	45	0,045	45	0,0563	45	0,0675	45	0,0788	45	0,0900	emulsja
	85	0,0225	85	0,0338	85	0,045	85	0,0563	85	0,0675	85	0,0788	85	0,0900	emulsja

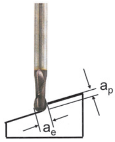
Tabela 8.26 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (bez powłoki, powlekane) - obróbka wykańczająca kopiowa

(parametry skrawania dla obróbki HSC są podane w odpowiednich tabelach)

f_z dla a_e = 0,03 x D i a_p = 0,03 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia / powłoka	Średnica [mm] 0,25 v_c [m/min]	0,25 f_z [mm/ząb]	0,5 v_c [m/min]	0,5 f_z [mm/ząb]	1,0 v_c [m/min]	1,0 f_z [mm/ząb]	2,0 v_c [m/min]	2,0 f_z [mm/ząb]
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	VHM bez powłoki	60	0,002	60	0,003	60	0,006	60	0,013
			VHM powlekany	110	0,002	110	0,003	110	0,006	110	0,013
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	VHM bez powłoki	60	0,002	60	0,003	60	0,006	60	0,013
			VHM powlekany	110	0,002	110	0,003	110	0,006	110	0,013
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	VHM bez powłoki	50	0,001	50	0,003	50	0,006	50	0,011
			VHM powlekany	90	0,001	90	0,003	90	0,006	90	0,011
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	VHM bez powłoki	35	0,001	35	0,003	35	0,006	35	0,011
			VHM powlekany	75	0,001	75	0,003	75	0,006	75	0,011
14.0	Stale specjalne	< 1200	VHM bez powłoki	20	0,001	20	0,002	20	0,005	20	0,009
			VHM powlekany	50	0,001	50	0,002	50	0,005	50	0,009
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	VHM bez powłoki	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,015
			VHM powlekany	150	0,002	150	0,004	150	0,008	150	0,015
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	VHM bez powłoki	80	0,002	80	0,004	80	0,008	80	0,015
			VHM powlekany	120	0,002	120	0,004	120	0,008	120	0,015
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	VHM bez powłoki	70	0,002	70	0,004	70	0,008	70	0,015
			VHM powlekany	100	0,002	100	0,004	100	0,008	100	0,015
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	VHM bez powłoki	60	0,002	60	0,004	60	0,008	60	0,015
			VHM powlekany	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,015
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	VHM bez powłoki	30	0,001	30	0,002	30	0,005	30	0,009
			VHM powlekany	70	0,001	70	0,002	70	0,005	70	0,009
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	VHM bez powłoki	25	0,001	25	0,002	25	0,005	25	0,009
			VHM powlekany	60	0,001	60	0,002	60	0,005	60	0,009
17.0	Aluminium dające długi wiór; stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	VHM bez powłoki	400	0,002	400	0,003	400	0,007	400	0,013
			VHM powlekany	800	0,002	800	0,003	800	0,007	800	0,013
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		VHM bez powłoki	300	0,002	300	0,003	300	0,007	300	0,013
			VHM powlekany	600	0,002	600	0,003	600	0,007	600	0,013
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		VHM bez powłoki	250	0,002	250	0,003	250	0,007	250	0,013
			VHM powlekany	400	0,002	400	0,003	400	0,007	400	0,013
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	VHM bez powłoki	200	0,002	200	0,003	200	0,007	200	0,013
			VHM powlekany	350	0,002	350	0,003	350	0,007	350	0,013
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	VHM bez powłoki	180	0,002	180	0,003	180	0,007	180	0,013
			VHM powlekany	320	0,002	320	0,003	320	0,007	320	0,013
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	VHM bez powłoki	180	0,002	180	0,003	180	0,007	180	0,013
			VHM powlekany	320	0,002	320	0,003	320	0,007	320	0,013
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	VHM bez powłoki	180	0,002	180	0,003	180	0,007	180	0,013
			VHM powlekany	320	0,002	320	0,003	320	0,007	320	0,013
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	VHM bez powłoki	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,013
			VHM powlekany	280	0,002	280	0,003	280	0,007	280	0,013
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	VHM bez powłoki	150	0,002	150	0,003	150	0,007	150	0,013
			VHM powlekany	280	0,002	280	0,003	280	0,007	280	0,013
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	VHM bez powłoki	120	0,002	120	0,003	120	0,007	120	0,013
			VHM powlekany	220	0,002	220	0,003	220	0,007	220	0,013
19.0	Grafit		VHM bez powłoki	90	0,002	90	0,004	90	0,008	90	0,015
			VHM powlekany	150	0,002	150	0,004	150	0,008	150	0,015
20.0	Termoplasty		VHM bez powłoki	100	0,003	100	0,007	100	0,014	100	0,028
			VHM powlekany	150	0,003	150	0,007	150	0,014	150	0,028
20.1	Duroplasty		VHM bez powłoki	90	0,003	90	0,007	90	0,014	90	0,028
			VHM powlekany	140	0,003	140	0,007	140	0,014	140	0,028
20.2	GFK i CFK		VHM bez powłoki	75	0,002	75	0,004	75	0,008	75	0,016
			VHM powlekany	120	0,002	120	0,004	120	0,008	120	0,016

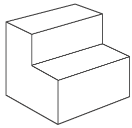


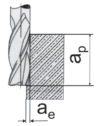


	Średnica [mm]														Środek chłodząco--smarujący
	4,0		6,0		8,0		10,0		12,0		16,0		20,0		
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	
	60	0,025	60	0,041	60	0,051	60	0,061	60	0,071	60	0,096	60	0,129	emulsja
	110	0,025	110	0,041	110	0,051	110	0,061	110	0,071	110	0,096	110	0,129	emulsja
	60	0,025	60	0,041	60	0,051	60	0,061	60	0,071	60	0,096	60	0,129	emulsja
	110	0,025	110	0,041	110	0,051	110	0,061	110	0,071	110	0,096	110	0,129	emulsja
	50	0,023	50	0,034	50	0,045	50	0,056	50	0,068	50	0,096	50	0,113	emulsja
	90	0,023	90	0,034	90	0,045	90	0,056	90	0,068	90	0,096	90	0,113	emulsja
	35	0,023	35	0,034	35	0,045	35	0,056	35	0,068	35	0,096	35	0,113	emulsja
	75	0,023	75	0,034	75	0,045	75	0,056	75	0,068	75	0,096	75	0,113	emulsja
	20	0,007	20	0,023	20	0,036	20	0,034	20	0,061	20	0,079	20	0,118	emulsja
	50	0,007	50	0,023	50	0,036	50	0,034	50	0,061	50	0,079	50	0,118	emulsja
	90	0,023	90	0,030	90	0,061	90	0,081	90	0,100	90	0,120	90	0,141	bez
	150	0,023	150	0,030	150	0,061	150	0,081	150	0,100	150	0,120	150	0,141	bez
	80	0,023	80	0,030	80	0,061	80	0,081	80	0,100	80	0,120	80	0,141	bez
	120	0,023	120	0,030	120	0,061	120	0,081	120	0,100	120	0,120	120	0,141	bez
	70	0,023	70	0,030	70	0,061	70	0,081	70	0,100	70	0,120	70	0,141	bez
	100	0,023	100	0,030	100	0,061	100	0,081	100	0,100	100	0,120	100	0,141	bez
	60	0,023	60	0,030	60	0,061	60	0,081	60	0,100	60	0,120	60	0,141	emulsja
	90	0,023	90	0,030	90	0,061	90	0,081	90	0,100	90	0,120	90	0,141	emulsja
	30	0,007	30	0,023	30	0,036	30	0,034	30	0,061	30	0,079	30	0,118	emulsja
	70	0,007	70	0,023	70	0,036	70	0,034	70	0,061	70	0,079	70	0,118	emulsja
	25	0,007	25	0,023	25	0,036	25	0,034	25	0,061	25	0,079	25	0,118	emulsja
	60	0,007	60	0,023	60	0,036	60	0,034	60	0,061	60	0,079	60	0,118	emulsja
	400	0,026	400	0,035	400	0,053	400	0,071	400	0,089	400	0,114	400	0,142	emulsja
	800	0,026	800	0,035	800	0,053	800	0,071	800	0,089	800	0,114	800	0,142	emulsja
	300	0,026	300	0,035	300	0,053	300	0,071	300	0,089	300	0,114	300	0,142	emulsja
	6400	0,026	600	0,035	600	0,053	600	0,071	600	0,089	600	0,114	600	0,142	emulsja
	250	0,026	250	0,035	250	0,053	250	0,071	250	0,089	250	0,114	250	0,142	emulsja
	400	0,026	400	0,035	400	0,053	400	0,071	400	0,089	400	0,114	400	0,142	emulsja
	200	0,026	200	0,035	200	0,053	200	0,071	200	0,089	200	0,114	200	0,142	emulsja
	350	0,026	350	0,035	350	0,053	350	0,071	350	0,089	350	0,114	350	0,142	emulsja
	180	0,026	180	0,035	180	0,053	180	0,071	180	0,089	180	0,114	180	0,142	bez
	320	0,026	320	0,035	320	0,053	320	0,071	320	0,089	320	0,114	320	0,142	bez
	180	0,026	180	0,035	180	0,053	180	0,071	180	0,089	180	0,114	180	0,142	bez
	320	0,026	320	0,035	320	0,053	320	0,071	320	0,089	320	0,114	320	0,142	bez
	180	0,026	180	0,035	180	0,053	180	0,071	180	0,089	180	0,114	180	0,142	bez
	320	0,026	320	0,035	320	0,053	320	0,071	320	0,089	320	0,114	320	0,142	bez
	150	0,026	150	0,035	150	0,053	150	0,071	150	0,089	150	0,114	150	0,142	bez
	280	0,026	280	0,035	280	0,053	280	0,071	280	0,089	280	0,114	280	0,142	bez
	150	0,026	150	0,035	150	0,053	150	0,071	150	0,089	150	0,114	150	0,142	emulsja
	280	0,026	280	0,035	280	0,053	280	0,071	280	0,089	280	0,114	280	0,142	emulsja
	120	0,026	120	0,035	120	0,053	120	0,071	120	0,089	120	0,114	120	0,142	emulsja
	220	0,026	220	0,035	220	0,053	220	0,071	220	0,089	220	0,114	220	0,142	emulsja
	90	0,023	90	0,030	90	0,061	90	0,081	90	0,100	90	0,120	90	0,141	bez
	150	0,023	150	0,030	150	0,061	150	0,081	150	0,100	130	0,120	150	0,141	bez
	100	0,040	100	0,060	100	0,080	100	0,120	100	0,200	100	0,250	100	0,300	bez
	150	0,040	150	0,060	150	0,080	150	0,120	150	0,200	150	0,250	150	0,300	bez
	90	0,040	90	0,060	90	0,080	90	0,120	90	0,200	90	0,250	90	0,300	bez
	140	0,040	140	0,060	140	0,080	140	0,120	140	0,200	140	0,250	140	0,300	bez
	75	0,035	75	0,055	75	0,070	75	0,095	75	0,115	75	0,140	75	0,155	bez
	120	0,035	120	0,055	120	0,070	120	0,095	120	0,115	120	0,140	120	0,155	bez

Tabela 8.27 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (powlekane) - obróbka wykańczająca HSC obrysu

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	vc [m/min]			Średnica [mm] 4,0			Średnica [mm] 6,0		
						a_p maks.	a_e maks.	f_z	a_p maks.	a_e maks.	f_z
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm]	[mm]	[mm/ząb]	[mm]	[mm]	[mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500		–		–	–	–	–	–	–
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850		–		–	–	–	–	–	–
2.0	Stale automatowe	< 850		–		–	–	–	–	–	–
2.1	Stale automatowe	850 – 1000		–		–	–	–	–	–	–
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700		–		–	–	–	–	–	–
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850		–		–	–	–	–	–	–
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	300	–	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	300	–	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	280	–	340	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750		–		–	–	–	–	–	–
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	300	–	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	280	–	340	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
7.0	Stale do azotowania	< 1000	300	–	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
7.1	Stale do azotowania	> 1000	280	–	340	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
8.0	Stale narzędziowe	< 850	300	–	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	280	–	340	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	210	–	270	2,0	0,10	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	210	–	270	2,0	0,10	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	160	–	240	2,0	0,10	0,056 – 0,081	3,0	0,17	0,066 – 0,094
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	90	–	140	2,0	0,07	0,056 – 0,081	3,0	0,12	0,066 – 0,094
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	75	–	120	2,0	0,07	0,056 – 0,081	3,0	0,12	0,066 – 0,094
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–		–	–	–	–	–	–
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–		–	–	–	–	–	–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500		–		–	–	–	–	–	–
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700		–		–	–	–	–	–	–
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		–		–	–	–	–	–	–
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		–		–	–	–	–	–	–
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		–		–	–	–	–	–	–
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–		–	–	–	–	–	–
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB		–		–	–	–	–	–	–
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB		–		–	–	–	–	–	–
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	300	–	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	300	–	360	2,0	0,12	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	210	–	270	2,0	0,10	0,056 – 0,081	3,0	0,15	0,066 – 0,094
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	90	–	140	2,0	0,07	0,056 – 0,081	3,0	0,12	0,066 – 0,094
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350		–		–	–	–	–	–	–
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			–		–	–	–	–	–	–
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			–		–	–	–	–	–	–
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–		–	–	–	–	–	–
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–		–	–	–	–	–	–
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–		–	–	–	–	–	–
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–		–	–	–	–	–	–
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–		–	–	–	–	–	–
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–		–	–	–	–	–	–
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	90	–	140	2,0	0,07	0,056 – 0,081	3,0	0,12	0,066 – 0,094
19.0	Grafit			–		–	–	–	–	–	–
20.0	Termoplasty			–		–	–	–	–	–	–
20.1	Duroplasty			–		–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK			–		–	–	–	–	–	–

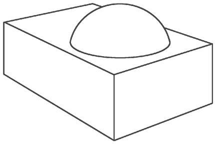


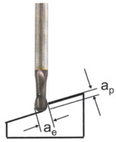


	Średnica [mm]														
	8,0			10,0			12,0			16,0			20,0		
	a_p maks. [mm]	a_e maks. [mm]	f_z [mm/ząb]	a_p maks. [mm]	a_e maks. [mm]	f_z [mm/ząb]	a_p maks. [mm]	a_e maks. [mm]	f_z [mm/ząb]	a_p maks. [mm]	a_e maks. [mm]	f_z [mm/ząb]	a_p maks. [mm]	a_e maks. [mm]	f_z [mm/ząb]
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	4,5	0,150	0,080 – 0,115	6,0	0,200	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,35	0,128 – 0,184
	4,5	0,15	0,080 – 0,115	6,0	0,200	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,35	0,128 – 0,184
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,40	0,128 – 0,184
	4,5	0,20	0,080 – 0,115	6,0	0,250	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,35	0,128 – 0,184
	4,5	0,15	0,080 – 0,115	6,0	0,200	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,35	0,128 – 0,184
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	4,5	0,15	0,080 – 0,115	6,0	0,200	0,092 – 0,132	7,5	0,25	0,100 – 0,144	9,0	0,30	0,112 – 0,161	12,0	0,35	0,066 – 0,184
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 8.28 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (powlekane) - obróbka kopiowa wykańczająca HSC

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Średnica [mm]											
			v_c [m/min]		0,25				0,50					
					a_p maks.	a_e maks.	f_z		a_p maks.	a_e maks.	f_z			
		[N/mm²]	min.	maks.	[mm]	[mm]	[mm/ząb]		[mm]	[mm]	[mm/ząb]			
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	550	600	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	–	–	–	–	–		–	–	–			
2.0	Stale automatowe	< 850	550	600	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	360	420	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	360	420	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	360	430	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	300	350	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	300	350	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	250	310	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	360	420	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	300	350	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	250	310	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
7.0	Stale do azotowania	< 1000	300	350	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
7.1	Stale do azotowania	> 1000	250	310	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
8.0	Stale narzędziowe	< 850	360	420	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	250	310	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	160	240	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	160	240	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	120	180	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	110	170	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	90	160	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	160	240	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	120	180	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	120	180	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	300	350	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	180	220	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	180	220	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	160	240	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
14.0	Stopy specjalne	< 1200	120	180	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
15.0	Żeliwo	< 180 HB	550	600	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
15.1	Żeliwo	> 180 HB	550	600	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	360	420	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	360	420	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–		–	–	–		–	–	–			
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–		–	–	–		–	–	–			
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	800	1000	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		700	900	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		500	650	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	700	900	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	700	900	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	700	900	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	500	650	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	500	650	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,006		
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	–		–	–	–		–	–	–			
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	–		–	–	–		–	–	–			
19.0	Grafit		300	450	0,007	0,005	0,005	0,007	0,02	0,01	0,008	0,010		
20.0	Termoplasty		1200	1300	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,010		
20.1	Duroplasty		600	700	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,010		
20.2	GFK i CFK		400	450	0,005	0,005	0,004	0,005	0,01	0,01	0,005	0,010		

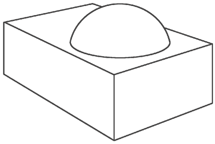


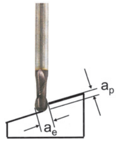


	Średnica [mm]											
	1			2			4			6		
	a_p maks. [mm]	a_e maks. [mm]	f_z [mm/ząb]	a_p maks. [mm]	a_e maks. [mm]	f_z [mm/ząb]	a_p maks. [mm]	a_e maks. [mm]	f_z [mm/ząb]	a_p maks. [mm]	a_e maks. [mm]	f_z [mm/ząb]
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,029 – 0,038	0,18	0,18	0,040 – 0,053
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,029 – 0,038	0,18	0,18	0,040 – 0,053
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,029 – 0,038	0,18	0,18	0,040 – 0,053
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,029 – 0,038	0,18	0,18	0,040 – 0,053
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,029 – 0,038	0,18	0,18	0,040 – 0,053
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,040 – 0,053
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,040 – 0,0538
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,040 – 0,053
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	0,020	0,020	0,006 – 0,008	0,06	0,06	0,010 – 0,013	0,12	0,12	0,032 – 0,042	0,18	0,18	0,044 – 0,058
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,030	0,020	0,010 – 0,012	0,06	0,06	0,020 – 0,022	0,12	0,12	0,025 – 0,040	0,18	0,18	0,050 – 0,080
	0,020	0,020	0,010 – 0,012	0,06	0,06	0,012 – 0,024	0,12	0,12	0,032 – 0,045	0,18	0,18	0,050 – 0,075
	0,020	0,020	0,010 – 0,012	0,06	0,06	0,012 – 0,024	0,12	0,12	0,032 – 0,045	0,18	0,18	0,050 – 0,075
	0,020	0,020	0,010 – 0,012	0,06	0,06	0,012 – 0,024	0,12	0,12	0,032 – 0,045	0,18	0,18	0,050 – 0,075

Tabela 8.28 GARANT Frezy trzpieniowe VHM (powlekane) - ciąg dalszy - obróbka kopiowa wykańczająca HSC

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]		Średnica [mm]					
					8			10		
					a_p maks.	a_e maks.	f_z	a_p maks.	a_e maks.	f_z
		[N/mm²]	min.	maks.	[mm]	[mm]	[mm/ząb]	[mm]	[mm]	[mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	550	600	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850								
2.0	Stale automatowe	< 850	550	600	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	360	420	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	360	420	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	360	420	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	300	350	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	300	350	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	250	310	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	360	420	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	300	350	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	250	310	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
7.0	Stale do azotowania	< 1000	300	350	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
7.1	Stale do azotowania	> 1000	250	310	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
8.0	Stale narzędziowe	< 850	360	420	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	250	310	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	160	240	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	160	240	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	120	180	0,240	0,240	0,048 – 0,062	0,300	0,300	0,056 – 0,074
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	110	170	0,240	0,240	0,048 – 0,062	0,300	0,300	0,056 – 0,074
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	90	160	0,240	0,240	0,048 – 0,062	0,300	0,300	0,056 – 0,074
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	160	240	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	120	180	0,240	0,240	0,052 – 0,062	0,300	0,300	0,056 – 0,074
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	120	180	0,240	0,240	0,048 – 0,069	0,300	0,300	0,056 – 0,074
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	300	350	0,240	0,240	0,048 – 0,062	0,300	0,300	0,062 – 0,081
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	180	220	0,240	0,240	0,048 – 0,069	0,300	0,300	0,056 – 0,074
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	180	220	0,240	0,240	0,048 – 0,062	0,300	0,300	0,056 – 0,074
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	160	240	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
14.0	Stopy specjalne	< 1200	120	180	0,240	0,240	0,048 – 0,062	0,300	0,300	0,056 – 0,074
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	550	600	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	550	600	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	360	420	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	360	420	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–	–	–	–	–	–	–
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–	–	–	–	–	–	–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	800	1000	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		700	900	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		500	650	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	700	900	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	700	900	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	700	900	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	500	650	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	500	650	0,240	0,240	0,052 – 0,069	0,300	0,300	0,062 – 0,081
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–	–	–	–	–	–	–
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–	–	–	–	–	–	–
19.0	Grafit		300	450	0,240	0,240	0,090 – 0,120	0,300	0,300	0,090 – 0,120
20.0	Termoplasty		1200	1300	0,240	0,240	0,075 – 0,090	0,300	0,300	0,100 – 0,130
20.1	Duroplasty		600	700	0,240	0,240	0,075 – 0,090	0,300	0,300	0,100 – 0,130
20.2	GFK i CFK		400	450	0,240	0,240	0,075 – 0,090	0,300	0,300	0,100 – 0,130





	Średnica [mm]								
	12			16			20		
	a_p maks. [mm]	a_e maks. [mm]	f_z [mm/ząb]	a_p maks. [mm]	a_e maks. [mm]	f_z [mm/ząb]	a_p maks. [mm]	a_e maks. [mm]	f_z [mm/ząb]
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,066 – 0,087	0,480	0,480	0,092 – 0,121	0,600	0,600	0,109 – 0,143
	0,360	0,360	0,066 – 0,087	0,480	0,480	0,092 – 0,121	0,600	0,600	0,109 – 0,143
	0,360	0,360	0,066 – 0,087	0,480	0,480	0,092 – 0,121	0,600	0,600	0,109 – 0,143
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,066 – 0,087	0,480	0,480	0,092 – 0,121	0,600	0,600	0,109 – 0,143
	0,360	0,360	0,073 – 0,087	0,480	0,480	0,092 – 0,121	0,600	0,600	0,109 – 0,143
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,066 – 0,087	0,480	0,480	0,092 – 0,121	0,600	0,600	0,109 – 0,143
	0,360	0,360	0,066 – 0,087	0,480	0,480	0,092 – 0,121	0,600	0,600	0,109 – 0,143
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,066 – 0,087	0,480	0,480	0,092 – 0,121	0,600	0,600	0,109 – 0,143
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,073 – 0,096	0,480	0,480	0,102 – 0,133	0,600	0,600	0,120 – 0,157
	0,360	0,360	0,120 – 0,150	0,480	0,480	0,150 – 0,200	0,600	0,600	0,200 – 0,240
	0,360	0,360	0,125 – 0,145	0,480	0,480	0,140 – 0,155	0,600	0,600	0,150 – 0,175
	0,360	0,360	0,125 – 0,145	0,480	0,480	0,140 – 0,155	0,600	0,600	0,150 – 0,175
	0,360	0,360	0,125 – 0,145	0,480	0,480	0,140 – 0,155	0,600	0,600	0,150 – 0,175

Tabela 8.29 GARANT Frezy zgrubne VHM HPC z linią śrubową 45°

Numery katalogowe 205690; 205695

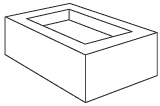
Obróbka zgrubna rowków pełnych i wgłębna

Wskazówka: f_z **dla** $a_e = 1{,}0 \times D$ **i**
dla ∅ **6** $a_p = 0{,}75xD$ **/ powyżej** ∅ **8** $a_p = 1{,}5xD$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅6 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅8 z = 4 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	200	**230**	250	0,028	0,040
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	160	**210**	230	0,028	0,040
2.0	Stale automatowe	< 850	160	**210**	230	0,028	0,040
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	150	**180**	200	0,028	0,040
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	150	**180**	200	0,028	0,040
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	140	**170**	190	0,028	0,040
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	130	**160**	180	0,028	0,040
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	100	**150**	200	0,028	0,040
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	100	**140**	180	0,028	0,040
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	140	**170**	190	0,028	0,040
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	100	**140**	180	0,028	0,040
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	100	**140**	180	0,028	0,040
8.0	Stale narzędziowe	< 850	120	**160**	200	0,028	0,040
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	100	**140**	180	0,028	0,040
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	80	**120**	150	0,028	0,040
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	45	**65**	85	0,020	0,030
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	35	**60**	85	0,020	0,030
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	35	**60**	85	0,020	0,030
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	30	**45**	60	0,020	0,030
14.0	Stopy specjalne	< 1200		**–**		–	–
15.0	Żeliwo	< 180 HB	110	**130**	150	0,028	0,040
15.1	Żeliwo	> 180 HB	100	**120**	140	0,028	0,040
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	100	**120**	140	0,028	0,040
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	100	**120**	140	0,028	0,040
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	35	**50**	60	0,020	0,030
16.1	Tytan, stopy tytanu	> 850 – 1200	30	**40**	50	0,020	0,030



	∅ 10 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 16 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 20 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 25 z = 4 f_z [mm/ząb]
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,040	0,050	0,060	0,080	0,080
	0,040	0,050	0,060	0,080	0,080
	0,040	0,050	0,060	0,080	0,080
	0,040	0,050	0,060	0,080	0,080
	–	–	–	–	–
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,040	0,050	0,060	0,080	0,080
	0,040	0,050	0,060	0,080	0,080



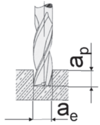


Tabela 8.30 GARANT Frezy zgrubne VHM HPC z linią śrubową 45°

Numery katalogowe **205690; 205695**

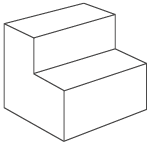
Frezowania wykańczające i obwodowe

Wskazówka: **f_z dla a_e = 0,5 x D i**
dla ∅ 6 a_p = 1,5xD / powyżwj ∅ 8 a_p = 2,0xD

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			∅ 6 z = 4 f_z	∅ 8 z = 4 f_z
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/ząb]	[mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	200	**230**	250	0,030	0,050
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	160	**210**	230	0,030	0,050
2.0	Stale automatowe	< 850	160	**210**	230	0,030	0,050
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	150	**180**	200	0,030	0,050
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	150	**180**	200	0,030	0,050
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	140	**170**	190	0,030	0,050
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	130	**160**	180	0,030	0,050
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	100	**150**	200	0,030	0,050
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	100	**140**	180	0,030	0,050
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	140	**170**	190	0,030	0,050
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	100	**140**	180	0,030	0,050
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	100	**140**	180	0,030	0,050
7.0	Stale do azotowania	< 1000		**–**		–	–
7.1	Stale do azotowania	> 1000		**–**		–	–
8.0	Stale narzędziowe	< 850	120	**160**	200	0,030	0,050
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	100	**140**	180	0,030	0,050
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	80	**120**	150	0,030	0,050
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	50	**70**	90	0,030	0,040
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	45	**65**	85	0,030	0,040
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	45	**65**	85	0,030	0,040
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	35	**55**	70	0,030	0,040
14.0	Stopy specjalne	< 1200		**–**		–	–
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	110	**130**	150	0,030	0,050
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	100	**120**	140	0,030	0,050
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	100	**120**	140	0,030	0,050
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	100	**120**	140	0,030	0,050
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	45	**65**	80	0,030	0,040
16.1	Tytan, stopy tytanu	> 850 – 1200	35	**55**	70	0,030	0,040



	∅ 10 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 16 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 20 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 25 z = 4 f_z [mm/ząb]
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	–	–	–	–	–
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120	0,120
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100	0,100



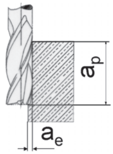


Tabela 8.31 GARANT Frezy zgrubne VHM

Numer katalogowy 205693

Frezowanie zgrubne rowków pełnych / wgłębne

Wskazówka: **f_z dla a_e = 1,0 x D i**
dla ∅ 6 a_p = 0,75xD / powyżej ∅ 8 a_p = 1,5xD

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]					∅ 6 z = 4 f_z	∅ 8 z = 4 f_z
		[N/mm²]	min.	–	start	–	maks.	[mm/ząb]	[mm/ząb]
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	60	–	75	–	90	0,020	0,030
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	50	–	65	–	85	0,020	0,030
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	50	–	60	–	85	0,020	0,030
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	40	–	50	–	60	0,020	0,030
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	50	–	55	–	65	0,020	0,030
16.1	Tytan, stopy tytanu	> 850 – 1200	40	–	45	–	55	0,020	0,030

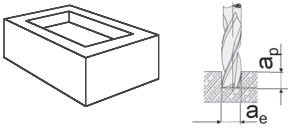
Frezowanie wykańczające i obwodowe

Wskazówka: **f_z dla a_e = 0,5 x D i**
dla ∅ 6 a_p = 1,5xD / powyżej ∅ 8 a_p = 2,0xD

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]					∅ 6 z = 4 f_z	∅ 8 z = 4 f_z
		[N/mm²]	min.	–	start	–	maks.	[mm/ząb]	[mm/ząb]
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	70	–	80	–	100	0,030	0,040
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	60	–	70	–	90	0,030	0,040
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	60	–	70	–	90	0,030	0,040
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	50	–	55	–	65	0,030	0,040
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	60	–	70	–	80	0,030	0,040
16.1	Tytan, stopy tytanu	> 850 – 1200	45	–	50	–	55	0,030	0,040



	∅ 10 z = f_z [mm/ząb]	∅ 12 z = f_z [mm/ząb]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/ząb]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/ząb]
	0,040	0,050	0,060	0,080
	0,040	0,050	0,060	0,080
	0,040	0,050	0,060	0,080
	0,040	0,050	0,060	0,080
	0,040	0,050	0,060	0,080
	0,040	0,050	0,060	0,080



	∅ 10 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 16 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 20 z = 4 f_z [mm/ząb]
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100

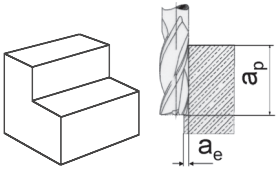


Tabela 8.32 GARANT Frezy zgrubne VHM HPC

Numer katalogowy 205697

Frezowanie zgrubne rowków pełnych / wgłębne

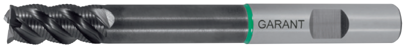
Wskazówka: f_z **dla** $a_e = 1{,}0 \times D$ **i**
dla ∅ 6 $a_p = 0{,}75 \times D$ **/ powyżej ∅ 8** $a_p = 1{,}0 \times D$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅ 6 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 8 z = 4 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	110	130	140	0,028	0,040
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	90	115	130	0,028	0,040
2.0	Stale automatowe	< 850	90	115	130	0,028	0,040
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	85	100	110	0,028	0,040
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	85	100	110	0,028	0,040
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	80	95	110	0,028	0,040
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	70	90	100	0,028	0,040
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	85	110	0,028	0,040
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	55	80	100	0,028	0,040
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	80	95	110	0,028	0,040
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	55	80	100	0,028	0,040
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	55	80	100	0,028	0,040
8.0	Stale narzędziowe	< 850	70	90	110	0,028	0,040
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	55	80	100	0,028	0,040
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	45	70	85	0,028	0,040
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	60	70	85	0,028	0,040
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	55	70	80	0,028	0,040
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	55	70	80	0,028	0,040
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	55	70	80	0,028	0,040

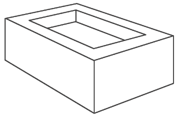
Frezowanie wykańczające i obwodowe

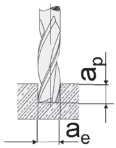
Wskazówka: f_z **dla** $a_e = 0{,}3 \times D$ **i** $a_p = 1{,}0 \times D$

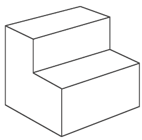
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅ 6 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 8 z = 4 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	110	130	140	0,030	0,050
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	90	115	130	0,030	0,050
2.0	Stale automatowe	< 850	90	115	130	0,030	0,050
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	85	100	110	0,030	0,050
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	85	100	110	0,030	0,050
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	80	95	110	0,030	0,050
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	70	90	100	0,030	0,050
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	85	110	0,030	0,050
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	55	80	100	0,030	0,050
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	80	95	110	0,030	0,050
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	55	80	100	0,030	0,050
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	55	80	100	0,030	0,050
8.0	Stale narzędziowe	< 850	70	90	110	0,030	0,050
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	55	80	100	0,030	0,050
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	45	70	85	0,030	0,050
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	60	70	85	0,030	0,050
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	55	70	80	0,030	0,050
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	55	70	80	0,030	0,050
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	55	70	80	0,030	0,050



	∅ 10 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/ząb]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/ząb]
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100







	∅ 10 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 12 z = 4 f_z [mm/ząb]	∅ 16 z = 5 f_z [mm/ząb]	∅ 20 z = 5 f_z [mm/ząb]
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120

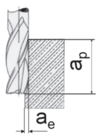
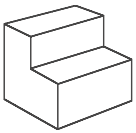
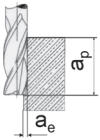


Tabela 8.33 GARANT Frezy zgrubne VHM HPC

Numer katalogowy 202340

f_z dla a_e = 1 x D







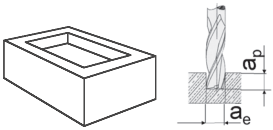
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Prędkość skrawania	Głębokość skrawania	Posuw na ząb f_z [mm/ząb] przy średnicy [mm]				
			v_c	$a_{p\ maks.}$	> 2	> 4	> 8	> 12	> 16
		[N/mm²]	[m/min]	[mm]	do 4	do 8	do 12	do 16	do 20
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	250	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	230	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
2.0	Stale automatowe	< 850	240	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	200	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	190	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	180	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	170	1 x D	0,015	0,030	0,05	0,06	0,08
7.0	Stale do azotowania	< 1000	190	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
7.1	Stale do azotowania	> 1000	170	1 x D	0,020	0,030	0,05	0,06	0,08
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	130	1 x D	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	120	1 x D	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	100	1 x D	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
14.0	Stopy specjalne	< 1200	30	0,5 x D	0,010	0,020	0,03	0,04	0,05
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	200	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	160	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	190	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	170	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	80	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	60	1 x D	0,015	0,030	0,05	0,06	0,08
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	280	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	350	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	300	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	280	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	240	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12

Tabela 8.34 GARANT Frezy zgrubne VHM HPC

Numery katalogowe 203030; 203032; 203040; 203042







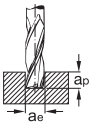
Wskazówka: **dla 203030:** f_z **dla** $a_e = 1{,}0 \times D$ **i** $a_{p\ maks.} = 1{,}0 \times D$

dla 203040: f_z **dla** $a_e = 1{,}0 \times D$ **i** $a_{p\ maks.} = 1{,}5 \times D$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Prędkość skrawania v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb] przy średnicy [mm] > 2 do 4	> 4 do 8	> 8 do 12	> 12 do 16	> 16 do 20
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	250	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	230	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
2.0	Stale automatowe	< 850	260	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	200	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	190	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	180	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	170	0,015	0,030	0,05	0,06	0,08
7.0	Stale do azotowania	< 1000	190	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
7.1	Stale do azotowania	> 1000	170	0,015	0,030	0,05	0,06	0,08
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	180	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	170	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	110	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	200	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	120	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	190	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	150	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10

Tabela 8.35 GARANT VHM Frezy trzpieniowe VHM HPC z powłoką ZOX

Numery katalogowe 202248; 202253



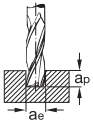


202248

Wskazówka: f_z dla $a_{e\ maks.}$ = 1,0 x D i do ∅ 4 a_p 0,5xD/> ∅ 4 a_p 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			do ∅ 4	> ∅ 4 do ∅ 8	> ∅ 8 do ∅ 12	> ∅ 12 do ∅ 16	> ∅ 16 do ∅ 20	> ∅ 20 do ∅ 25	> ∅ 25 do ∅ 32
		[N/mm²]	min.	start	maks.	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.;Mg	do 350	400 –	**500**	– 600	0,035	0,060	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		390 –	**480**	– 580	0,035	0,060	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		190 –	**240**	– 290	0,030	0,050	0,070	0,120	0,170	0,210	0,270
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	110 –	**135**	– 160	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	200 –	**240**	– 280	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	140 –	**180**	– 210	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	130 –	**170**	– 200	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.4	Brąz dający krótki wiór	600 – 850	110 –	**150**	– 190	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	110 –	**150**	– 190	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	110 –	**150**	– 190	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180

202253

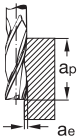


Wskazówka: f_z dla $a_{e\ maks.}$ = 1,0 x D i $a_{p\ maks.}$ = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			do ∅ 8	> ∅ 8 do ∅ 12	> ∅ 12 do ∅ 16	> ∅ 16 do ∅ 20	> ∅ 20 do ∅ 25	> ∅ 25 do ∅ 32
		[N/mm²]	min	start	maks.	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]	f_z [mm/ząb]
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.;Mg	do 350	270 –	**330**	– 390	0,060	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		260 –	**320**	– 380	0,060	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		125 –	**160**	– 190	0,050	0,070	0,120	0,170	0,210	0,270
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	75 –	**90**	– 110	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	130 –	**160**	– 190	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	95 –	**120**	– 140	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	85 –	**110**	– 130	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.4	Brąz dający krótki wiór	600 – 850	75 –	**100**	– 125	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	75 –	**100**	– 125	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	75 –	**100**	– 125	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180

Tabela 8.36 GARANT Frezy trzpieniowe VHM HPC z powłoką ZOX

Numery katalogowe 202548; 202551

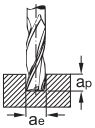




202548

Wskazówka: f_z dla $a_{e\ maks.}$ = 1,0 x D i do ∅ 4 a_p = 0,5xD/> ∅ 4 a_p = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			do ∅ 4	> ∅ 4 do ∅ 8	> ∅ 8 do ∅ 12	> ∅ 12 do ∅ 16	> ∅ 16 do ∅ 20	> ∅ 20 do ∅ 25	> ∅ 25 do ∅ 32
						f_z	f_z	f_z	f_z	f_z	f_z	f_z
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.;Mg	do 350	240 –	**300**	– 360	0,035	0,060	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		230 –	**290**	– 350	0,035	0,060	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		120 –	**150**	– 180	0,030	0,050	0,070	0,120	0,170	0,210	0,270
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	80 –	**90**	– 110	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	120 –	**150**	– 180	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	90 –	**110**	– 130	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	80 –	**100**	– 130	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.4	Brąz dający krótki wiór	600 – 850	75 –	**90**	– 110	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	75 –	**90**	– 110	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	75 –	**90**	– 110	0,020	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180



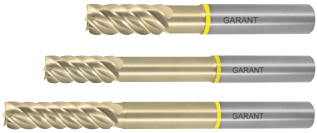
202551

Wskazówka: f_z dla $a_{e\ maks.}$ = 1,0 x D i $a_{p\ maks.}$ = 1,0 x D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			do ∅ 8	> ∅ 8 do ∅ 12	> ∅ 12 do ∅ 16	> ∅ 16 do ∅ 20	> ∅ 20 do ∅ 25	> ∅ 25 do ∅ 32
						f_z	f_z	f_z	f_z	f_z	f_z
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.;Mg	do 350	160 –	**200**	– 240	0,060	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		150 –	**190**	– 230	0,060	0,070	0,090	0,120	0,140	0,180
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		80 –	**100**	– 120	0,050	0,070	0,120	0,170	0,210	0,270
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	55 –	**60**	– 75	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	80 –	**100**	– 120	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	60 –	**75**	– 90	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	55 –	**65**	– 80	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.4	Brąz dający krótki wiór	600 – 850	55 –	**60**	– 75	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	55 –	**60**	– 75	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	55 –	**60**	– 75	0,040	0,060	0,080	0,120	0,140	0,180

Tabela 8.37 GARANT Frezy trzpieniowe VHM HPC z powłoką ZOX

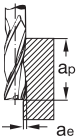
Numery katalogowe 203170; 203175; 203178



Wskazówka: f_z dla $a_{e\ maks.} = 0{,}05 \times D$ i $a_{p\ maks.} = 2{,}0 \times D$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			> ∅ 2 do ∅ 4 f_z	> ∅ 4 do ∅ 8 f_z	> ∅ 8 do ∅ 12 f_z	> ∅ 12 do ∅ 16 f_z	> ∅ 16 do ∅ 25 f_z
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.;Mg	do 350	420 –	**460**	– 500	0,020	0,040	0,050	0,060	0,070
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		360 –	**400**	– 440	0,020	0,040	0,050	0,060	0,070
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		180 –	**210**	– 230	0,0015	0,020	0,030	0,050	0,060
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	110 –	**120**	– 150	0,0015	0,020	0,030	0,050	0,060
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	180 –	**210**	– 230	0,0015	0,020	0,030	0,050	0,060
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	130 –	**150**	– 170	0,0015	0,020	0,030	0,050	0,060
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	120 –	**140**	– 160	0,0015	0,020	0,030	0,050	0,060
18.4	Brąz dający krótki wiór	600 – 850	110 –	**130**	– 150	0,0015	0,020	0,030	0,050	0,060
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	110 –	**120**	– 150	0,0015	0,020	0,030	0,050	0,060
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	110 –	**120**	– 150	0,0015	0,020	0,030	0,050	0,060

Wskazówka: wartość startowa dotyczy wykonania najdłuższego (203178).



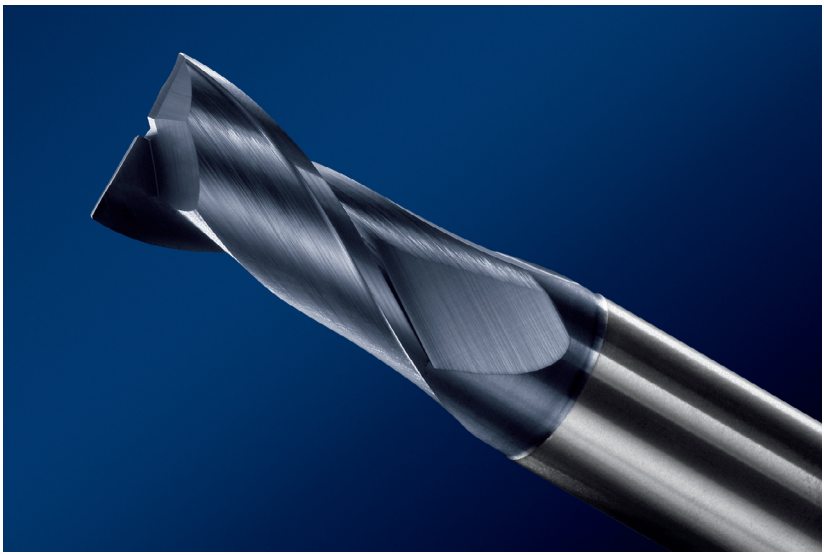
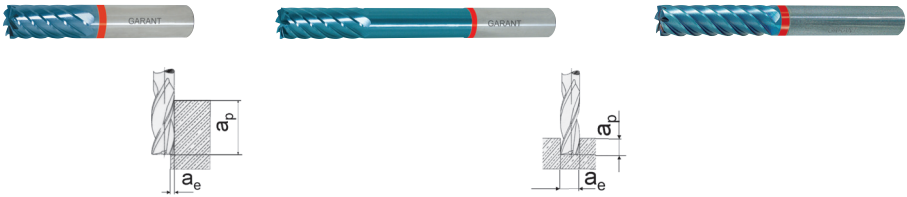


Tabela 8.38 GARANT Frezy trzpieniowe HPC Diabolo / frezy torusowe HPC (VHM), Frezy do materiałów twardych ze specjalną powłoką

Numery katalogowe 203210; 203280; 203370; 203380; 206420; 206440; 206460; 206480



f_z dla a_e do 0,07x D przy a_p = maks. 1,0–1,5 x D f_z dla a_e = 1 x D przy a_p = maks. 0,25 x D

Numery katalogowe 203210; 206420

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Prędkość skrawania v_c [m/min]			Posuw na ząb f_z [mm/ząb] przy średnicy [mm]							
		[N/mm²]	min.	start	maks.	2–6	8	10	12	14	16	18	20
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	140	170	200	0,020	0,024	0,028	0,032	0,036	0,039	0,043	0,045
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	140	170	200	0,020	0,024	0,028	0,032	0,036	0,039	0,043	0,045
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	130	145	160	0,018	0,022	0,025	0,029	0,033	0,035	0,039	0,041
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	80	100	120	0,016	0,020	0,023	0,026	0,030	0,032	0,035	0,037
11.0	Stale konstr. odporne na ścier.	1350	140	170	200	0,020	0,024	0,028	0,032	0,036	0,039	0,043	0,045
11.1	Stale konstr. odporne na ścier.	1800	130	145	160	0,018	0,022	0,025	0,029	0,033	0,035	0,039	0,041

Numery katalogowe 203280; 203370; 203380; 206440; 206460; 206480

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Prędkość skrawania v_c [m/min]			Posuw na ząb f_z [mm/ząb] przy średnicy [mm]										
		[N/mm²]	min.	start	maks.	do 3	4–5	6	8	10	12	14	16	18	20	25
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	140	170	200	0,010	0,013	0,017	0,020	0,022	0,025	0,030	0,031	0,035	0,036	0,044
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	140	170	200	0,010	0,013	0,017	0,020	0,022	0,025	0,030	0,031	0,035	0,036	0,044
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	130	145	160	0,009	0,011	0,015	0,018	0,020	0,023	0,027	0,028	0,032	0,033	0,040
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	80	100	120	0,008	0,010	0,014	0,016	0,018	0,021	0,024	0,025	0,029	0,030	0,036
11.0	Stale konstr. odporne na ścier.	1350	140	170	200	0,010	0,013	0,017	0,020	0,022	0,025	0,030	0,031	0,035	0,036	0,044
11.1	Stale konstr. odporne na ścier.	1800	130	145	160	0,009	0,011	0,015	0,018	0,023	0,023	0,026	0,028	0,032	0,033	0,040

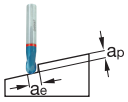
Współczynniki korekcyjne dla materiałów hartowanych:

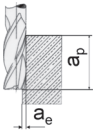
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Współczynnik korekcyjny posuwu
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	1,1
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	1,0
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	0,9

Tabela 8.39 GARANT Frezy promieniowe HPC (VHM) Diabolo. Frezy do materiałów twardych ze specjalną powłoką

Numery katalogowe 206160; 206320; 206340; 207340; 207345; 207360; 207370; 207470; 207475

Frezy kuliste do kopiowania: f_z dla a_e = 0,05 x D i a_p = 0,05 x D **f_z dla a_e = 0,2 x D**
f_z dla a_p = 0,1 x D







Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Prędkość skrawania v_c [m/min] min. – start – maks.	Posuw na ząb f_z [mm/ząb] przy średnicy [mm] do 2	> 2 do 4	> 4 do 6	> 6 do 8	> 8 do 10	12	14	16	20
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	160 – 200 – 240	0,012	0,080	0,038	0,080	0,090	0,095	0,100	0,115	0,130
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	140 – 170 – 200	0,006	0,025	0,055	0,070	0,080	0,090	0,095	0,100	0,120
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	120 – 150 – 180	0,006	0,021	0,050	0,065	0,075	0,085	0,090	0,095	0,110
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	90 – 110 – 130	0,005	0,019	0,048	0,060	0,070	0,080	0,085	0,090	0,100

Współczynniki korekcyjne dla materiałów hartowanych:

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Współczynnik korekcyjny posuwu
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	1,1
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	1,0
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	0,9

Tabela 8.40 GARANT Frezy obrysowe wykonane całkowicie ze stopów twardych

Numery katalogowe 205720; 205760

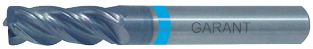


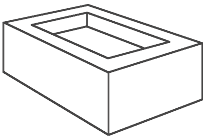
Do skrawania aluminium i tworzyw sztucznych grupy materiałowe 17. i 20.)
(obróbka na sucho i na mokro)

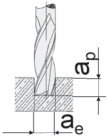
Średnica D [mm]	a_e maks. [mm]	Prędkość obrotowa n [obr./min] min. – maks.	Prędkość posuwu V_f [mm/min] min. – maks.
2	3	20.000 – 25.000	1.100 – 1.800
3 do 4	4	20.000 – 24.000	900 – 1.700
5 do 6	6	20.000 – 24.000	900 – 1.700
8	10	15.000 – 20.000	700 – 1.500
10	12	10.000 – 15.000	500 – 1.300

Tabela 8.41 GARANT Frezy trzpieniowe i torusowe HPC (VHM) do obróbki VA

Numery katalogowe 203000, 206350







f_z dla a_e = 1 x D

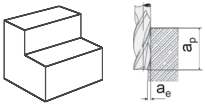
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Prędkość skrawania	Głębokość skrawania	Posuw na ząb f_z [mm/ząb] przy średnicy [mm]				
		[N/mm²]	v_c [m/min]	$a_{p\ maks.}$ [mm]	> 2 do 4	> 4 do 8	> 8 do 12	> 12 do 16	> 16 do 20
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	250	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	230	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
2.0	Stale automatowe	< 850	240	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	200	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	190	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	180	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	170	1 x D	0,015	0,030	0,05	0,06	0,08
7.0	Stale do azotowania	< 1000	190	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
7.1	Stale do azotowania	> 1000	170	1 x D	0,015	0,030	0,05	0,06	0,08
8.1	Stale narzędziowe	< 700	180	1,5 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
8.2	Stale narzędziowe	< 700	170	1,5 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	130	1 x D	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	120	1 x D	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	100	1 x D	0,012	0,025	0,04	0,05	0,07
14.0	Stopy specjalne	< 1200	30	0,5 x D	0,010	0,020	0,03	0,04	0,05
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	80	1 x D	0,020	0,040	0,06	0,08	0,10
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	60	1 x D	0,015	0,030	0,05	0,06	0,08
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	280	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	350	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	300	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	280	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	240	1 x D	0,025	0,045	0,07	0,10	0,12

Tabela 8.42 GARANT Frezy kuliste VHM z 3 ostrzami czołowymi aż do osi

Numer katalogowy 207420



Obróbka wykańczająca obrysu



Wskazówka: f_z dla $a_e = 0{,}2 \times D$ i $a_p = 0{,}1 \times D$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅ 3 f_z [mm/ząb]	∅ 4 f_z [mm/ząb]	∅ 5 f_z [mm/ząb]	∅ 6 f_z [mm/ząb]
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	250	280	310	0,028	0,038	0,050	0,060
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	160	200	240	0,028	0,038	0,050	0,060
10.0	Stale hartowane	45-55 HRC	120	140	160	0,008	0,025	0,040	0,055
10.1	Stale hartowane	55-60 HRC	110	130	150	0,008	0,021	0,035	0,050
10.2	Stale hartowane	60-67 HRC	100	120	140	0,006	0,019	0,032	0,048

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅ 8 f_z [mm/ząb]	∅ 10 f_z [mm/ząb]	∅ 12 f_z [mm/ząb]
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	250	280	310	0,075	0,082	0,098
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	160	200	240	0,075	0,082	0,098
10.0	Stale hartowane	45-55 HRC	120	140	160	0,070	0,080	0,090
10.1	Stale hartowane	55-60 HRC	110	130	150	0,065	0,075	0,085
10.2	Stale hartowane	60-67 HRC	100	120	140	0,060	0,070	0,080

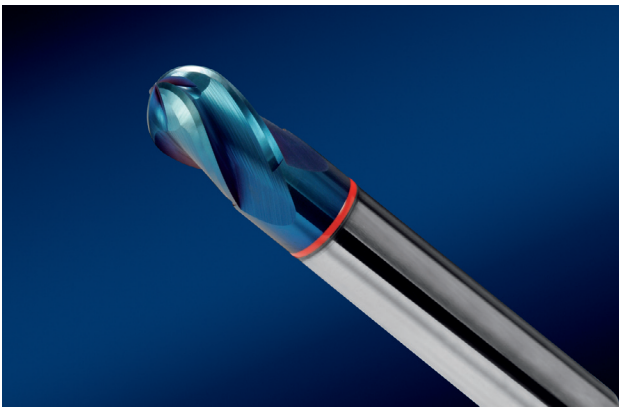


Tabela 8.43 GARANT Wysokowydajne frezy VHM do rowków

Numer katalogowy 208025

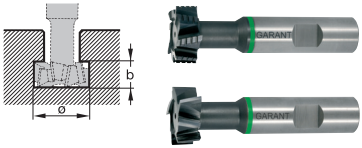


Wskazówka: Podane wartości dotyczą wielkości średniej (średnica nominalna 25,5 mm) i głębokości skrawania ap = 0,25 do 0,3D

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min. – start – maks.	∅ 25,5 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	63 – **67** – 70	0,040
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	63 – **67** – 70	0,040
2.0	Stale automatowe	< 850	63 – **67** – 70	0,040
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	63 – **67** – 70	0,040
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	63 – **67** – 70	0,040
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	63 – **67** – 70	0,040
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	63 – **67** – 70	0,040
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	63 – **67** – 70	0,040
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	63 – **67** – 70	0,040
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	63 – **67** – 70	0,040
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	63 – **67** – 70	0,040
7.0	Stale do azotowania	< 1000	–	–
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	63 – **67** – 70	0,040
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	55 – **60** – 67	0,040
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	50 – **55** – 60	0,030
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	40 – **45** – 50	0,030
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	35 – **40** – 45	0,030

Tabela 8.44 GARANT Frezy do rowków teowych VHM typu N i typu NF

Numer katalogowy 208032/208034



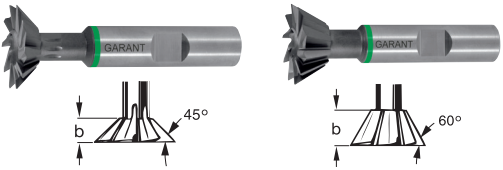
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			∅ 12,5x6 z = 6 f_z	∅ 16x8 z = 6 f_z	∅ 18x8 z = 6 f_z	∅ 21x9 z = 6 f_z	∅ 25x11 z = 6 f_z	∅ 28x12 z = 6 f_z
		[N/mm²]	min.	start	maks.	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]	[mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
2.0	Stale automatowe	< 850	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
8.0	Stale narzędziowe	< 850	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			∅ 32x14 z = 6 f_z
		[N/mm²]	min.	start	min.	[mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	75 –	80 –	85	0,035
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	75 –	80 –	85	0,035
2.0	Stale automatowe	< 850	75 –	80 –	85	0,035
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	75 –	80 –	85	0,035
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	75 –	80 –	85	0,035
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	75 –	80 –	85	0,035
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	75 –	80 –	85	0,035
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	75 –	80 –	85	0,035
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	75 –	80 –	85	0,035
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	75 –	80 –	85	0,035
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	75 –	80 –	85	0,035
8.0	Stale narzędziowe	< 850	75 –	80 –	85	0,035
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	75 –	80 –	85	0,035

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średnicy frezu.
Aż do uzyskania pełnej styczności freza z obrabianym przedmiotem, pracować z posuwem zmniejszonym o 50%.

Tabela 8.45 GARANT Frezy kątowe VHM o kształcie C 45°/60°

Numery katalogowe 208035; 208037



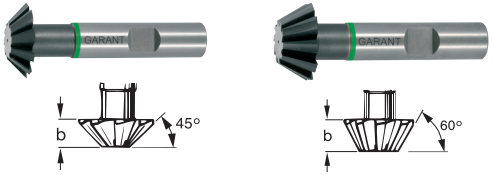
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅16 z = 6 f_z [mm/ząb]	∅20 z = 8 f_z [mm/ząb]	∅22 z = 8 f_z [mm/ząb]	∅25 z = 8 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	75 –	100	– 120	0,045	0,045	0,045	0,045
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	75 –	100	– 120	0,045	0,045	0,045	0,045
2.0	Stale automatowe	< 850	75 –	100	– 120	0,045	0,045	0,045	0,045
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	75 –	100	– 120	0,045	0,045	0,045	0,045
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	<700	75 –	100	– 120	0,045	0,045	0,045	0,045
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	700 – 850	75 –	100	– 120	0,045	0,045	0,045	0,045
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	850 – 1000	75 –	100	– 120	0,045	0,045	0,045	0,045
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplne.	850 – 1000	75 –	100	– 120	0,045	0,045	0,045	0,045
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplne.	1000 – 1200	75 –	100	– 120	0,045	0,045	0,045	0,045
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	<750	75 –	100	– 120	0,045	0,045	0,045	0,045
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	75 –	100	– 120	0,045	0,045	0,045	0,045
8.0	Stale narzędziowe	< 850	75 –	100	– 120	0,045	0,045	0,045	0,045
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	75 –	100	– 120	0,045	0,045	0,045	0,045

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅28 z = 9 f_z [mm/ząb]	∅32 z = 9 f_z [mm/ząb]	∅38 z = 9 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	75 –	100	– 120	0,045	0,040	0,040
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	75 –	100	– 120	0,045	0,040	0,040
2.0	Stale automatowe	< 850	75 –	100	– 120	0,045	0,040	0,040
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	75 –	100	– 120	0,045	0,040	0,040
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	< 700	75 –	100	– 120	0,045	0,040	0,040
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	700 – 850	75 –	100	– 120	0,045	0,040	0,040
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	850 – 1000	75 –	100	– 120	0,045	0,040	0,040
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplne.	850 – 1000	75 –	100	– 120	0,045	0,040	0,040
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplne.	1000 – 1200	75 –	100	– 120	0,045	0,040	0,040
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	75 –	100	– 120	0,045	0,040	0,040
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	75 –	100	– 120	0,045	0,040	0,040
8.0	Stale narzędziowe	< 850	75 –	100	– 120	0,045	0,040	0,040
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	75 –	100	– 120	0,045	0,040	0,040

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średnicy frezu.
Aż do uzyskania pełnej styczności freza z obrabianym przedmiotem, pracować z posuwem zmniejszonym o 50%.

Tabela 8.46 GARANT Frezy kątowe VHM o kształcie D 45°/60°

Numery katalogowe 208036; 208038



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅16 z=6 f_z [mm/ząb]	∅20 z=6 f_z [mm/ząb]	∅22 z=6 f_z [mm/ząb]	∅25 z=6 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035
2.0	Stale automatowe	< 850	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplnego	< 700	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplnego	700 – 850	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplnego	850 – 1000	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplnego	850 – 1000	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplnego	1000 – 1200	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035
8.0	Stale narzędziowe	< 850	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035	0,035

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅28 z=6 f_z [mm/ząb]	∅32 z=6 f_z [mm/ząb]	∅38 z=6 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035
2.0	Stale automatowe	< 850	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplnego	< 700	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplnego	700 – 850	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplnego	850 – 1000	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplnego	850 – 1000	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplnego	1000 – 1200	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035
8.0	Stale narzędziowe	< 850	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	75 –	100 –	120	0,035	0,035	0,035

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średnicy frezu.
Aż do uzyskania pełnej styczności freza z obrabianym przedmiotem, pracować z posuwem zmniejszonym o 50%.

Tabela 8.47 GARANT Frezy do okrawania współbieżnego i przeciwbieżnego

Numery katalogowe 208168; 208170; 208180







Wskazówka: Podane wartości dotyczą średnicy czynnej lub średnicy zewnętrznej narzędzia.

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅6 f_z [mm/ząb]	∅8 f_z [mm/ząb]	∅10 f_z [mm/ząb]	∅12 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	45 –	**65** –	75	0,014	0,018	0,022	0,026
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	45 –	**65** –	75	0,014	0,018	0,022	0,026
2.0	Stale automatowe	< 850	45 –	**65** –	75	0,014	0,018	0,022	0,026
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	30 –	**39** –	45	0,014	0,018	0,022	0,026
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	45 –	**65** –	75	0,014	0,018	0,022	0,026
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	30 –	**39** –	45	0,010	0,012	0,014	0,017
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	30 –	**39** –	45	0,010	0,012	0,014	0,017
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	30 –	**39** –	45	0,010	0,012	0,014	0,017
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	45 –	**65** –	75	0,014	0,018	0,022	0,026
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	30 –	**39** –	45	0,010	0,012	0,014	0,017
7.0	Stale do azotowania	< 1000	30 –	**39** –	45	0,010	0,012	0,014	0,017
8.0	Stale narzędziowe	< 850	30 –	**39** –	45	0,010	0,012	0,014	0,017
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	30 –	**39** –	45	0,010	0,012	0,014	0,017
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	22 –	**32** –	40	0,010	0,012	0,014	0,017
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	22 –	**32** –	40	0,010	0,012	0,014	0,017
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	22 –	**36** –	45	0,014	0,018	0,022	0,026
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	22 –	**36** –	45	0,014	0,018	0,022	0,026
15.2	Żeliwo (GG, GT)	> 180 HB	22 –	**36** –	45	0,014	0,018	0,022	0,026
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	22 –	**36** –	45	0,014	0,018	0,022	0,026
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	150 –	**230** –	300	0,015	0,020	0,025	0,030
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		75 –	**115** –	150	0,015	0,020	0,025	0,030
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		40 –	**70** –	120	0,015	0,020	0,025	0,030
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	38 –	**60** –	75	0,014	0,018	0,022	0,026
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	38 –	**60** –	75	0,014	0,018	0,022	0,026
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	38 –	**60** –	75	0,014	0,018	0,022	0,026
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	38 –	**60** –	75	0,014	0,018	0,022	0,026
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	38 –	**58** –	75	0,014	0,018	0,022	0,026
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	38 –	**58** –	75	0,014	0,018	0,022	0,026
20.0	Termoplasty		38 –	**60** –	75	0,014	0,018	0,022	0,026
20.1	Duroplasty		35 –	**50** –	70	0,014	0,018	0,022	0,026

Tabela 8.48 GARANT Mikrofrezy z powłoką diamentową (VHM) do skrawania grafitu

Numery katalogowe 209040; 209060; 209165; 209185





Skrawanie grafitu (grupa materiałowa 19.0)
(chłodzenie powietrzem lub obróbka na sucho)

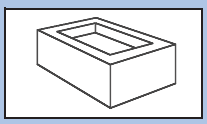
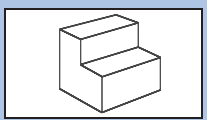
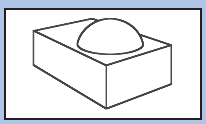
Średnica narzędzia	Frezowanie rowków				Frezowanie obrysu				Kopiowanie			
												
	Obróbka wykańczająca (długie) $a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}15xD$		Obróbka wykańczająca (bardzo długie) $a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}12xD$		Obróbka wykańczająca (długie) $a_e = 0{,}06xD$ $a_p = 0{,}15xD$		Obróbka wykańczająca (bardzo długie) $a_e = 0{,}06xD$ $a_p = 0{,}12xD$		Obróbka wykańczająca (długie) $a_e = 0{,}02xD$ $a_p = 0{,}15xD$		Obróbka wykańczająca (bardzo długie) $a_e = 0{,}02xD$ $a_p = 0{,}12xD$	
D [mm]	Prędkość skrawania v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]	Prędkość skrawania v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]	Prędkość skrawania v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]	Prędkość skrawania v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]	Prędkość skrawania v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]	Prędkość skrawania v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]
0,6	100-300	0,007	80-240	0,006	100-300	0,007	80-240	0,006	100-300	0,007	80-240	0,006
0,8		0,010		0,008		0,010		0,008		0,010		0,008
1,0		0,012		0,010		0,012		0,010		0,012		0,010
1,2		0,014		0,011		0,014		0,011		0,014		0,011
1,5		0,018		0,014		0,018		0,014		0,018		0,014
2,0 do 2,3		0,024		0,019		0,02		0,019		0,024		0,019

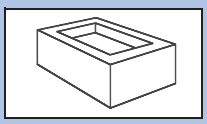
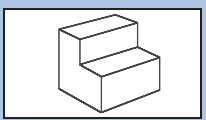
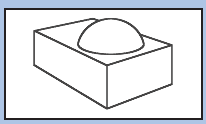
Tabela 8.49 GARANT Frezy z powłoką diamentową (chwyt z VHM)

Numery katalogowe 209080; 209115; 209210; 209220



Skrawanie miedzi (grupa materiałowa 18.0)

(emulsja lub smarowanie minimalne)

Średnica narzędzia	Frezowanie rowków			Frezowanie obrysu			Kopiowanie		
									
	Prędkość skrawania	Obróbka zgrubna	Obróbka wykańczająca	Prędkość skrawania	Obróbka zgrubna	Obróbka wykańczająca	Prędkość skrawania	Obróbka zgrubna	Obróbka wykańczająca
		$a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}09xD$	$a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}03xD$		$a_e = 0{,}15xD$ $a_p = 1{,}05xD$	$a_e = 0{,}04xD$ $a_p = 0{,}75xD$		$a_e = 0{,}08xD$ $a_p = 0{,}15xD$	$a_e = 0{,}03xD$ $a_p = 0{,}05xD$
D [mm]	v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]		v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]		v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]	
2,0 ... 3,0	400	0,014	0,018	400	0,018	0,022	600	0,020	0,024
4,0 ... 6,0		0,027	0,036		0,036	0,045		0,040	0,049
8,0 ... 10,0		0,054	0,076		0,072	0,095		0,080	0,104
12,0 ... 16,0		0,081	0,125		0,108	0,130		0,120	0,141
20,0 ... 25,0		0,135	0,14		0,180	0,175		0,200	0,191

Skrawanie grafitu (grupa materiałowa 19.0)

(chłodzenie powietrzem lub obróbka na sucho)

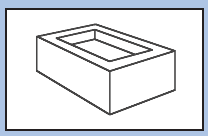
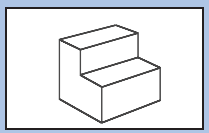
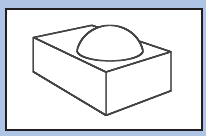
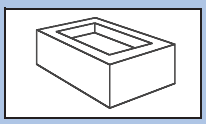
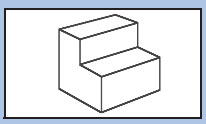
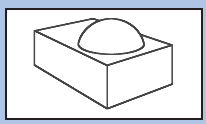
Średnica narzędzia	Frezowanie rowków			Frezowanie obrysu			Kopiowanie		
									
	Prędkość skrawania	Obróbka zgrubna	Obróbka wykańczająca	Prędkość skrawania	Obróbka zgrubna	Obróbka wykańczająca	Prędkość skrawania	Obróbka zgrubna	Obróbka wykańczająca
		$a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}09xD$	$a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}03xD$		$a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}09xD$	$a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}03xD$		$a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}09xD$	$a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}03xD$
D [mm]	v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]]		v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]		v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]	
2,0 ... 3,0	600	0,016	0,016	600	0,020	0,020	800	0,022	0,022
4,0 ... 6,0		0,032	0,032		0,041	0,041		0,044	0,044
8,0 ... 10,0		0,068	0,068		0,086	0,086		0,094	0,094
12,0 ... 16,0		0,103	0,103		0,117	0,117		0,127	0,127
20,0 ... 25,0		0,126	0,126		0,158	0,158		0,172	0,172

Tabela 8.50 GARANT Frezy z PKD (diament polikrystaliczny)

Numery katalogowe 209015; 209020; 209120; 209140; 209240; 209260



Skrawanie miedzi (grupa materiałowa 18.0)
(emulsja lub smarowanie minimalne)

Średnica narzędzia	Frezowanie rowków			Frezowanie obrysu			Kopiowanie		
									
	Prędkość skrawania	Obróbka zgrubna	Obróbka wykańczająca	Prędkość skrawania	Obróbka zgrubna	Obróbka wykańczająca	Prędkość skrawania	Obróbka zgrubna	Obróbka wykańczająca
		$a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}09xD$	$a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}03xD$		$a_e = 0{,}15xD$ $a_p = 0{,}25xD$	$a_e = 0{,}04xD$ $a_p = 0{,}75xD$		$a_e = 0{,}08xD$ $a_p = 0{,}15xD$	$a_e = 0{,}03xD$ $a_p = 0{,}05xD$
D [mm]	v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]		v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]		v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]	
2,0 ... 3,0	400-600	0,008	0,008	400-500	0,015	0,015	400-800	0,020	0,015
4,0 ... 6,0		0,025	0,025		0,030	0,030		0,030	0,025
8,0 ... 10,0		0,030	0,030		0,050	0,050		0,070	0,070
12,0 ... 16,0		0,065	0,065		0,080	0,080		0,100	0,090
18,0 ... 20,0		0,085	0,085		0,100	0,100		0,100	0,090

Skrawanie grafitu (grupa materiałowa 19.0)
(chłodzenie powietrzem lub obróbka na sucho)

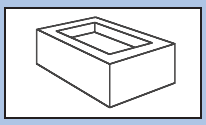
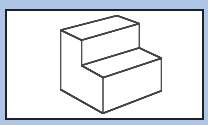
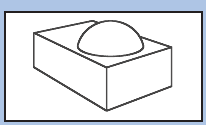
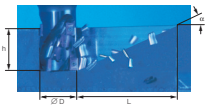
Średnica narzędzia	Frezowanie rowków			Frezowanie obrysu			Kopiowanie		
									
	Prędkość skrawania	Obróbka zgrubna	Obróbka wykańczająca	Prędkość skrawania	Obróbka zgrubna	Obróbka wykańczająca	Prędkość skrawania	Obróbka zgrubna	Obróbka wykańczająca
		$a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}15xD$	$a_e = 1{,}00xD$ $a_p = 0{,}03xD$		$a_e = 0{,}18xD$ $a_p = 0{,}65xD$	$a_e = 0{,}06xD$ $a_p = 0{,}45xD$		$a_e = 0{,}10xD$ $a_p = 0{,}25xD$	$a_e = 0{,}02xD$ $a_p = 0{,}03xD$
D [mm]	v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]		v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]		v_c [m/min]	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]	
2,0 ... 3,0	600-700	0,01	0,01	600-700	0,020	0,020	800-1000	0,025	0,020
4,0 ... 6,0		0,03	0,03		0,040	0,040		0,035	0,030
8,0 ... 10,0		0,04	0,04		0,060	0,060		0,080	0,060
12,0 ... 16,0		0,08	0,08		0,090	0,090		0,110	0,080
18,0 ... 20,0		0,1	0,1		0,110	0,110		0,110	0,080

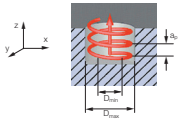
Tabela 8.51 GARANT Frezy do pogłębiania i kopiowania do produkcji narzędzi i form

Numery katalogowe 211805; 211810; 211845; 211850; 212070; 212085; 212090; 212095; 212110; 212105; 212110; 212125; 212135; 212145; 212155; 212165; 212170



Wcinanie skośne (ramping)

Numer katalogowy	Płytka skrawająca	Średnica	8	10	12	14	15	16	18	20	24	25	30	32	35	42	48	52	66	80	100	125
211805; 218810	VCGT22..	kąt α												6°		5°		4°	3°	2,5°		
		L dla maks. α												93,0		120,0		148,0	186,0	225,0		
		h, maks.												11		11		11	11	11		
211845; 211850	VDGT11..	kąt α						16°		12°30´		9°										
		L dla maks. α						17,4		22,6		31,6										
		h, maks.						5,5		5,5		5,5										
212070; 212085	RDHX0501	kąt α	5°	10°	8°	7°	6°30´	6°	5°	4°												
		L dla maks. α	28,6	14,1	17,8	20,4	21,9	23,8	28,6	35,7												
		h, maks.	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5												
212090; 212095; 212110	RDHX0702	kąt α					7°	6°30´	5°30´	5°		4°30´	4°	3°30´	3°30´							
		L dla maks. α					28,5	30,7	36,5	40,0		44,5	50,0	57,2	57,2							
		h, maks.					3,5	3,5	3,5	3,5		3,5	3,5	3,5	3,5							
212105; 212110; 212125; 212135	RDHX1003	kąt α								7°		9°		7°	6°	4,5°		3,5°				
		L dla maks. α								40,7		31,5		40,7	47,6	63,5		81,7				
		h, maks.								5		5		5	5	5		5				
212145; 212155	RDHX12T3	kąt α									9°30´			8°30´	8°	6,5°	8,5°	4°	2,7°	2°	1,5°	1°
		L dla maks. α									35,8			40,2	42,7	52,6	40,0	85,8	137,4	171,8	229,1	343,7
		h, maks.									6			6	6	6	6	6	6	6	6	6
212165; 212170	RDHX1604	kąt α												14,5°				8,5°	6°	4,5°	3°	2°
		L dla maks. α												30,9				53,5	76,1	101,6	152,6	229,0
		h, maks.												8				8	8	8	8	8

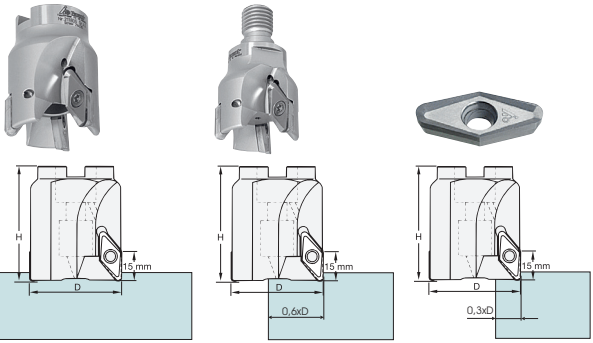


Wcinanie cyrkulacyjne

Numer katalogowy	Płytka skrawająca	Średnica	8	10	12	14	15	16	18	20	24	25	30	32	35	42	48	52	66	80	100	125
211805; 218810	VCGT22..	od (D, min.) przy ap												50 4		70 4		90 4	118 4	156 4		
		do (D, maks.) przy ap												62 4		82 4		100 4	128 4	156 4		
211845; 211850	VDGT11..	od (D, min.) przy ap						24 2		32 2		42 2										
		do (D, maks.) przy ap						30 2		38 2		48 2										
212070; 212085	RDHX0501	od (D, min.) przy ap	8,6 0,3	12,6 0,3	16,6 0,3	20 0,5	22 0,5	24 0,5	28 0,5	32 0,5												
		do (D, maks.) przy ap	13,3 0,3	17 0,3	21 0,3	26 0,5	28 0,5	30 0,5	34 0,5	38 0,5												
212090; 212095; 212110	RDHX0702	od (D, min.) przy ap					19 0,6	21 0,6	25 0,6	29 0,8		38,5 0,8	48,5 0,8	52,5 0,8	58,5 0,8							
		do (D, maks.) przy ap					22 0,6	29 0,6	33 0,6	37 0,8		47,5 0,8	57,5 0,8	52,5 0,8	67,5 0,8							
212105; 212110; 212125; 212135	RDHX1003	od (D, min.) przy ap								24,5 0,8		33,5 1,2		47,5 1,2	53,5 1,2	67,5 1,2		87,5 1,2				
		do (D, maks.) przy ap								35,4 0,8		46,5 1,2		60,5 1,2	66,5 1,2	80,5 1,2		100,5 1,2				
212145; 212155	RDHX12T3	od (D, min.) przy ap									29,3 1			44 1,5	50 1,5	64 1,5	76 1,5	84 1,5	112 1,5	140 1,5	180 1,5	230 1,5
		do (D, maks.) przy ap									42,6 1			59,9 1,5	65,9 1,5	79,9 1,5	91,9 1,5	99,9 1,5	127,9 1,5	155,9 1,5	195,9 1,5	245,9 1,5
212185; 212170	RDHX1604	od (D, min.) przy ap																77,4 2	105,4 2	133,4 2	173 2	223,4 2
		do (D, maks.) przy ap																98,3 2	126,6 2	154,6 2	194,6 2	244,6 2

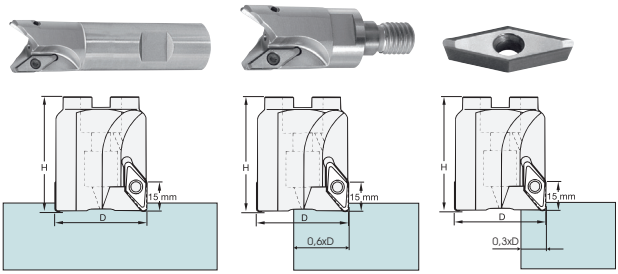
Tabela 8.52 GARANT Frezy do pogłębiania do metali nieżelaznych i tworzyw sztucznych (chłodzenie wewnętrzne)

Numery katalogowe 211805; 211810



Rodzaj obróbki	Głębokość skrawania	Prędkość skrawania	Posuw na ząb fz [mm/ząb]								
			$a_e = 1{,}0xD$			$a_e = 0{,}6xD$			$a_e = 0{,}3xD$		
	a_p maks. [mm]	v_c [m/min]	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
Obróbka zgrubna	15,0	< 1000	0,07	**0,10**	0,15	0,15	**0,20**	0,25	0,25	**0,30**	0,35
Obróbka średnia	4,0	< 1000	0,10	**0,15**	0,20	0,20	**0,25**	0,30	0,30	**0,35**	0,40
Obróbka zgrubna	1,5	< 1000	0,15	**0,25**	0,30	0,20	**0,35**	0,50	0,30	**0,45**	0,60

Numery katalogowe 211845; 211850



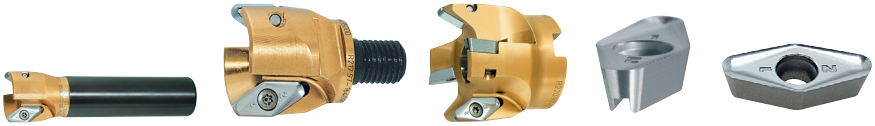
Rodzaj obróbki	Głębokość skrawania	Prędkość skrawania	Posuw na ząb fz [mm/ząb]								
			$a_e = 1{,}0xD$			$a_e = 0{,}6xD$			$a_e = 0{,}3xD$		
	a_p maks. [mm]	v_c [m/min]	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
Obróbka zgrubna	8,0	< 1000	0,04	**0,07**	0,10	0,06	**0,10**	0,15	0,15	**0,20**	0,25
Obróbka średnia	2,0	< 1000	0,06	**0,10**	0,15	0,10	**0,15**	0,20	0,15	**0,20**	0,25
Obróbka zgrubna	1,0	< 1000	0,08	**0,15**	0,20	0,10	**0,20**	0,30	0,15	**0,30**	0,45

Wskazówka:

Wartości startowe są wydrukowane **pogrubioną** czcionką.
Podane parametry skrawania są w znacznym stopniu zależne od warunków zewnętrznych, takich jak stabilność zamocowania narzędzia i obrabianego przedmiotu, materiał i obrabiarka. Są to wskaźniki dotyczące warunków optymalnych.

Tabela 8.53 Seco Aeromaster do metali nieżelaznych

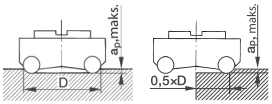
Numery katalogowe 220230; 220232; 220234



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm^2]	Prędkość skrawania v_c [m/min]			Posuw f_z [mm/ząb]		
			min.		maks.	min.		maks.
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	32	–	40	0,10	–	0,17
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	32	–	40	0,10	–	0,17
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	800	–	3000	0,15	–	0,30
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		800	–	3000	0,15	–	0,30
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		500	–	1000	0,15	–	0,27

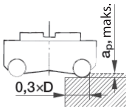
Tabela 8.54 GARANT Frezy do kopiowania Universal (płytki skrawające okrągłe)

Numery katalogowe 212070; 212085 — a_p maks. = 1,1 mm
212090; 212095; 212100 — a_p maks. = 1,5 mm
212105; 212110; 212125; 212135 — a_p maks. = 2,5 mm
212145; 212155 — a_p maks. = 4,0 mm
212165; 212170 — a_p maks. = 5,0 mm

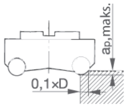


Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia	a_e/D = 0,5 ... 1											
				Płytka skraw. ∅ 5			Płytka skraw. ∅ 7			Płytka skraw. ∅ 10/12			Płytka skraw. ∅ 16		
				v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	a_p [mm]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	a_p [mm]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	a_p [mm]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	a_p [mm]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7520/HB 7735	275	0,08	1,1	250	0,12	1,5	220	0,18	2,5	180	0,32	4,0
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7520/HB 7735	250	0,08	1,1	225	0,12	1,5	200	0,18	2,5	165	0,32	4,0
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7520/HB 7735	320	0,08	1,1	290	0,12	1,5	260	0,18	2,5	220	0,32	4,0
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7520/HB 7735	250	0,08	1,1	225	0,12	1,5	200	0,18	2,5	165	0,32	4,0
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieln.	< 700	HB 7520/HB 7735	275	0,08	1,1	250	0,12	1,5	220	0,18	2,5	180	0,32	4,0
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieln.	700 – 850	HB 7520/HB 7735	250	0,08	1,1	225	0,12	1,5	200	0,18	2,5	165	0,32	4,0
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieln.	850 – 1000	HB 7520/HB 7735	210	0,08	1,1	190	0,12	1,5	170	0,18	2,5	140	0,32	4,0
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieln.	850 – 1000	HB 7520/HB 7735	185	0,08	1,1	170	0,12	1,5	150	0,18	2,5	130	0,32	4,0
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieln.	1000 – 1200	HB 7520/HB 7735	160	0,08	1,1	145	0,12	1,5	130	0,18	2,5	110	0,32	4,0
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HB 7520/HB 7735	275	0,08	1,1	250	0,12	1,5	220	0,18	2,5	180	0,32	4,0
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7520/HB 7735	185	0,08	1,1	170	0,12	1,5	150	0,18	2,5	130	0,32	4,0
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7520/HB 7735	160	0,08	1,1	145	0,12	1,5	130	0,18	2,5	110	0,32	4,0
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7520/HB 7735	185	0,08	1,1	170	0,12	1,5	150	0,18	2,5	130	0,32	4,0
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7520/HB 7735	160	0,08	1,1	145	0,12	1,5	130	0,18	2,5	110	0,32	4,0
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7520/HB 7735	185	0,08	1,1	170	0,12	1,5	150	0,18	2,5	130	0,32	4,0
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7520/HB 7735	160	0,08	1,1	145	0,12	1,5	130	0,18	2,5	110	0,32	4,0
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7520/HB 7735	130	0,05	1,1	120	0,08	1,5	100	0,13	2,5	80	0,23	4,0
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7520/HB 7735	130	0,05	1,1	120	0,08	1,5	100	0,13	2,5	80	0,23	4,0
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	HB 7505	165	0,05	1,1	150	0,08	1,5	130	0,13	2,5	110	0,23	4,0
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	HB 7505	145	0,05	1,1	130	0,08	1,5	110	0,13	2,5	100	0,23	4,0
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	HB 7505	120	0,05	1,1	110	0,08	1,5	90	0,13	2,5	80	0,23	4,0
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	HB 7520/HB 7710	130	0,05	1,1	120	0,08	1,5	100	0,13	2,5	80	0,23	4,0
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	HB 7520/HB 7710	60	0,05	1,1	55	0,08	1,5	45	0,13	2,5	40	0,23	4,0
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HB 7735/HB 7520	185	0,08	1,1	170	0,12	1,5	150	0,18	2,5	130	0,32	4,0
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HB 7705	250	0,08	1,1	225	0,12	1,5	200	0,18	2,5	165	0,32	4,0
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	HB 7705	290	0,08	1,1	265	0,12	1,5	230	0,18	2,5	200	0,32	4,0
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	HB 7705	255	0,08	1,1	230	0,12	1,5	210	0,18	2,5	175	0,32	4,0
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	HB 7705	220	0,08	1,1	200	0,12	1,5	170	0,18	2,5	145	0,32	4,0
14.0	Stopy specjalne	< 1200	HB 7520/HB 7710	50	0,05	1,1	45	0,08	1,5	40	0,13	2,5	30	0,23	4,0
15.0	Żeliwo (GG)	< 160 HB	HB 7705	260	0,08	1,1	235	0,12	1,5	210	0,18	2,5	170	0,32	4,0
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7705	240	0,08	1,1	220	0,12	1,5	190	0,18	2,5	150	0,32	4,0
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7705	220	0,08	1,1	200	0,12	1,5	175	0,18	2,5	140	0,32	4,0
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7705	175	0,08	1,1	160	0,12	1,5	140	0,18	2,5	120	0,32	4,0
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	HB 7520/HU 7710	75	0,05	1,1	70	0,08	1,5	60	0,13	2,5	55	0,23	4,0
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	HB 7520/HU 7710	60	0,05	1,1	55	0,08	1,5	45	0,13	2,5	40	0,23	4,0
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	HU 7710	1210	0,08	1,1	1100	0,12	1,5	1000	0,18	2,5	950	0,32	4,0
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HU 7710/HB 7735	660	0,08	1,1	600	0,12	1,5	500	0,18	2,5	400	0,32	4,0
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HU 7710/HB 7735	440	0,08	1,1	400	0,12	1,5	320	0,18	2,5	280	0,32	4,0
18.0	Miedź niskostopowa	< 350	HU 7710/HB 7735	660	0,08	1,1	600	0,12	1,5	500	0,18	2,5	400	0,32	4,0
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HU 7710/HB 7735	550	0,08	1,1	500	0,12	1,5	400	0,18	2,5	350	0,32	4,0
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HU 7710/HB 7735	550	0,08	1,1	500	0,12	1,5	400	0,18	2,5	350	0,32	4,0
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HU 7710/HB 7735	550	0,08	1,1	500	0,12	1,5	400	0,18	2,5	350	0,32	4,0
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HU 7710/HB 7735	550	0,08	1,1	500	0,12	1,5	400	0,18	2,5	350	0,32	4,0
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HU 7710/HB 7735	550	0,08	1,1	500	0,12	1,5	400	0,18	2,5	350	0,32	4,0
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HU 7710/HB 7735	440	0,08	1,1	400	0,12	1,5	320	0,18	2,5	280	0,32	4,0
19.0	Grafit		HB 7505	260	0,08	1,1	235	0,12	1,5	210	0,18	2,5	170	0,32	4,0
20.0	Termoplasty		HU 7710	1210	0,08	1,1	1100	0,12	1,5	1000	0,18	2,5	950	0,32	4,0
20.1	Duroplasty		HU 7710/HB 7735	660	0,08	1,1	600	0,12	1,5	500	0,18	2,5	400	0,32	4,0
20.2	GFK i CFK		HU 7710/HB 7735	440	0,08	1,1	400	0,12	1,5	320	0,18	2,5	280	0,32	4,0













	$a_e/D = 0,3$												$a_e/D = 0,1$												Środek chodząco--smarujący
	Płytka skraw. ∅ 5			Płytka skraw. ∅ 7			Płytka skraw. ∅ 10/12			Płytka skraw. ∅ 16			Płytka skraw. ∅ 5			Płytka skraw. ∅ 7			Płytka skraw. ∅ 10/12			Płytka skraw. ∅ 16			
	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	a_p [mm]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	a_p [mm]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	a_p [mm]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	a_p [mm]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	a_p [mm]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	a_p [mm]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	a_p [mm]	v_c [m/min]	f_z [mm/ząb]	a_p [mm]	
	335	0,12	1,1	310	0,18	1,5	275	0,22	2,5	235	0,40	4,0	375	0,15	1,1	350	0,22	1,5	310	0,27	2,5	250	0,55	4,0	bez
	300	0,12	1,1	280	0,18	1,5	250	0,22	2,5	215	0,40	4,0	340	0,15	1,1	315	0,22	1,5	280	0,27	2,5	230	0,55	4,0	bez
	390	0,12	1,1	360	0,18	1,5	325	0,22	2,5	285	0,40	4,0	440	0,15	1,1	410	0,22	1,5	365	0,27	2,5	310	0,55	4,0	bez
	300	0,12	1,1	280	0,18	1,5	250	0,22	2,5	215	0,40	4,0	335	0,15	1,1	315	0,22	1,5	280	0,27	2,5	230	0,55	4,0	bez
	335	0,12	1,1	310	0,18	1,5	275	0,22	2,5	235	0,40	4,0	375	0,15	1,1	350	0,22	1,5	310	0,27	2,5	250	0,55	4,0	bez
	300	0,12	1,1	280	0,18	1,5	250	0,22	2,5	215	0,40	4,0	335	0,15	1,1	315	0,22	1,5	280	0,27	2,5	230	0,55	4,0	bez
	260	0,12	1,1	240	0,18	1,5	210	0,22	2,5	180	0,40	4,0	285	0,15	1,1	265	0,22	1,5	240	0,27	2,5	195	0,55	4,0	bez
	225	0,12	1,1	210	0,18	1,5	185	0,22	2,5	170	0,40	4,0	255	0,15	1,1	240	0,22	1,5	210	0,27	2,5	180	0,55	4,0	bez
	195	0,12	1,1	180	0,18	1,5	160	0,22	2,5	145	0,40	4,0	220	0,15	1,1	205	0,22	1,5	180	0,27	2,5	155	0,55	4,0	emulsja
	335	0,12	1,1	310	0,18	1,5	275	0,22	2,5	235	0,40	4,0	375	0,15	1,1	350	0,22	1,5	310	0,27	2,5	250	0,55	4,0	bez
	225	0,12	1,1	210	0,18	1,5	185	0,22	2,5	170	0,40	4,0	255	0,15	1,1	240	0,22	1,5	210	0,27	2,5	180	0,55	4,0	bez
	195	0,12	1,1	180	0,18	1,5	160	0,22	2,5	145	0,40	4,0	220	0,15	1,1	205	0,22	1,5	180	0,27	2,5	155	0,55	4,0	emulsja
	225	0,12	1,1	210	0,18	1,5	185	0,22	2,5	170	0,40	4,0	255	0,15	1,1	240	0,22	1,5	210	0,27	2,5	180	0,55	4,0	bez
	155	0,12	1,1	145	0,18	1,5	130	0,22	2,5	145	0,40	4,0	155	0,15	1,1	145	0,22	1,5	130	0,27	2,5	110	0,55	4,0	emulsja
	230	0,12	1,1	210	0,18	1,5	185	0,22	2,5	170	0,40	4,0	255	0,15	1,1	240	0,22	1,5	210	0,27	2,5	180	0,55	4,0	bez
	195	0,12	1,1	180	0,18	1,5	160	0,22	2,5	145	0,40	4,0	220	0,15	1,1	205	0,22	1,5	180	0,27	2,5	155	0,55	4,0	emulsja
	160	0,08	1,1	150	0,13	1,5	125	0,16	2,5	105	0,30	4,0	180	0,16	1,1	170	0,16	1,5	140	0,19	2,5	110	0,38	4,0	emulsja
	160	0,08	1,1	150	0,13	1,5	125	0,16	2,5	105	0,30	4,0	180	0,16	1,1	170	0,16	1,5	140	0,19	2,5	110	0,38	4,0	emulsja
	200	0,08	1,1	185	0,13	1,5	155	0,16	2,5	140	0,30	4,0	250	0,16	1,1	235	0,16	1,5	180	0,19	2,5	155	0,38	4,0	bez
	180	0,08	1,1	165	0,13	1,5	140	0,16	2,5	130	0,30	4,0	190	0,16	1,1	180	0,16	1,5	155	0,19	2,5	140	0,38	4,0	bez
	150	0,08	1,1	140	0,13	1,5	110	0,16	2,5	100	0,30	4,0	165	0,16	1,1	155	0,16	1,5	125	0,19	2,5	110	0,38	4,0	bez
	160	0,08	1,1	150	0,13	1,5	125	0,16	2,5	105	0,30	4,0	180	0,16	1,1	170	0,16	1,5	140	0,19	2,5	110	0,38	4,0	emulsja
	75	0,08	1,1	70	0,13	1,5	55	0,16	2,5	50	0,30	4,0	80	0,16	1,1	75	0,16	1,5	65	0,19	2,5	55	0,38	4,0	emulsja
	225	0,12	1,1	210	0,18	1,5	185	0,22	2,5	170	0,40	4,0	255	0,15	1,1	240	0,22	1,5	210	0,27	2,5	180	0,55	4,0	bez
	300	0,12	1,1	280	0,18	1,5	250	0,22	2,5	215	0,40	4,0	335	0,15	1,1	315	0,22	1,5	280	0,27	2,5	230	0,55	4,0	bez
	355	0,12	1,1	330	0,18	1,5	290	0,22	2,5	260	0,40	4,0	395	0,15	1,1	370	0,22	1,5	320	0,27	2,5	280	0,55	4,0	bez
	310	0,12	1,1	285	0,18	1,5	260	0,22	2,5	230	0,40	4,0	340	0,15	1,1	320	0,22	1,5	295	0,27	2,5	245	0,55	4,0	emulsja
	270	0,12	1,1	250	0,18	1,5	210	0,22	2,5	190	0,40	4,0	300	0,15	1,1	280	0,22	1,5	240	0,27	2,5	200	0,55	4,0	emulsja
	60	0,08	1,1	55	0,13	1,5	50	0,16	2,5	37	0,30	4,0	65	0,16	1,1	63	0,16	1,5	55	0,19	2,5	56	0,38	4,0	emulsja
	320	0,12	1,1	295	0,18	1,5	265	0,22	2,5	220	0,40	4,0	355	0,15	1,1	330	0,22	1,5	295	0,27	2,5	240	0,55	4,0	bez
	295	0,12	1,1	275	0,18	1,5	240	0,22	2,5	195	0,40	4,0	330	0,15	1,1	310	0,22	1,5	260	0,27	2,5	210	0,55	4,0	bez
	270	0,12	1,1	250	0,18	1,5	220	0,22	2,5	180	0,40	4,0	300	0,15	1,1	280	0,22	1,5	245	0,27	2,5	195	0,55	4,0	bez
	215	0,12	1,1	200	0,18	1,5	175	0,22	2,5	155	0,40	4,0	235	0,15	1,1	220	0,22	1,5	190	0,27	2,5	165	0,55	4,0	emulsja
	95	0,08	1,1	90	0,13	1,5	75	0,16	2,5	70	0,30	4,0	105	0,16	1,1	100	0,16	1,5	85	0,19	2,5	75	0,38	4,0	emulsja
	75	0,08	1,1	70	0,13	1,5	55	0,16	2,5	50	0,30	4,0	80	0,16	1,1	75	0,16	1,5	65	0,19	2,5	55	0,38	4,0	emulsja
	1485	0,12	1,1	1375	0,18	1,5	1250	0,22	2,5	1230	0,40	4,0	1650	0,15	1,1	1540	0,22	1,5	1400	0,27	2,5	1330	0,55	4,0	emulsja
	810	0,12	1,1	750	0,18	1,5	630	0,22	2,5	500	0,40	4,0	900	0,15	1,1	840	0,22	1,5	700	0,27	2,5	560	0,55	4,0	emulsja
	540	0,12	1,1	500	0,18	1,5	400	0,22	2,5	360	0,40	4,0	600	0,15	1,1	560	0,22	1,5	450	0,27	2,5	390	0,55	4,0	emulsja
	810	0,12	1,1	750	0,18	1,5	630	0,22	2,5	500	0,40	4,0	900	0,15	1,1	840	0,22	1,5	700	0,27	2,5	560	0,55	4,0	emulsja
	675	0,12	1,1	625	0,18	1,5	500	0,22	2,5	450	0,40	4,0	750	0,15	1,1	700	0,22	1,5	560	0,27	2,5	490	0,55	4,0	bez
	675	0,12	1,1	625	0,18	1,5	500	0,22	2,5	450	0,40	4,0	750	0,15	1,1	700	0,22	1,5	560	0,27	2,5	490	0,55	4,0	bez
	675	0,12	1,1	625	0,18	1,5	500	0,22	2,5	450	0,40	4,0	750	0,15	1,1	700	0,22	1,5	560	0,27	2,5	490	0,55	4,0	bez
	675	0,12	1,1	625	0,18	1,5	500	0,22	2,5	450	0,40	4,0	750	0,15	1,1	700	0,22	1,5	560	0,27	2,5	490	0,55	4,0	bez
	675	0,12	1,1	625	0,18	1,5	500	0,22	2,5	450	0,40	4,0	750	0,15	1,1	700	0,22	1,5	560	0,27	2,5	490	0,55	4,0	bez
	540	0,12	1,1	500	0,18	1,5	400	0,22	2,5	360	0,40	4,0	600	0,15	1,1	560	0,22	1,5	450	0,27	2,5	390	0,55	4,0	emulsja
	320	0,12	1,1	295	0,18	1,5	265	0,22	2,5	220	0,40	4,0	355	0,15	1,1	330	0,22	1,5	295	0,27	2,5	240	0,55	4,0	bez
	1485	0,12	1,1	1375	0,18	1,5	1250	0,22	2,5	1230	0,40	4,0	1650	0,15	1,1	1540	0,22	1,5	1400	0,27	2,5	1330	0,55	4,0	emulsja
	810	0,12	1,1	750	0,18	1,5	630	0,22	2,5	500	0,40	4,0	900	0,15	1,1	840	0,22	1,5	700	0,27	2,5	560	0,55	4,0	emulsja
	540	0,12	1,1	500	0,18	1,5	400	0,22	2,5	360	0,40	4,0	560	0,15	1,1	560	0,22	1,5	450	0,27	2,5	390	0,55	4,0	emulsja

Tabela 8.55 GARANT Frezy torusowe

Numer katalogowy 212675





Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Materiał narzędzia	Prędkość skrawania vc [m/min]			Posuw f [mm/ząb] dla średnicy narzędzia D [mm]					
		[N/mm²]		min.	start	maks.	8	10	12	16	20	25
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7720	170	200	230	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7720	170	200	220	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7720	190	230	260	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7720	180	220	250	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	HB 7720	180	200	230	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	HB 7720	180	200	230	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7705	150	170	200	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7705	110	140	170	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	HB 7705	110	140	170	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HB 7720	180	200	230	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7705	180	200	230	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7705	160	180	210	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7705	160	180	210	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7705	160	180	210	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7720	130	150	180	0,25	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7705	110	140	170	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7705	100	120	140	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7705	100	120	140	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	HB 7705	70	80	90	0,25	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	HB 7705	70	80	90	0,25	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	HB 7705	60	70	80	0,25	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	HB 7705	110	140	170	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	HB 7705	110	140	170	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HB 7705	110	140	170	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HB 7720	140	160	180	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	HB 7720	120	140	160	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	HB 7720	100	120	140	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	HB 7720	140	160	180	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
14.0	Stopy specjalne	< 1200	HB 7720	30	40	50	0,08	0,08	0,08	0,1	0,1	0,1
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HB 7705	200	300	400	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7705	180	280	350	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7705	150	250	350	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7705	130	150	150	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	HB 7720	60	70	80	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	HB 7720	40	50	60	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	HB 7710	1300	1400	1500	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HB 7710	600	700	800	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HB 7710	400	500	600	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HB 7710	700	800	900	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HB 7710	500	600	700	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HB 7710	500	600	700	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HB 7710	500	600	700	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HB 7710	500	600	700	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HB 7710	500	600	700	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HB 7710	390	450	560	0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6
19.0	Grafit		HB 7705	170	200	230	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9
20.0	Termoplasty		HB 7710	1300	1400	1500	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
20.1	Duroplasty		HB 7710	600	700	800	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
20.2	GFK i CFK		HB 7710	400	500	600	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6

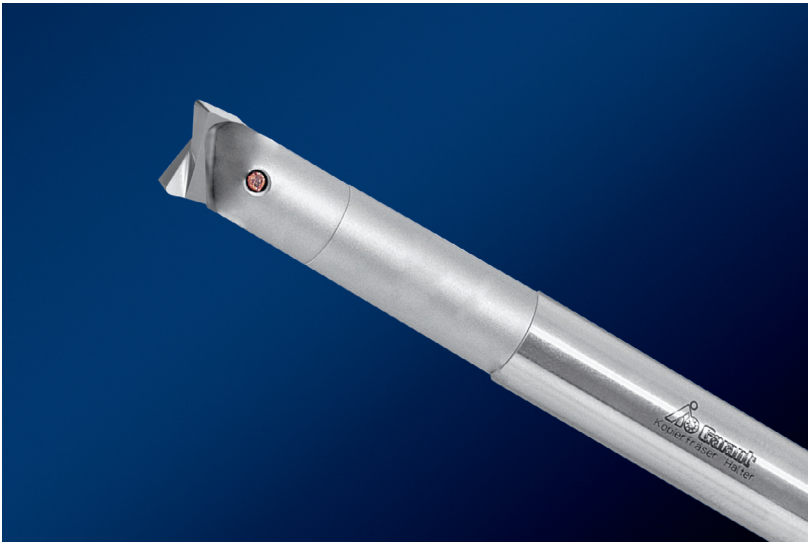
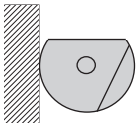
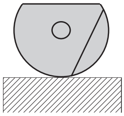


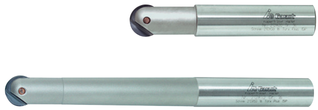
Tabela 8.56 GARANT Frezy do kopiowania Universal - frezy kuliste do kopiowania

Numery katalogowe 212800 do 212820



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Materiał narzędzia	Prędkość skrawania vc [m/min]			Posuw f [mm/ząb] dla średnicy narzędzia D [mm]					
		[N/mm²]		min.	start	maks.	8	10	12	16	20	25
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7720	170	200	230	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7720	170	200	220	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7720	190	230	260	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7720	180	220	250	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	HB 7720	180	200	230	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	HB 7720	180	200	230	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7705	150	170	200	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7705	110	140	170	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	HB 7705	110	140	170	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HB 7720	180	200	230	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7705	180	200	230	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7705	160	180	210	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7705	160	180	210	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7705	160	180	210	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7720	130	150	180	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7705	110	140	170	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7705	100	120	140	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7705	100	120	140	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	HB 7705	70	80	90	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	HB 7705	70	80	90	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	HB 7705	60	70	80	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	HB 7705	110	140	170	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	HB 7705	110	140	170	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HB 7705	110	140	170	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HB 7720	140	160	180	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	HB 7720	120	140	160	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	HB 7720	100	120	140	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	HB 7720	140	160	180	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
14.0	Stopy specjalne	< 1200	HB 7720	30	40	50	0,08	0,08	0,08	0,1	0,1	0,1
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HB 7705	200	300	400	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7705	180	280	350	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7705	150	250	350	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7705	130	150	150	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	HB 7720	60	70	80	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	HB 7720	40	50	60	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	HB 7710	1300	1400	1500	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HB 7710	600	700	800	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HB 7710	400	500	600	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HB 7710	700	800	900	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HB 7710	500	600	700	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HB 7710	500	600	700	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HB 7710	500	600	700	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HB 7710	500	600	700	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HB 7710	500	600	700	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HB 7710	390	450	560	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
19.0	Grafit		HB 7705	200	300	400	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9
20.0	Termoplasty		HB 7710	1300	1400	1500	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
20.1	Duroplasty		HB 7710	600	700	800	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
20.2	GFK i CFK		HB 7710	400	500	600	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4





Posuw f [mm/ząb] dla średnicy narzędzia D [mm]						Głębokość skrawania a_p maks. [mm]	Szer. styczności narz. z obrab. przedmiotem a_e maks. [mm]
8	10	12	16	20	25		
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/15	D/15
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/15	D/15
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/15	D/15
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/15	D/15
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/15	D/15
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/15	D/15
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/15	D/15
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/20	D/20
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/20	D/20
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/15	D/15
0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	D/15	D/15
0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	D/15	D/15
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/15	D/15
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/15	D/15
0,25	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	D/20	D/20
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/20	D/20
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/20	D/20
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/20	D/20
0,25	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	D/20	D/20
0,25	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	D/20	D/20
0,25	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	D/20	D/20
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/20	D/20
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/20	D/20
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	D/20	D/20
0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	D/20	D/20
0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	D/20	D/20
0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	D/20	D/20
0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	D/20	D/20
0,08	0,08	0,08	0,1	0,1	0,1	D/20	D/20
0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	D/10	D/10
0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	D/10	D/10
0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	D/10	D/10
0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	D/10	D/10
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/20	D/20
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/20	D/20
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/10	D/10
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/10	D/10
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/10	D/10
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/15	D/15
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/15	D/15
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/15	D/15
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/15	D/15
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/15	D/15
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/15	D/15
0,25	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	D/20	D/20
0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	D/5	D/5
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/10	D/10
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/10	D/10
0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	D/10	D/10

Obliczanie parametrów skrawania

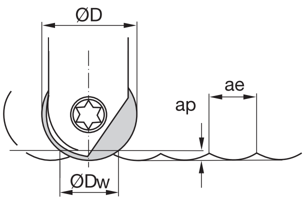
1. Prędkość obrotowa

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_w} \quad \text{(obr./min)}$$

$$D_w = 2 \times \sqrt{a_p \times (D - a_p)} \quad \text{(mm)}$$



n = prędkość obrotowa (obr./min)
V_c = prędkość skrawania
D_w = efektywna średnica narzędzia (średnica czynna)
a_p = głębokość skrawania
a_e = szer. stycz. narzędzia z obrab. przedm. (mm)
V_f = prędkość posuwu (mm/min)
f = posuw (mm/obr.)



Efektywna średnica narzędzia

Średnica narzędzia [mm]	Średnica czynna Dw [mm] przy głębokości skrawania ap												
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
8	1,8	2,5	3,0	3,9	5,3	6,2	–	–	–	–	–	–	–
10	2,0	2,8	3,4	4,4	6,0	7,1	8,0	–	–	–	–	–	–
12	2,2	3,1	3,7	4,8	6,6	7,9	8,9	9,7	–	–	–	–	–
16	2,5	3,6	4,3	5,6	7,7	9,3	10,6	11,6	12,5	–	–	–	–
20	2,8	4,0	4,9	6,2	8,7	10,5	12,0	13,2	14,3	15,2	16,0	–	–
25	3,2	4,5	5,4	7,0	9,8	11,9	13,6	15,0	16,2	17,3	18,3	19,2	20,0

Tabela 8.57 SECO Frezy do kopiowania Feedmaster

Numery katalogowe 220250 do 220260

1. Prędkości skrawania

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Frezowanie kopiowe								
			Obróbka na sucho					Obróbka na mokro			
			Materiał narzędzia	vc [m/min]				Materiał narzędzia	vc [m/min]		
		[N/mm^2]	1. wybór	min.	–	start	– maks.	1. wybór	min.	– start	– maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	F25M	300	–	**325**	– 350	F25M	280	– **300**	– 320
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	F25M	270	–	**300**	– 330	F25M	250	– **275**	– 300
2.0	Stale automatowe	< 850	F25M	270	–	**300**	– 330	F25M	250	– **275**	– 300
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	F25M	250	–	**275**	– 300	F25M	230	– **260**	– 290
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	< 700	F25M	300	–	**325**	– 350	F25M	280	– **300**	– 320
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	700 – 850	F25M	270	–	**300**	– 330	F25M	250	– **275**	– 300
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	850 – 1000	F25M	250	–	**275**	– 300	F25M	230	– **260**	– 290
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplne.	850 – 1000	F25M	220	–	**250**	– 280	F25M	200	– **230**	– 260
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplne.	1000 – 1200	F25M	180	–	**215**	– 250	F25M	170	– **200**	– 230
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	F25M	270	–	**300**	– 330	F25M	250	– **275**	– 300
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	F25M	180	–	**215**	– 250	F25M	170	– **200**	– 230
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	F25M	140	–	**170**	– 200	F25M	200	– **150**	– 180
7.0	Stale do azotowania	< 1000	F30M	120	–	**130**	– 140	F30M	100	– **110**	– 120
7.1	Stale do azotowania	> 1000	F30M	110	–	**120**	– 130	F30M	80	– **90**	– 100
8.0	Stale narzędziowe	< 850	F25M	160	–	**180**	– 200	F25M	140	– **160**	– 180
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	F25M	140	–	**160**	– 180	F25M	130	– **150**	– 170
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	F25M	120	–	**140**	– 160	F25M	110	– **130**	– 150
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	F25M	110	–	**130**	– 150	F25M	90	– **110**	– 130
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	F15M	120	–	**160**	– 200	–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	F15M	80	–	**90**	– 100	–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	F15M	50	–	**60**	– 70	–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	F25M	50	–	**60**	– 70	F25M	40	– **50**	– 60
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	F25M	40	–	**50**	– 60	F25M	30	– **40**	– 50
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	F25M	120	–	**160**	– 200	F25M	100	– **140**	– 180
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	F30M	220	–	**240**	– 260	F30M	120	– **130**	– 140
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	F30M	200	–	**220**	– 240	F30M	100	– **110**	– 120
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	F30M	180	–	**200**	– 220	F30M	90	– **100**	– 100
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	F30M	160	–	**170**	– 180	F30M	80	– **90**	– 90
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–			–		F40M	40	– **50**	– 60
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	F15M	150	–	**185**	– 220	F15M	150	– **185**	– 220
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	F15M	140	–	**160**	– 180	F15M	140	– **160**	– 180
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	F15M	130	–	**150**	– 170	F15M	130	– **150**	– 170
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	F15M	120	–	**130**	– 140	F15M	120	– **130**	– 140
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–			–		F30M	50	– **60**	– 70
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–			–		F30M	40	– **50**	– 60
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	H25	800	–	**1000**	– 1200	H25	800	– **1000**	– 1200
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		H25	700	–	**850**	– 1000	H25	700	– **850**	– 1000
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		H25	500	–	**600**	– 700	H25	500	– **600**	– 700
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	H25	600	–	**750**	– 900	H25	600	– **750**	– 900
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	H25	600	–	**750**	– 900	H25	600	– **750**	– 900
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	H25	600	–	**750**	– 900	H25	600	– **750**	– 900
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	H25	600	–	**750**	– 900	H25	600	– **750**	– 900
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	H25	400	–	**500**	– 600	H25	400	– **500**	– 600
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	H25	400	–	**500**	– 600	H25	400	– **500**	– 600
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	H25	400	–	**500**	– 600	H25	400	– **500**	– 600
19.0	Grafit		F15M	250	–	**350**	– 450	F15M	250	– **350**	– 450
20.0	Termoplasty		H25	800	–	**1000**	– 1200	H25	800	– **1000**	– 1200
20.1	Duroplasty		H25	700	–	**850**	– 1000	H25	700	– **850**	– 1000
20.2	GFK i CFK		H25	500	–	**600**	– 700	H25	500	– **600**	– 700







Frezowanie z posuwem wgłębnym i frezowanie cyrkulacyjne otworów											
Obróbka na sucho							Obróbka na mokro				
Materiał narzędzia	vc [m/min]						Materiał narzędzia	vc [m/min]			
1. wybór	min.	–	start	–	maks.		1. wybór	min.	–	start	–	maks.
F25M	195	–	**210**	–	225		F25M	180	–	**195**	–	210
F25M	180	–	**200**	–	220		F25M	160	–	**180**	–	200
F25M	180	–	**200**	–	220		F25M	160	–	**180**	–	200
F25M	160	–	**180**	–	200		F25M	150	–	**170**	–	190
F25M	195	–	**210**	–	225		F25M	168	–	**190**	–	200
F25M	180	–	**200**	–	220		F25M	160	–	**180**	–	200
F25M	160	–	**180**	–	200		F25M	150	–	**170**	–	190
F25M	140	–	**160**	–	180		F25M	130	–	**150**	–	170
F25M	120	–	**140**	–	160		F25M	110	–	**130**	–	150
F25M	180	–	**200**	–	220		F25M	160	–	**180**	–	200
F25M	120	–	**140**	–	160		F25M	110	–	**130**	–	150
F25M	110	–	**120**	–	130		F25M	80	–	**100**	–	120
F30M	80	–	**85**	–	90		F30M	70	–	**75**	–	80
F30M	70	–	**80**	–	90		F30M	50	–	**60**	–	70
F25M	100	–	**150**	–	130		F25M	90	–	**105**	–	120
F25M	90	–	**105**	–	120		F25M	80	–	**95**	–	110
F25M	80	–	**90**	–	100		F25M	70	–	**85**	–	100
F25M	70	–	**80**	–	90		F25M	60	–	**70**	–	80
F15M	80	–	**105**	–	130		–			–		
F15M	60	–	**65**	–	70		–			–		
F15M	45	–	**50**	–	55		–			–		
F25M	45	–	**50**	–	55		F25M	30	–	**35**	–	40
F25M	30	–	**35**	–	40		F25M	21	–	**25**	–	30
F25M	80	–	**105**	–	130		F25M	70	–	**80**	–	90
F30M	140	–	**155**	–	170		F30M	100	–	**115**	–	130
F30M	130	–	**145**	–	160		F30M	65	–	**75**	–	85
F30M	120	–	**130**	–	140		F30M	60	–	**75**	–	90
F30M	100	–	**110**	–	120		F30M	50	–	**65**	–	80
–			–				F40M	30	–	**40**	–	70
F15M	100	–	**120**	–	140		F15M	100	–	**120**	–	140
F15M	90	–	**105**	–	120		F15M	90	–	**105**	–	120
F15M	85	–	**100**	–	110		F15M	85	–	**100**	–	110
F15M	80	–	**85**	–	90		F15M	80	–	**85**	–	90
–			–				F30M	50	–	**60**	–	70
–			–				F30M	40	–	**50**	–	60
H25	500	–	**650**	–	800		H25	500	–	**650**	–	800
H25	450	–	**550**	–	650		H25	450	–	**550**	–	650
H25	320	–	**385**	–	450		H25	320	–	**385**	–	450
H25	400	–	**490**	–	580		H25	400	–	**490**	–	580
H25	400	–	**490**	–	580		H25	400	–	**490**	–	580
H25	400	–	**490**	–	580		H25	400	–	**490**	–	580
H25	400	–	**490**	–	580		H25	400	–	**490**	–	580
H25	250	–	**320**	–	390		H25	250	–	**320**	–	390
H25	250	–	**320**	–	390		H25	250	–	**320**	–	390
H25	250	–	**320**	–	390		H25	250	–	**320**	–	390
F15M	160	–	**225**	–	290		F15M	160	–	**225**	–	290
H25	500	–	**650**	–	800		H25	500	–	**650**	–	800
H25	450	–	**550**	–	650		H25	450	–	**550**	–	650
H25	320	–	**385**	–	450		H25	320	–	**385**	–	450

Tabela 8.57 SECO Frezy do kopiowania Feedmaster - ciąg dalszy

Numery katalogowe **220250 do 220260**

2. Frezowanie kopiowe

maksymalny kąt zagłębienia α uzależniony jest od średnicy.

art. nr	średnica	16			20/25			32/35/40/42			50/63/66/80/100		
		min.	**start**	maks.	min.	**start**	maks.	min.	**start**	maks.	min.	**start**	maks.
220250–220260	**fz /(mm/ząb)**	0,3	**0,4**	0,8	0,5	**0,6**	1,5	0,5	**0,8**	2,0	0,5	**1,0**	3,0
	ap mm	0,0	**0,4**	0,6	0,0	**0,5**	0,7	0	**0,8**	1,0	0	**1,6**	1,8
	odch. promienia rp* promień programowalny	1,00			1,50			1,70			2,85		
	odchyłka teoretyczna ▲ r	0,30			0,44			0,60			0,97		

(Parametry skrawania Vc zob. Tabela 1.) (wart. do frezowania kopiowego) Wartości dla średnic Dc2 = 50 mm – Dc2 = 100 mm

3. Zagłębianie skośne (ramping)

maksymalny kąt zagłębienia α uzależniony jest od średnicy.

art. nr	średnica	16	20	25	32	35	40	42	50	52	63	66	80	100
220250–220260	**kąt** α (wartości średnie)	8,95°	10,3°	5,7°	5,35°	4,45°	3,45°	3,25°	2,65°	2,5°	1,85°	1,7°	1,3°	0,95°
	L dla a maks.	4	4	7	11	13	17	18	39	41	56	61	79	109
	h maks.	0,6	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

(Parametry skrawania Vc zob. Tabela 1.) (wart. do frezowania kopiowego)

4. Zagłębianie obiegowe

średnice obrabianych otworów zależą od średnicy narzędzia.

art. nr	średnica	16	20	25	32	35	40	42	50	52	63	66	80	100
220250–220260	**od D min.**	25	31	41	53	59	69	73	86	90	112	118	145	185
	do D maks.	30	38	48	62	68	78	82	98	102	124	130	158	198
	ap maks.	0,6	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

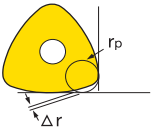
(Parametry skrawania Vc zob. Tabela 1.) (wart. do frezow. wgłębnego i obiegowego)

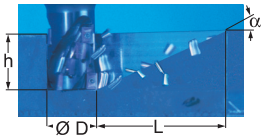
5. Pogłębianie

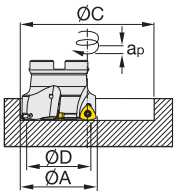
średnice obrabianych otworów zależą od średnicy narzędzia.

art. nr	średnica	16	20	25	32	35	40	42	50	52	63	66	80	100
220250–220260	**fz: min.**	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
	fz: start	0,07	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
	fz: maks.	0,09	0,11	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	ae maks.	5,0	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0	9,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0

(Parametry skrawania Vc zob. Tabela 1.) (wart. do frezow. wgłębnego i obiegowego)


rp
Δr


α
h
Ø D
L


ØC
ap
ØD
ØA

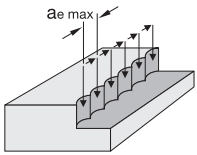

ae max

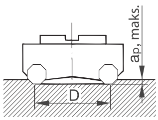
Tabela 8.58 GARANT Głowice frezowe do płaszczyzn 43° Octo (ośmiokątne płytki skrawające OFKX 05)

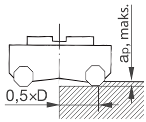
Numer katalogowy 213300

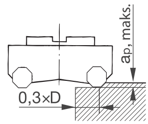
Użytkowa liczba naroży 7: a_p maks. = 3,5 mm
Użytkowa liczba naroży 8: a_p maks. = 2,2 mm

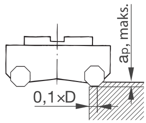
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	wytrzymałość	Obróbka na sucho				Obróbka na mokro			
			Materiał narzędzia	v_c [m/min]			Materiał narzędzia	v_c [m/min]		
		[N/mm²]	1. wybór	min.	start	maks.	1. wybór	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7520	200	250	300	HB 7535	180	220	270
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7520	170	200	230	HB 7535	150	170	190
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7520	170	200	230	HB 7535	150	170	190
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7520	150	180	220	HB 7535	140	160	180
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	HB 7520	200	250	300	HB 7535	180	220	270
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	HB 7520	170	200	230	HB 7535	150	170	190
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7520	150	180	220	HB 7535	140	160	180
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7520	140	170	200	HB 7535	120	150	180
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	HB 7520	110	135	160	HB 7535	100	120	140
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HB 7520	200	250	300	HB 7535	180	220	270
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7520	140	170	200	HB 7535	120	150	180
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7520	110	135	160	HB 7535	100	120	140
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7520	120	135	150	HB 7535	120	135	150
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7520	110	135	160	HB 7535	100	120	140
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7520	140	170	200	HB 7535	120	150	180
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7520	110	135	160	HB 7535	100	120	140
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7520	95	105	115	HB 7535	95	105	115
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7520	95	105	115	HB 7535	95	105	115
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350			–		HB 7535	40	50	60
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800			–		HB 7535	25	30	35
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HB 7520	110	135	160	HB 7535	100	120	140
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HB 7535	200	220	240	HB 7535	70	90	100
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	HB 7535	200	220	240	HB 7535	70	90	100
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	HB 7535	140	160	180	HB 7535	60	75	90
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	HB 7535	130	145	160	HB 7535	60	70	80
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–		–		HB 7535	30	40	50
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HB 7520	180	190	200	HB 7535	160	170	180
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7520	160	170	180	HB 7535	160	170	180
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7520	130	145	160	HB 7535	120	135	150
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7520	120	135	150	HB 7535	120	135	150
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–		–		HB 7535	60	70	80
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–		–		HB 7535	40	50	60
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	HB 7510	1200	1350	1500	HB 7510	1200	1350	1500
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HB 7510	1000	1150	1300	HB 7510	1000	1150	1300
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HB 7510	600	700	800	HB 7510	600	700	800
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HB 7510	500	550	600	HB 7510	500	550	600
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HB 7510	500	550	600	HB 7510	500	550	600
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HB 7510	500	550	600	HB 7510	500	550	600
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HB 7510	500	550	600	HB 7510	500	550	600
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HB 7510	300	350	500	HB 7510	300	350	500
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HB 7510	300	350	500	HB 7510	300	350	500
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HB 7510	250	300	400	HB 7510	250	300	400
19.0	Grafit		HB 7520	180	190	200			–	
20.0	Termoplasty		HB 7510	1200	1350	1500	HB 7510	1200	1350	1500
20.1	Duroplasty		HB 7510	1000	1150	1300	HB 7510	1000	1150	1300
20.2	GFK i CFK		HB 7510	600	700	800	HB 7510	600	700	800

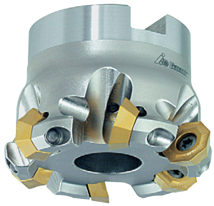
Garant®



















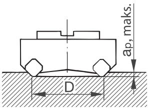
Posuw na ząb f_z [mm/ząb]								
do a_e = (0,5 ... 1)xD			do a_e = 0,3xD			do a_e = 0,1xD		
min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
0,25 –	**0,30**	– 0,32	0,30 –	**0,37**	– 0,40	0,40 –	**0,60**	– 0,65
0,25 –	**0,30**	– 0,32	0,30 –	**0,37**	– 0,40	0,40 –	**0,60**	– 0,65
0,25 –	**0,30**	– 0,32	0,30 –	**0,37**	– 0,40	0,40 –	**0,60**	– 0,65
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,25 –	**0,30**	– 0,32	0,30 –	**0,37**	– 0,40	0,40 –	**0,60**	– 0,65
0,25 –	**0,30**	– 0,32	0,30 –	**0,37**	– 0,40	0,40 –	**0,60**	– 0,65
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,25 –	**0,30**	– 0,32	0,30 –	**0,37**	– 0,40	0,40 –	**0,60**	– 0,65
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,17 –	**0,20**	– 0,23	0,22 –	**0,26**	– 0,30	0,32 –	**0,34**	– 0,36
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,17 –	**0,20**	– 0,23	0,22 –	**0,26**	– 0,30	0,32 –	**0,34**	– 0,36
0,17 –	**0,20**	– 0,23	0,22 –	**0,26**	– 0,30	0,32 –	**0,34**	– 0,36
	–			**–**			**–**	
	–			**–**			**–**	
	–			**–**			**–**	
0,17 –	**0,20**	– 0,23	0,22 –	**0,26**	– 0,30	0,32 –	**0,34**	– 0,36
0,17 –	**0,20**	– 0,23	0,22 –	**0,26**	– 0,30	0,32 –	**0,34**	– 0,36
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,17 –	**0,20**	– 0,23	0,22 –	**0,26**	– 0,30	0,32 –	**0,34**	– 0,36
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,25 –	**0,31**	– 0 35	0,40 –	**0,50**	– 0,60
0,17 –	**0,20**	– 0,23	0,22 –	**0,26**	– 0,30	0,32 –	**0,34**	– 0,36
0,17 –	**0,20**	– 0,23	0,22 –	**0,26**	– 0,30	0,32 –	**0,34**	– 0,36
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30		**–**	
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50
0,15 –	**0,20**	– 0,25	0,20 –	**0,25**	– 0,30	0,30 –	**0,40**	– 0,50

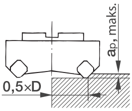
Tabela 8.59 GARANT Głowice frezowe do płaszczyzn 45° (kwadratowe płytki skrawające SEKN 12 lub SEKA 12)

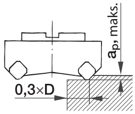
Numery katalogowe 213700, 214200

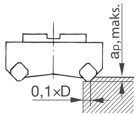
a_p maks. = 3,5 mm

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	wytrzymałość	Obróbka na sucho				Obróbka na mokro			
			Materiał narzędzia	v_c [m/min]			Materiał narzędzia	v_c [m/min]		
		[N/mm²]	1. wybór	min.	start	maks.	1. wybór	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7720	220	235	250	HB 7720	200	215	230
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7525	250	275	300	HB 7525	200	215	230
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7525	230	250	270	HB 7525	230	250	270
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7525	220	240	270	HB 7525	220	240	270
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplnego	< 700	HB 7525	200	230	260	HB 7525	200	230	260
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplnego	700 – 850	HB 7535	190	220	250	HB 7535	190	220	250
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplnego	850 – 1000	HB 7535	150	175	200	HB 7535	150	175	200
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplnego	850 – 1000	HB 7735	190	220	250	HB 7735	190	220	250
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplnego	1000 – 1200	HB 7735	150	175	200	HB 7735	150	175	200
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HB 7735	200	230	260	HB 7735	200	230	260
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7735	150	165	180	HB 7735	150	165	180
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7525	160	175	190	HB 7525	160	175	190
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7735	120	135	150	HB 7735	120	135	150
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7735	120	135	150	HB 7735	120	135	150
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7735	120	135	150	HB 7735	120	135	150
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7735	95	105	115	HB 7735	95	105	115
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7735	95	105	115	HB 7735	95	105	115
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7735	95	105	115	HB 7735	95	105	130
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	HU 7730	40	50	60	HU 7730	40	50	60
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	HU 7730	25	30	35	HU 7730	25	30	35
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HB 7535	95	105	115	HB 7535	95	105	115
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HB 7535	170	190	210	HB 7535	60	80	100
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	HB 7535	190	210	230	HB 7535	70	90	110
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	HB 7535	150	170	190	HB 7535	60	80	100
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	HB 7735	130	145	160	HB 7735	70	90	110
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–		–		HU 7730	35	45	55
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HB 7735	220	235	250	HB 7735	220	235	250
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7735	115	130	145	HB 7735	115	130	145
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7735	220	235	250	HB 7735	220	235	250
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7735	200	220	240	HB 7735	200	220	240
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–		–		HB 7525	65	80	95
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–		–		HB 7525	55	65	75
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	HU 7710	600	725	850	HU 7710	600	725	850
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HU 7710	400	500	600	HU 7710	400	500	600
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HU 7710	250	350	500	HU 7710	250	350	500
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HU 7710	500	550	600	HU 7710	500	550	600
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HU 7710	500	550	600	HU 7710	500	550	600
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HU 7710	500	550	600	HU 7710	500	550	600
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HU 7710	500	550	600	HU 7710	500	550	600
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HU 7710	300	350	500	HU 7710	300	350	500
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HU 7710	300	350	500	HU 7710	300	350	500
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HU 7710	250	300	400	HU 7710	250	300	400
19.0	Grafit		CU 7725	80	110	140	–		–	
20.0	Termoplasty		HU 7710	600	725	850	HU 7710	600	725	850
20.1	Duroplasty		HU 7710	400	500	600	HU 7710	400	500	600
20.2	GFK i CFK		HU 7710	250	350	500	HU 7710	250	350	500









	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]														
	do a_e = (0,5 ... 1)xD					do a_e = 0,3xD					do a_e = 0,1xD				
	min.		start		maks.	min.		start		maks.	min.		start		maks.
	0,18	–	**0,21**	–	0,24	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,18	–	**0,21**	–	0,24	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,18	–	**0,21**	–	0,24	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,16	–	**0,19**	–	0,22	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,27	–	**0,30**	–	0,33
	0,17	–	**0,20**	–	0,23	0,22		**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,16	–	**0,19**	–	0,22	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,30**	–	0,33
	0,17	–	**0,20**	–	0,23	0,22		**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,16	–	**0,19**	–	0,22	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,33
	0,17	–	**0,20**	–	0,23	0,22		**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,17	–	**0,20**	–	0,23	0,22		**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,16	–	**0,19**	–	0,22	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,33
	0,17	–	**0,20**	–	0,23	0,22		**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,17	–	**0,20**	–	0,23	0,22		**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,17	–	**0,20**	–	0,23	0,22		**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,17	–	**0,20**	–	0,23	0,22		**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,17	–	**0,20**	–	0,23	0,22		**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,17	–	**0,20**	–	0,23	0,22		**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,17	–	**0,20**	–	0,23	0,22		**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
			–					**–**					**–**		
			–					**–**					**–**		
			–					**–**					**–**		
	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,18	–	**0,23**	–	0,28			**–**		
	0,12	–	**0,15**	–	0,18	0,15	–	**0,17**	–	0,19			**–**		
	0,16	–	**0,19**	–	0,22	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,16	–	**0,19**	–	0,22	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,16	–	**0,19**	–	0,22	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,16	–	**0,19**	–	0,22	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,16	–	**0,19**	–	0,22	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,13	–	**0,16**	–	0,19	0,19	–	**0,22**	–	0,25	0,24	–	**0,28**	–	0,32
	0,25	–	**0,29**	–	0,33	0,25	–	**0,29**	–	0,33	0,25	–	**0,29**	–	0,33
	0,18	–	**0,21**	–	0,24	0,18	–	**0,21**	–	0,24	0,18	–	**0,28**	–	0,24
	0,25	–	**0,29**	–	0,33	0,25	–	**0,29**	–	0,33	0,25	–	**0,29**	–	0,33
	0,18	–	**0,21**	–	0,24	0,18	–	**0,21**	–	0,24	0,18	–	**0,28**	–	0,24
	0,16	–	**0,19**	–	0,22	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,16	–	**0,19**	–	0,22	0,22	–	**0,26**	–	0,30	0,32	–	**0,34**	–	0,36
	0,20	–	**0,23**	–	0,26	0,29	–	**0,33**	–	0,37	0,38	–	**0,42**	–	0,46
	0,20	–	**0,23**	–	0,26	0,29	–	**0,33**	–	0,37	0,38	–	**0,42**	–	0,46
	0,20	–	**0,23**	–	0,26	0,29	–	**0,33**	–	0,37	0,38	–	**0,42**	–	0,46
	0,20	–	**0,23**	–	0,26	0,29	–	**0,33**	–	0,37	0,38	–	**0,42**	–	0,46
	0,20	–	**0,23**	–	0,26	0,29	–	**0,33**	–	0,37	0,38	–	**0,42**	–	0,46
	0,20	–	**0,23**	–	0,26	0,29	–	**0,33**	–	0,37	0,38	–	**0,42**	–	0,46
	0,20	–	**0,23**	–	0,26	0,29	–	**0,33**	–	0,37	0,38	–	**0,42**	–	0,46
	0,20	–	**0,23**	–	0,26	0,29	–	**0,33**	–	0,37	0,38	–	**0,42**	–	0,46
	0,20	–	**0,23**	–	0,26	0,29	–	**0,33**	–	0,37	0,38	–	**0,42**	–	0,46
	0,20	–	**0,23**	–	0,26	0,29	–	**0,33**	–	0,37	0,38	–	**0,42**	–	0,46
	0,15	–	**0,20**	–	0,25	0,25	–	**0,30**	–	0,35			**–**		
	0,20	–	**0,23**	–	0,26	0,29	–	**0,33**	–	0,37	0,38	–	**0,42**	–	0,46
	0,20	–	**0,23**	–	0,26	0,29	–	**0,33**	–	0,37	0,38	–	**0,42**	–	0,46
	0,20	–	**0,23**	–	0,26	0,29	–	**0,33**	–	0,37	0,38	–	**0,42**	–	0,46







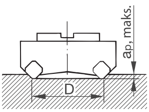


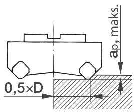


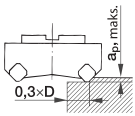
Tabela 8.60 GARANT Głowice frezowe wielowypustowe do planowania 45° (kwadratowe płytki skrawające SDHX 09)

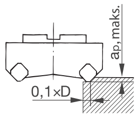
Numery katalogowe 214395; 214400
a_p maks. = 3 mm

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	wytrzymałość	Obróbka na sucho				Obróbka na mokro			
			Materiał narzędzia	v_c [m/min]			Materiał narzędzia	v_c [m/min]		
		[N/mm²]	1. wybór	min.	start	maks.	1. wybór	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7520	280	350	400	HB 7525	250	270	300
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7520	230	250	280	HB 7525	200	230	250
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7525	300	350	400	HB 7525	250	270	300
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7525	220	235	250	HB 7525	220	235	250
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	HB 7520	240	255	270	HB 7525	200	220	240
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	HB 7520	210	230	260	HB 7525	200	220	240
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7520	190	210	230	HB 7525	180	190	200
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7520	130	150	180	HB 7525	130	150	180
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	HB 7520	120	140	160	HB 7525	120	140	160
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HB 7520	240	255	270	HB 7525	200	220	240
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7520	180	205	230	HB 7525	160	180	200
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7525	140	160	180	HB 7525	120	140	160
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7520	120	140	160	HB 7525	110	130	150
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7520	100	125	150	HB 7525	80	100	125
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7520	170	190	220	HB 7525	150	170	190
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7520	150	180	210	HB 7525	130	150	170
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7520	100	130	160	HB 7525	80	105	135
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7520	90	115	140	HB 7525	70	95	120
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	HB 7520	80	90	100	HB 7525	60	70	80
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–		–		–		–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HB 7520	100	130	160	HB 7535	80	100	120
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HB 7535	220	260	300	HB 7525	100	130	160
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	HB 7535	160	195	230	HB 7525	60	90	120
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	HB 7535	130	165	200	HB 7525	60	80	100
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	HB 7735	110	130	150	HB 7525	80	100	120
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–		–		HB 7525	40	50	65
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HB 7710	240	270	300	HB 7710	240	270	300
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7710	200	235	270	HB 7710	200	235	270
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7710	180	215	250	HB 7525	180	215	250
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7710	120	150	180	HB 7525	120	150	180
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–		–		HB 7535	80	90	100
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–		–		HB 7535	40	50	65
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	HU 7710	1000	1500	2000	HU 7710	1000	1500	2000
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HU 7710	800	1000	2000	HU 7710	800	1000	2000
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HU 7710	200	500	800	HU 7710	200	500	800
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HU 7710	300	550	800	HU 7710	300	550	800
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HU 7710	200	300	400	HU 7710	200	300	400
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HU 7710	200	300	400	HU 7710	200	300	400
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HU 7710	200	300	400	HU 7710	200	300	400
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HU 7710	180	250	300	HU 7710	180	250	300
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HU 7710	150	220	280	HU 7710	150	220	280
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HU 7710	50	60	70	HU 7710	50	60	70
19.0	Grafit		HB 7710	240	270	300	–		–	
20.0	Termoplasty		HU 7710	1000	1500	2000	HU 7710	1000	1500	2000
20.1	Duroplasty		HU 7710	800	1000	2000	HU 7710	800	1000	2000
20.2	GFK i CFK		HU 7710	200	500	800	HU 7710	200	500	800









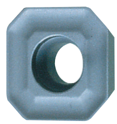
	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]								
	do a_e = (0,5 ... 1)xD			do a_e = 0,3xD			do a_e = 0,1xD		
	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
	0,15	– **0,20** –	0,25	0,21	– **0,26** –	0,31	0,25	– **0,32** –	0,36
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	– **0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,15	– **0,20** –	0,25	0,21	– **0,26** –	0,31	0,25	– **0,32** –	0,36
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	– **0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	**0,23** –	0,28	0,18	**0,23** –	0,28
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	– **0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	**0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	**0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	**0,23** –	0,28	0,23	**0,28** –	0,32
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	**0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	**0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
		–			**–**			**–**	
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	**0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	**0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	**0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	**0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	– **0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	**0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,15	**0,20** –	0,25	0,21	– **0,26** –	0,31	0,25	– **0,32** –	0,36
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	**0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	**0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	**0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,10	– **0,15** –	0,20	0,15	**0,20** –	0,25	0,20	– **0,25** –	0,28
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	**0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,20	– **0,23** –	0,26	0,29	– **0,33** –	0,37	0,38	– **0,42** –	0,46
	0,20	– **0,23** –	0,26	0,29	– **0,33** –	0,37	0,38	– **0,42** –	0,46
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	– **0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	**0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	– **0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32
	0,15	– **0,20** –	0,25	0,21	– **0,20** –	0,31	0,25	– **0,32** –	0,36
	0,13	– **0,18** –	0,23	0,18	– **0,23** –	0,28	0,23	– **0,28** –	0,32











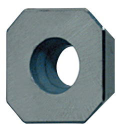




Tabela 8.61 SECO Głowice frezarskie do planowania 43° Octomill (płytka skrawająca OFEX 07)

Numery katalogowe 222000; 222005; 222010

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	wytrzymałość [N/mm²]	Materiał narzędzia 1. wybór	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]			Prędkość skrawania v_c [m/min]		
				min.		start	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	T250M	0,15	–	0,40	310	**235**	200
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	T250M	0,15	–	0,35	230	**175**	145
2.0	Stale automatowe	< 850	T250M	0,15	–	0,40	280	**210**	180
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	T250M	0,15	–	0,40	280	**210**	180
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	T250M	0,15	–	0,40	310	**235**	200
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	T250M	0,15	–	0,35	210	**160**	135
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	T250M	0,15	–	0,35	210	**160**	135
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	T250M	0,15	–	0,35	210	**160**	135
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	T250M	0,10	–	0,30	180	**135**	115
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	T250M	0,15	–	0,40	310	**235**	200
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	T250M	0,15	–	0,35	210	**160**	135
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	T250M	0,10	–	0,30	180	**135**	115
7.0	Stale do azotowania	< 1000	T250M	0,10	–	0,30	180	**135**	115
7.1	Stale do azotowania	> 1000	T250M	0,10	–	0,20	140	**105**	–
8.0	Stale narzędziowe	< 850	T250M	0,10	–	0,30	180	**135**	115
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	T250M	0,10	–	0,20	140	**105**	–
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	T250M	0,10	–	0,20	140	**105**	–
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	T250M	0,10	–	0,20	140	**105**	–
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–			**–**	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–			**–**	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–			**–**	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	T250M	0,10	–	0,15	50	**35**	–
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	T250M	0,10	–	0,15	50	**35**	–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	T250M	0,10	–	0,15	50	**35**	–
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	T250M	0,15	–	0,40	255	**195**	165
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	T250M	0,15	–	0,35	220	**170**	140
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	T250M	0,15	–	0,25	190	**145**	–
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	T250M	0,15	–	0,20	145	**110**	–
14.0	Stopy specjalne	< 1200	T250M	0,10	–	0,15	50	**35**	–
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	T150M	0,15	–	0,40	300	**230**	195
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	T150M	0,15	–	0,35	280	**210**	180
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	T150M	0,15	–	0,40	300	**230**	195
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	T150M	0,15	–	0,30	255	**195**	165
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	T250M	0,10	–	0,25	65	**50**	–
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	T250M	0,10	–	0,25	65	**50**	–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	H15	0,15	–	0,40	1000	**760**	640
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		H15	0,15	–	0,40	1000	**760**	640
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		H15	0,15	–	0,40	805	**615**	520
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	H15	0,15	–	0,40	615	**520**	480
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	H15	0,15	–	0,40	615	**520**	480
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	H15	0,15	–	0,40	615	**520**	480
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	H15	0,15	–	0,40	615	**520**	480
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	H15	0,15	–	0,40	615	**520**	480
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	H15	0,15	–	0,40	615	**520**	480
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	H15	0,15	–	0,40	615	**520**	480
19.0	Grafit		F15M	0,15	–	0,30	615	**520**	480
20.0	Termoplasty		H15	0,15	–	0,40	1000	**760**	640
20.1	Duroplasty		H15	0,15	–	0,40	1000	**760**	640
20.2	GFK i CFK		F15M	0,10	–	0,25	255	**195**	165


T250M
H15

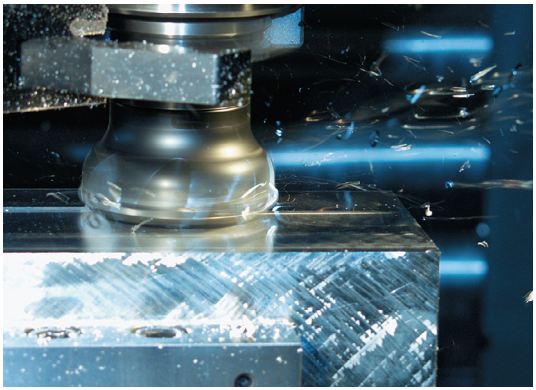
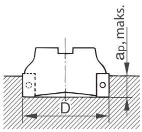


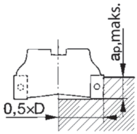
Tabela 8.62 GARANT Głowice frezarskie kątowe i do planowania 90° (płytka skrawająca SOMT 09)

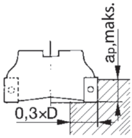
Numery katalogowe 215045; 215050

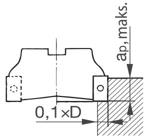
a_p maks. = 5 mm

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	wytrzymałość	Obróbka na sucho				Obróbka na mokro			
			Materiał narzędzia	v_c [m/min]			Materiał narzędzia	v_c [m/min]		
		[N/mm²]	1. wybór	min.	start	maks.	1. wybór	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7520	220	**250**	300	HB 7520	200	**220**	270
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7520	160	**180**	220	HB 7520	120	**160**	190
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7520	180	**240**	260	HB 7520	150	**210**	240
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7520	180	**240**	260	HB 7520	160	**220**	240
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	<700	HB 7520	140	**170**	200	HB 7520	120	**150**	180
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	HB 7520	140	**170**	200	HB 7520	120	**150**	180
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7520	140	**170**	200	HB 7520	120	**150**	180
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7520	140	**170**	200	HB 7520	120	**150**	180
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	HB 7520	140	**170**	200	HB 7520	120	**150**	180
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	<750	HB 7520	160	**180**	220	HB 7520	140	**160**	180
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7520	140	**170**	200	HB 7520	120	**150**	180
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7520	120	**140**	180	HB 7520	100	**120**	160
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7520	140	**170**	200	HB 7520	120	**150**	180
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7520	120	**140**	180	HB 7520	100	**120**	160
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7520	140	**170**	200	HB 7520	120	**150**	180
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7520	90	**110**	130	HB 7520	80	**90**	110
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7520	90	**110**	130	HB 7520	80	**90**	110
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7520	90	**110**	130	HB 7520	80	**90**	110
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	HB 7520	40	**60**	80	HB 7520	40	**50**	70
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	HB 7520	30	**50**	70	HB 7520	30	**40**	60
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HB 7520	40	**60**	80	HB 7520	40	**50**	70
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HB 7520	220	**250**	300	HB 7520	90	**110**	130
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	HB 7520	160	**180**	220	HB 7520	60	**80**	120
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	HB 7520	100	**120**	140	HB 7520	60	**70**	80
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	HB 7520	80	**100**	120	HB 7520	40	**50**	60
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–		–		–		–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HB 7520	200	**230**	250	HB 7520	200	**230**	250
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7520	180	**200**	230	HB 7520	180	**200**	230
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7520	200	**230**	250	HB 7520	200	**230**	250
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7520	180	**200**	230	HB 7520	180	**200**	230
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–		–		–		–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–		–		–		–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	HB 7520	300	**600**	1000	HB 7520	300	**600**	1000
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HB 7520	200	**500**	900	HB 7520	200	**500**	900
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HB 7520	200	**400**	700	HB 7520	200	**400**	700
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HB 7520	200	**450**	800	HB 7520	200	**450**	800
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HB 7520	200	**400**	700	HB 7520	200	**400**	700
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HB 7520	200	**400**	700	HB 7520	200	**400**	700
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HB 7520	200	**400**	700	HB 7520	200	**400**	700
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HB 7520	200	**400**	700	HB 7520	200	**400**	700
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HB 7520	200	**400**	700	HB 7520	200	**400**	700
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HB 7520	200	**400**	700	HB 7520	200	**400**	700
19.0	Grafit		HB 7520	180	**200**	230	–		–	
20.0	Termoplasty		HB 7520	300	**600**	1000	HB 7520	300	**600**	1000
20.1	Duroplasty		HB 7520	200	**500**	900	HB 7520	200	**500**	900
20.2	GFK i CFK		HB 7520	200	**400**	700	HB 7520	200	**400**	700

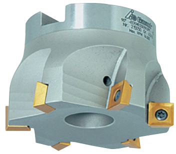








	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]														
	do $a_e = (0,5 ... 1)xD$					do $a_e = 0,3xD$					do $a_e = 0,1xD$				
	min.		start		maks.	min.		start		maks.	min.		start		maks.
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,12**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,12**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,12**	–	0,18	0,14	–	**0,18**	–	0,25
	0,06	–	**0,11**	–	0,15	0,08	–	**0,12**	–	0,15	0,10	–	**0,18**	–	0,22
	0,06	–	**0,11**	–	0,15	0,08	–	**0,12**	–	0,15	0,10	–	**0,18**	–	0,22
	0,06	–	**0,11**	–	0,15	0,08	–	**0,12**	–	0,15	0,10	–	**0,18**	–	0,22
	0,06	–	**0,11**	–	0,15	0,08	–	**0,12**	–	0,15	0,10	–	**0,18**	–	0,22
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,06	–	**0,11**	–	0,15	0,08	–	**0,12**	–	0,15	0,10	–	**0,18**	–	0,22
	0,06	–	**0,11**	–	0,15	0,08	–	**0,12**	–	0,15	0,10	–	**0,18**	–	0,22
	0,06	–	**0,11**	–	0,15	0,08	–	**0,12**	–	0,15	0,10	–	**0,18**	–	0,22
			–					**–**					**–**		
			–					**–**					**–**		
			–					**–**					**–**		
	0,06	–	**0,11**	–	0,15	0,08	–	**0,12**	–	0,15	0,10	–	**0,18**	–	0,22
	0,06	–	**0,11**	–	0,15	0,08	–	**0,12**	–	0,15	0,10	–	**0,18**	–	0,22
	0,06	–	**0,11**	–	0,15	0,08	–	**0,12**	–	0,15	0,10	–	**0,18**	–	0,22
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,06	–	**0,11**	–	0,15	0,08	–	**0,12**	–	0,15	0,10	–	**0,18**	–	0,22
	0,06	–	**0,11**	–	0,15	0,08	–	**0,12**	–	0,15	0,10	–	**0,18**	–	0,22
			–					**–**					**–**		
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
			–					**–**					**–**		
			–					**–**					**–**		
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25
	0,08	–	**0,12**	–	0,18	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,20**	–	0,25

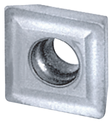
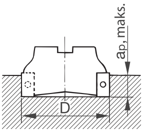



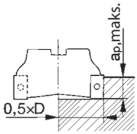
Tabela 8.63 GARANT Głowice frezarskie kątowe 90° (płytka skrawająca APKT 16)

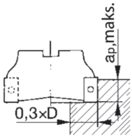
Numery katalogowe 215098; 215100

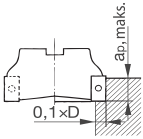
a_p maks. = 7 mm

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	wytrzymałość [N/mm²]	Obróbka na sucho				Obróbka na mokro			
			Materiał narzędzia 1. wybór	v_c [m/min] min.	start	maks.	Materiał narzędzia 1. wybór	v_c [m/min] min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7525	225	**250**	275	HB 7525	200	**230**	250
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7525	200	**220**	240	HB 7525	180	**220**	220
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7525	200	**220**	240	HB 7525	180	**220**	220
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7525	200	**220**	240	HB 7525	180	**220**	220
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	HB 7525	165	**185**	200	HB 7525	150	**170**	180
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	HB 7525	165	**185**	200	HB 7525	150	**170**	180
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7525	155	**175**	190	HB 7525	140	**170**	170
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7525	155	**175**	190	HB 7525	140	**160**	170
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	HB 7525	155	**175**	190	HB 7525	140	**160**	170
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HB 7525	225	**250**	275	HB 7525	200	**230**	250
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7525	155	**175**	190	HB 7525	140	**160**	170
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7525	155	**175**	190	HB 7525	140	**160**	170
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7525	155	**175**	190	HB 7525	140	**160**	170
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7525	120	**140**	160	HB 7525	100	**120**	140
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7525	155	**175**	190	HB 7525	140	**160**	170
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7525	120	**140**	160	HB 7525	100	**120**	140
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7525	90	**110**	125	HB 7525	75	**90**	110
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7525	90	**110**	125	HB 7525	75	**90**	110
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	HB 7525	30	**40**	45	HB 7525	25	**30**	40
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	HB 7525	25	**35**	45	HB 7525	20	**25**	35
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HB 7525	30	**40**	45	HB 7525	25	**30**	40
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HB 7535	120	**140**	160	HB 7525	100	**120**	140
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	HB 7535	120	**140**	160	HB 7525	100	**120**	140
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	HB 7535	120	**140**	160	HB 7525	100	**120**	140
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	HB 7535	120	**140**	160	HB 7525	100	**120**	140
14.0	Stopy specjalne	< 1200	HB 7535	30	**40**	45	HB 7535	25	**30**	40
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HB 7720	220	**240**	260	HB 7720	200	**220**	240
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7720	120	**140**	160	HB 7720	100	**120**	150
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7720	220	**240**	260	HB 7720	200	**220**	240
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7720	120	**140**	160	HB 7720	100	**120**	150
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	HB 7525	30	**40**	45	HB 7525	30	**40**	45
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	HB 7525	25	**35**	45	HB 7525	25	**35**	45
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	HU 7710	600	**700**	800	HU 7710	600	**700**	800
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HB 7510	400	**500**	700	HB 7510	400	**500**	700
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HB 7510	200	**350**	500	HB 7510	200	**350**	500
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HU 7710	400	**500**	700	HB 7710	400	**500**	700
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HU 7710	500	**600**	700	HU 7710	500	**600**	700
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HU 7710	500	**600**	700	HU 7710	500	**600**	700
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HU 7710	500	**600**	700	HU 7710	500	**600**	700
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HU 7710	400	**500**	700	HU 7710	400	**500**	700
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HU 7710	300	**400**	500	HB 7510	300	**400**	500
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HB 7510	300	**400**	500	HB 7510	300	**400**	500
19.0	Grafit		HB 7510	300	**400**	500			–	
20.0	Termoplasty		HU 7710	600	**700**	800	HB 7510	600	**700**	800
20.1	Duroplasty		HB 7510	400	**500**	700	HB 7510	400	**500**	700
20.2	GFK i CFK		HB 7510	200	**350**	500	HB 7510	200	**350**	500









	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]														
	do a_e = (0,5 ... 1)xD					do a_e = 0,3xD					do a_e = 0,1xD				
	min.		start		maks.	min.		start		maks.	min.		start		maks.
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,08	–	**0,12**	–	0,16	0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,14	–	**0,21**	–	0,28
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,08	–	**0,12**	–	0,16	0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,14	–	**0,21**	–	0,28
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,08	–	**0,11**	–	0,16	0,10	–	**0,12**	–	0,20	0,14	–	**0,18**	–	0,28
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,08	–	**0,12**	–	0,16	0,10	–	**0,15**	–	0,20	0,14	–	**0,21**	–	0,28
	0,08	–	**0,11**	–	0,14	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,19**	–	0,24
	0,08	–	**0,11**	–	0,14	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,14	–	**0,19**	–	0,24
			–					**–**					**–**		
			–					**–**					**–**		
			–					**–**					**–**		
	0,08	–	**0,10**	–	0,12	0,10	–	**0,13**	–	0,16	0,14	–	**0,17**	–	0,20
	0,08	–	**0,10**	–	0,12	0,10	–	**0,13**	–	0,16	0,14	–	**0,17**	–	0,20
	0,08	–	**0,10**	–	0,12	0,10	–	**0,13**	–	0,16	0,14	–	**0,17**	–	0,20
	0,10	–	**0,13**	–	0,16	0,13	–	**0,17**	–	0,21	0,17	–	**0,22**	–	0,28
	0,10	–	**0,13**	–	0,16	0,13	–	**0,17**	–	0,21	0,17	–	**0,22**	–	0,28
	0,09	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,19	0,17	–	**0,21**	–	0,25
	0,09	–	**0,11**	–	0,12	0,12	–	**0,14**	–	0,15	0,17	–	**0,19**	–	0,21
	0,06	–	**0,08**	–	0,10	0,08	–	**0,10**	–	0,12	0,10	–	**0,14**	–	0,18
	0,08	–	**0,13**	–	0,18	0,10	–	**0,17**	–	0,24	0,14	–	**0,23**	–	0,32
	0,08	–	**0,13**	–	0,18	0,10	–	**0,17**	–	0,24	0,14	–	**0,23**	–	0,32
	0,08	–	**0,13**	–	0,18	0,10	–	**0,17**	–	0,24	0,14	–	**0,23**	–	0,32
	0,08	–	**0,13**	–	0,18	0,10	–	**0,17**	–	0,24	0,14	–	**0,23**	–	0,32
	0,08	–	**0,10**	–	0,12	0,10	–	**0,13**	–	0,16	0,14	–	**0,17**	–	0,20
	0,08	–	**0,10**	–	0,12	0,10	–	**0,13**	–	0,16	0,14	–	**0,17**	–	0,20
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31
	0,10	–	**0,14**	–	0,18	0,13	–	**0,18**	–	0,23	0,17	–	**0,24**	–	0,31















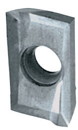


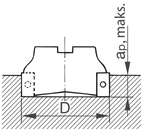
Tabela 8.64 GARANT Głowice frezarskie kątowe 90° Softcut (płytka skrawająca ANGT 16)

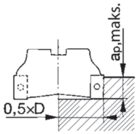
Numer katalogowy 215180

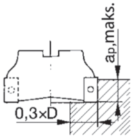
$a_{p\ maks.}$ = 6 mm

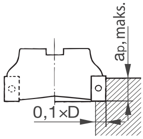
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	wytrzymałość [N/mm²]	Obróbka na sucho				Obróbka na mokro			
			Materiał narzędzia 1. wybór	v_c [m/min] min.	start	maks.	Materiał narzędzia 1. wybór	v_c [m/min] min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7830	310	**330**	350	HB 7830	290	**310**	330
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7830	210	**250**	290	HB 7830	210	**230**	250
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7830	300	**320**	340	HB 7830	280	**300**	330
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7830	300	**320**	340	HB 7830	280	**300**	330
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	HB 7830	250	**270**	290	HB 7830	230	**250**	280
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	HB 7830	220	**250**	280	HB 7830	210	**230**	260
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7830	220	**250**	280	HB 7830	210	**230**	260
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7830	220	**240**	260	HB 7830	200	**210**	240
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	HB 7830	220	**240**	260	HB 7830	200	**210**	240
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HB 7830	330	**350**	370	HB 7830	310	**330**	350
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7830	130	**160**	190	HB 7830	120	**140**	160
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7830	130	**160**	190	HB 7830	120	**140**	160
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7830	140	**180**	220	HB 7830	140	**160**	180
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7830	130	**160**	190	HB 7830	130	**140**	160
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7830	140	**180**	220	HB 7830	140	**160**	180
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7830	130	**160**	190	HB 7830	120	**140**	160
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7830	110	**130**	150	HB 7830	90	**110**	130
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7830	110	**130**	150	HB 7830	90	**110**	130
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	HB 7830	40	**50**	60	HB 7830	40	**50**	60
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	HB 7830	20	**30**	40	HB 7830	20	**30**	40
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HB 7830	110	**130**	150	HB 7830	110	**130**	150
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HB 7830	140	**160**	180	HB 7830	90	**105**	120
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	HB 7830	180	**220**	260	HB 7830	120	**140**	170
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	HB 7830	120	**150**	180	HB 7830	80	**100**	120
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	HB 7830	90	**120**	150	HB 7830	60	**80**	100
14.0	Stopy specjalne	< 1200	HB 7830	30	**40**	45	HB 7535	35	**48**	60
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HB 7830	280	**310**	340	HB 7520	260	**300**	320
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7830	250	**280**	310	HB 7830	230	**270**	300
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7830	220	**240**	280	HB 7520	200	**230**	260
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7830	120	**180**	240	HB 7830	100	**170**	220
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–		–		HB 7830	65	**75**	85
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–		–		HB 7835	65	**75**	85
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	HU 7710	900	**1000**	1100	HU 7710	900	**1000**	1100
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HB 7710	600	**700**	900	HB 7710	600	**700**	900
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HB 7710	400	**600**	750	HB 7710	400	**600**	750
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HU 7710	750	**850**	950	HB 7710	750	**850**	950
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HU 7710	750	**850**	950	HU 7710	750	**850**	950
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HU 7710	750	**850**	950	HU 7710	750	**850**	950
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HU 7710	750	**850**	950	HU 7710	750	**850**	950
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HU 7710	650	**700**	750	HU 7710	650	**700**	750
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HB 7710	650	**700**	750	HB 7710	650	**700**	750
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HB 7710	600	**650**	700	HB 7710	600	**650**	700
19.0	Grafit		HB 7830	75	**100**	125	–		–	
20.0	Termoplasty		HU 7710	900	**1000**	1100	HU 7710	900	**1000**	1100
20.1	Duroplasty		HB 7710	600	**700**	900	HB 7710	600	**700**	900
20.2	GFK i CFK		HB 7710	600	**650**	750	HB 7710	600	**650**	750

Garant®









	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]		
	do a_e = (0,5 ... 1)xD	do a_e = 0,3xD	do a_e = 0,1xD
	min. – start – maks.	min. – start – maks.	min. – start – maks.
	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19	0,18 – **0,20** – 0,22
	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19	0,18 – **0,20** – 0,22
	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19	0,18 – **0,20** – 0,22
	0,10 – **0,12** – 0,14	0,13 – **0,15** – 0,17	0,17 – **0,19** – 0,21
	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19	0,18 – **0,20** – 0,22
	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19	0,18 – **0,20** – 0,22
	0,10 – **0,12** – 0,14	0,13 – **0,15** – 0,17	0,17 – **0,19** – 0,21
	0,10 – **0,12** – 0,14	0,13 – **0,15** – 0,17	0,17 – **0,19** – 0,21
	0,09 – **0,11** – 0,13	0,12 – **0,14** – 0,16	0,16 – **0,18** – 0,20
	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19	0,18 – **0,20** – 0,22
	0,10 – **0,12** – 0,14	0,13 – **0,15** – 0,17	0,17 – **0,19** – 0,21
	0,09 – **0,11** – 0,13	0,12 – **0,14** – 0,16	0,16 – **0,18** – 0,20
	0,10 – **0,12** – 0,14	0,13 – **0,15** – 0,17	0,17 – **0,19** – 0,21
	0,09 – **0,11** – 0,13	0,12 – **0,14** – 0,16	0,16 – **0,18** – 0,20
	0,10 – **0,12** – 0,14	0,13 – **0,15** – 0,17	0,17 – **0,19** – 0,21
	0,09 – **0,11** – 0,13	0,12 – **0,14** – 0,16	0,16 – **0,18** – 0,20
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	–	**–**	**–**
	–	**–**	**–**
	–	**–**	**–**
	0,06 – **0,08** – 0,10	0,08 – **0,11** – 0,14	0,11 – **0,14** – 0,17
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,08 – **0,09** – 0,10	0,10 – **0,11** – 0,12
	0,09 – **0,11** – 0,13	0,12 – **0,14** – 0,16	0,16 – **0,18** – 0,20
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,07 – **0,09** – 0,11	0,10 – **0,12** – 0,14	0,13 – **0,15** – 0,17
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,10 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,10 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,10 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,10 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,10 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,10 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,10 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,07 – **0,09** – 0,11	0,10 – **0,12** – 0,14	0,13 – **0,16** – 0,17
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19
	0,08 – **0,10** – 0,12	0,11 – **0,13** – 0,15	0,15 – **0,17** – 0,19



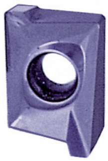






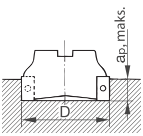
Tabela 8.65 GARANT Frezy kątowe 90° Softcut (płytka skrawająca APKT 10)

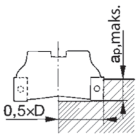
Numery katalogowe 215800–215870

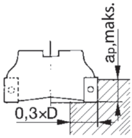
a_p maks. = 4,8 mm

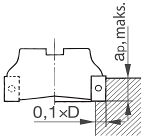
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Obróbka na sucho				Obróbka na mokro			
			Materiał narzędzia 1. wybór	v_c [m/min] min.	start	maks.	Materiał narzędzia 1. wybór	v_c [m/min] min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7520	260	**300**	330	HB 7535	160	**180**	220
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7520	220	**250**	270	HB 7535	140	**160**	180
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7520	260	**300**	330	HB 7535	160	**180**	220
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7520	180	**200**	230	HB 7535	140	**160**	180
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	HB 7520	240	**250**	270	HB 7520	140	**160**	180
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	HB 7520	210	**240**	260	HB 7520	130	**150**	170
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	HB 7520	190	**210**	230	HB 7520	120	**140**	160
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	HB 7520	140	**160**	200	HB 7520	120	**140**	160
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	HB 7520	120	**140**	170	HB 7520	110	**130**	150
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HB 7520	240	**250**	270	HB 7520	140	**160**	180
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7520	140	**160**	200	HB 7520	120	**140**	160
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7520	120	**140**	170	HB 7520	120	**130**	150
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7520	120	**140**	170	HB 7520	120	**130**	150
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7520	110	**130**	150	HB 7520	110	**125**	140
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7520	170	**190**	220	HB 7520	120	**140**	160
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7520	140	**160**	200	HB 7520	110	**130**	150
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7520	100	**125**	150	HB 7520	90	**110**	130
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7520	90	**120**	140	HB 7520	80	**100**	120
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	–		–		HB 7520	60	**80**	100
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–		–		HB 7520	30	**40**	60
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HB 7520	100	**125**	150	HB 7520	100	**125**	150
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HB 7535	200	**240**	260	HB 7535	100	**120**	140
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	HB 7535	160	**180**	230	HB 7535	60	**90**	110
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	HB 7535	120	**140**	180	HB 7535	60	**80**	100
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	HB 7535	120	**140**	170	HB 7535	80	**100**	140
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–		–		HB 7535	35	**45**	55
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HB 7520	230	**250**	280	HB 7520	230	**250**	280
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7520	200	**220**	250	HB 7520	200	**220**	250
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7520	180	**200**	220	HB 7520	180	**200**	220
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7520	120	**150**	180	HB 7520	120	**150**	180
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	HB 7535	60	**70**	100	HB 7535	60	**70**	100
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	HB 7535	40	**50**	70	HB 7535	40	**50**	70
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	HU 7710	500	**700**	1300	HU 7710	500	**700**	1300
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HU 7710	300	**600**	1000	HU 7710	300	**600**	1000
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HU 7710	300	**400**	800	HU 7535	300	**400**	800
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HU 7710	300	**400**	800	HU 7710	300	**400**	800
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HB 7520	300	**400**	800	HB 7520	300	**400**	800
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HB 7535	200	**300**	600	HB 7535	200	**300**	600
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HB 7520	200	**300**	600	HB 7520	200	**300**	600
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HB 7520	160	**200**	240	HB 7520	160	**200**	240
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HB 7535	160	**200**	240	HB 7535	160	**200**	240
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HB 7520	60	**70**	100	HB 7520	60	**70**	100
19.0	Grafit		HB 7520	160	**200**	240	–		–	
20.0	Termoplasty		HU 7710	500	**700**	1300	HU 7710	500	**700**	1300
20.1	Duroplasty		HU 7710	300	**600**	1000	HU 7710	300	**600**	1000
20.2	GFK i CFK		HU 7710	300	**400**	800	HU 7710	300	**400**	800

Wskazówka: patrz także tabela cyrkulacyjnego frezowania otworów.









	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]								
	do a_e = (0,5 ... 1)xD			do a_e = 0,3xD			do a_e = 0,1xD		
	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
	0,08	**0,10**	0,12	0,12	**0,15**	0,17	0,15	**0,17**	0,19
	0,08	**0,10**	0,12	0,12	**0,15**	0,17	0,15	**0,17**	0,19
	0,08	**0,10**	0,12	0,12	**0,15**	0,17	0,15	**0,17**	0,19
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	0,05	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,13	0,10	**0,13**	0,15
	0,05	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,13	0,10	**0,13**	0,15
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	
	0,05	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,13	0,10	**0,13**	0,15
	0,04	**0,06**	0,08	0,07	**0,09**	0,12	0,09	**0,12**	0,13
	0,05	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,13	0,10	**0,13**	0,15
	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	0,04	**0,06**	0,08	0,07	**0,09**	0,12	0,09	**0,12**	0,13
	0,08	**0,10**	0,12	0,12	**0,15**	0,17	0,15	**0,17**	0,19
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,06	**0,08**	0,10	0,10	**0,12**	0,14	0,13	**0,15**	0,17
	0,05	**0,07**	0,09	0,08	**0,10**	0,13	0,10	**0,12**	0,14
	0,04	**0,06**	0,08	0,07	**0,09**	0,12	0,09	**0,12**	0,13
	0,10	**0,12**	0,15	0,12	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,23
	0,10	**0,12**	0,15	0,12	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,23
	0,10	**0,12**	0,15	0,12	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,23
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,13	**0,15**	0,18
	0,04	**0,06**	0,08	0,07	**0,09**	0,12	0,09	**0,12**	0,13
	0,08	**0,10**	0,12	0,11	**0,13**	0,15	0,15	**0,17**	0,19
	0,10	**0,12**	0,15	0,12	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,23
	0,10	**0,12**	0,15	0,12	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,23
	0,10	**0,12**	0,15	0,12	**0,15**	0,20	0,13	**0,20**	0,23









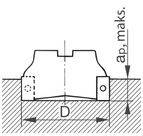


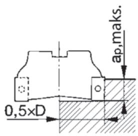

Tabela 8.66 GARANT Głowice frezarskie kątowe 90° Softcut (płytka skrawająca ANMT 10)

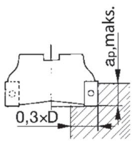
Numery katalogowe 215380; 215400

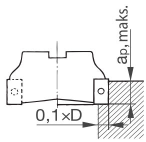
$a_{p\ maks.}$ = 4,2 mm

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Obróbka na sucho				Obróbka na mokro			
			Materiał narzędzia	v_c [m/min]			Materiał narzędzia	v_c [m/min]		
		[N/mm²]	1. wybór	min.	start	maks.	1. wybór	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7835	250	**260**	280	HB 7835	220	**240**	260
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7835	170	**200**	230	HB 7835	160	**180**	200
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7835	240	**260**	270	HB 7835	220	**240**	260
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7835	240	**260**	270	HB 7835	220	**240**	260
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	<700	HB 7835	200	**210**	230	HB 7835	170	**190**	210
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	HB 7835	170	**200**	220	HB 7835	160	**180**	200
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7835	170	**200**	220	HB 7835	160	**180**	200
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7835	170	**190**	210	HB 7835	159	**170**	190
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	HB 7835	170	**190**	210	HB 7835	150	**170**	190
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	<750	HB 7835	260	**280**	300	HB 7835	230	**680**	240
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7835	110	**130**	150	HB 7835	100	**110**	130
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7835	110	**130**	150	HB 7835	100	**110**	130
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7735	110	**140**	170	HB 7735	100	**120**	140
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7735	110	**130**	150	HB 7735	100	**110**	130
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7735	110	**150**	180	HB 7735	110	**130**	160
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7735	90	**110**	150	HB 7735	90	**100**	130
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7835	90	**150**	150	HB 7835	90	**100**	130
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7835	90	**110**	120	HB 7835	90	**100**	110
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	HB 7835	30	**40**	50	HB 7835	30	**35**	45
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	HB 7835	20	**30**	40	HB 7835	20	**25**	35
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HB 7835	70	**90**	120	HB 7835	70	**80**	100
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HB 7835	150	**180**	210	HB 7835	100	**120**	140
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	HB 7835	110	**130**	150	HB 7835	70	**85**	100
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	HB 7835	90	**120**	150	HB 7835	60	**80**	95
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	HB 7835	70	**100**	120	HB 7835	45	**65**	80
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–		–		–		–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HB 7735	220	**250**	270	HB 7735	220	**230**	250
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7735	200	**230**	250	HB 7735	200	**210**	230
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7735	180	**190**	230	HB 7735	180	**170**	200
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7735	100	**150**	190	HB 7735	100	**130**	160
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–		–		HB 7835	50	**60**	70
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–		–		HB 7835	40	**50**	60
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	HU 7710	700	**800**	1100	HU 7710	700	**800**	1100
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HU 7710	450	**550**	700	HU 7710	450	**550**	700
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HU 7710	300	**500**	600	HU 7710	300	**500**	600
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HU 7710	600	**700**	800	HU 7710	600	**700**	800
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HU 7710	600	**700**	800	HU 7710	600	**700**	800
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HU 7710	600	**700**	800	HU 7710	600	**700**	800
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HB 7710	600	**700**	800	HU 7710	600	**700**	800
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HU 7710	500	**550**	600	HU 7710	500	**550**	600
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HU 7710	500	**550**	600	HU 7710	500	**550**	600
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HB 7710	450	**500**	550	HU 7710	450	**500**	550
19.0	Grafit		HB 7835	70	**90**	110	–		–	
20.0	Termoplasty		HU 7710	700	**800**	1100	HU 7710	700	**800**	1100
20.1	Duroplasty		HU 7710	450	**550**	700	HU 7710	450	**550**	700
20.2	GFK i CFK		HB 7710	300	**500**	600	HU 7710	300	**500**	600



















	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]								
	do a_e = (0,5 ... 1)xD			do a_e = 0,3xD			do a_e = 0,1xD		
	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,12 –	**0,15**	– 0,17	0,15 –	**0,17**	– 0,19
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,12 –	**0,15**	– 0,17	0,15 –	**0,17**	– 0,19
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,12 –	**0,15**	– 0,17	0,15 –	**0,17**	– 0,19
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,08 –	**0,08**	– 0,10	0,10 –	**0,12**	– 0,14	0,13 –	**0,15**	– 0,17
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,08 –	**0,08**	– 0,10	0,10 –	**0,12**	– 0,14	0,13 –	**0,15**	– 0,17
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,06 –	**0,08**	– 0,10	0,10 –	**0,12**	– 0,14	0,13 –	**0,15**	– 0,17
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,06 –	**0,08**	– 0,10	0,10 –	**0,12**	– 0,14	0,13 –	**0,15**	– 0,17
	0,05 –	**0,07**	– 0,09	0,08 –	**0,10**	– 0,13	0,10 –	**0,13**	– 0,15
	0,05 –	**0,07**	– 0,09	0,08 –	**0,10**	– 0,13	0,10 –	**0,13**	– 0,15
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	
	0,05 –	**0,07**	– 0,09	0,08 –	**0,10**	– 0,13	0,10 –	**0,13**	– 0,15
	0,04 –	**0,06**	– 0,08	0,07 –	**0,09**	– 0,12	0,09 –	**0,12**	– 0,13
	0,05 –	**0,07**	– 0,09	0,08 –	**0,10**	– 0,13	0,10 –	**0,13**	– 0,15
	0,06 –	**0,08**	– 0,10	0,10 –	**0,12**	– 0,14	0,13 –	**0,15**	– 0,17
	0,06 –	**0,08**	– 0,10	0,10 –	**0,12**	– 0,14	0,13 –	**0,15**	– 0,17
	0,06 –	**0,08**	– 0,10	0,10 –	**0,12**	– 0,14	0,13 –	**0,15**	– 0,17
	0,06 –	**0,08**	– 0,10	0,10 –	**0,12**	– 0,14	0,13 –	**0,15**	– 0,17
		–			**–**			**–**	
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,12 –	**0,15**	– 0,17	0,15 –	**0,17**	– 0,19
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,06 –	**0,08**	– 0,10	0,10 –	**0,12**	– 0,14	0,13 –	**0,15**	– 0,17
	0,05 –	**0,07**	– 0,09	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,10 –	**0,12**	– 0,14
	0,04 –	**0,06**	– 0,08	0,07 –	**0,09**	– 0,12	0,09 –	**0,12**	– 0,13
	0,10 –	**0,12**	– 0,15	0,12 –	**0,15**	– 0,20	0,13 –	**0,20**	– 0,23
	0,10 –	**0,12**	– 0,15	0,12 –	**0,15**	– 0,20	0,13 –	**0,20**	– 0,23
	0,10 –	**0,12**	– 0,15	0,12 –	**0,15**	– 0,20	0,13 –	**0,20**	– 0,23
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,11 –	**0,13**	– 0,15	0,13 –	**0,15**	– 0,18
	0,04 –	**0,06**	– 0,08	0,11 –	**0,09**	– 0,12	0,09 –	**0,12**	– 0,13
	0,08 –	**0,10**	– 0,12	0,07 –	**0,13**	– 0,15	0,15 –	**0,17**	– 0,19
	0,10 –	**0,12**	– 0,15	0,12 –	**0,15**	– 0,20	0,13 –	**0,20**	– 0,23
	0,10 –	**0,12**	– 0,15	0,12 –	**0,15**	– 0,20	0,13 –	**0,20**	– 0,23
	0,10 –	**0,12**	– 0,15	0,12 –	**0,15**	– 0,20	0,13 –	**0,20**	– 0,23

Tabela 8.67 SECO Frezy kątowe 90° Turboline (płytka skrawająca XOMX)



Numery katalogowe 223050 do 223070 Superturbo
223130 do 223150 Microturbo
223220 do 223240 Nanoturbo

$a_e / D_C = 100\%$

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Superturbo					
			Materiał narzędzia	a_p maks. [mm]	v_c [m/min]		f_z [mm/ząb]	
		[N/mm²]	1. wybór		min.	maks.	min.	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	F40M	9	205 –	250	0,10 –	0,20
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	F250M	8	175 –	220	0,10 –	0,20
2.0	Stale automatowe	< 850	F40M	9	185 –	230	0,10 –	0,20
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	F40M	9	185 –	230	0,10 –	0,20
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	F40M	9	205 –	250	0,10 –	0,20
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	F250M	7	160 –	210	0,10 –	0,20
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	F250M	7	160 –	210	0,10 –	0,20
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	F250M	7	160 –	210	0,10 –	0,20
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	F250M	6	135 –	170	0,10 –	0,18
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	F40M	9	205 –	250	0,10 –	0,20
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	F250M	7	160 –	210	0,10 –	0,20
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	F250M	6	135 –	170	0,10 –	0,18
7.0	Stale do azotowania	< 1000	F40M	6	120 –	150	0,10 –	0,18
7.1	Stale do azotowania	> 1000	F250M	5	110 –	130	0,10 –	0,16
8.0	Stale narzędziowe	< 850	F250M	6	135 –	170	0,10 –	0,18
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	F40M	5	100 –	110	0,10 –	0,16
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	F40M	5	100 –	110	0,10 –	0,16
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	F40M	5	100 –	110	0,10 –	0,16
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	F30M	5	40 –	45	0,08 –	0,14
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	F30M	5	40 –	45	0,08 –	0,14
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–	–		–		–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	F40M	5	40 –	45	0,08 –	0,14
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	F40M	5	40 –	45	0,08 –	0,14
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	F40M	5	40 –	45	0,08 –	0,14
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	F250M	7	160 –	210	0,08 –	0,18
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	F250M	7	170 –	210	0,08 –	0,16
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	F40M	6	150 –	180	0,10 –	0,18
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	F40M	5	150 –	180	0,10 –	0,14
14.0	Stopy specjalne	< 1200	F40M	5	40 –	45	0,08 –	0,14
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	T150M	9	210 –	270	0,10 –	0,25
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	T150M	9	210 –	260	0,10 –	0,20
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	T150M	9	200 –	240	0,10 –	0,25
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	T150M	9	200 –	230	0,10 –	0,16
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	F40M	7	50 –	60	0,06 –	0,12
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	F40M	7	50 –	60	0,06 –	0,12
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	H15	9	690 –	850	0,10 –	0,20
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		H15	9	690 –	850	0,10 –	0,20
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		F15M	9	550 –	700	0,08 –	0,18
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	F40M	9	550 –	700	0,08 –	0,18
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	F40M	9	550 –	700	0,08 –	0,18
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	F40M	9	550 –	700	0,08 –	0,18
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	F40M	9	550 –	700	0,08 –	0,18
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	F40M	9	550 –	700	0,08 –	0,18
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	F40M	9	550 –	700	0,08 –	0,18
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	F40M	9	550 –	700	0,08 –	0,18
19.0	Grafit		F15M	7	550 –	700	0,08 –	0,18
20.0	Termoplasty		H15	9	690 –	850	0,10 –	0,20
20.1	Duroplasty		H15	9	690 –	850	0,10 –	0,20
20.2	GFK i CFK		F15M	9	550 –	700	0,08 –	0,18









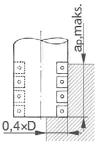
	Microturbo						Nanoturbo					
	Materiał narzędzia 1. wybór	a_p maks. [mm]	v_c [m/min] min.	maks.	f_z [mm/ząb] min.	maks.	Materiał narzędzia 1. wybór	a_p maks. [mm]	v_c [m/min] min.	maks.	f_z [mm/ząb] min.	maks.
	F40M	6	225 –	260	0,08 –	0,14	T25M	4	235 –	270	0,04 –	0,10
	F40M	6	165 –	190	0,08 –	0,14	T25M	3,5	175 –	200	0,04 –	0,09
	F40M	6	200 –	235	0,08 –	0,14	T25M	4	210 –	240	0,04 –	0,09
	F40M	6	200 –	235	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	F40M	6	225 –	260	0,08 –	0,14	T25M	4	235 –	270	0,04 –	0,10
	F40M	5	155 –	180	0,08 –	0,14	T25M	3	160 –	185	0,04 –	0,09
	F40M	5	155 –	180	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	F40M	5	155 –	180	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	F40M	4	130 –	150	0,08 –	0,12	–	–	–		–	
	F40M	6	225 –	260	0,08 –	0,14	T25M	4	235 –	270	0,04 –	0,10
	F40M	5	155 –	180	0,08 –	0,14	T25M	3	160 –	185	0,04 –	0,09
	F40M	4	130 –	150	0,08 –	0,12	–	–	–		–	
	F40M	4	130 –	150	0,06 –	0,12	–	–	–		–	
	F40M	3	100 –	115	0,06 –	0,12	–	–	–		–	
	F40M	4	130 –	150	0,06 –	0,12	T25M	2,5	135 –	155	0,03 –	0,08
	F40M	3	100 –	115	0,06 –	0,12	–	–	–		–	
	F40M	3	100 –	115	0,06 –	0,12	–	–	–		–	
	F40M	3	100 –	115	0,06 –	0,12	–	–	–		–	
	–	–	–		–		–	–	–		–	
	–	–	–		–		–	–	–		–	
	–	–	–		–		–	–	–		–	
	F40M	3	40 –	50	0,05 –	0,09	–	–	–		–	
	F40M	3	40 –	50	0,05 –	0,09	–	–	–		–	
	F40M	3	40 –	50	0,05 –	0,09	–	–	–		–	
	F40M	5	185 –	215	0,08 –	0,14	T25M	3	190 –	220	0,04 –	0,09
	F40M	5	160 –	185	0,06 –	0,12	T25M	3	165 –	190	0,03 –	0,08
	F40M	5	135 –	160	0,06 –	0,12	T25M	2,5	155 –	185	0,03 –	0,07
	F40M	4	125 –	135	0,05 –	0,10	–	–	–		–	
	F40M	3	40 –	50	0,05 –	0,09	–	–	–		–	
	T150M	6	250 –	290	0,08 –	0,14	T25M	4	155 –	200	0,04 –	0,10
	T150M	6	230 –	270	0,06 –	0,12	T25M	4	140 –	180	0,04 –	0,09
	T150M	6	230 –	270	0,06 –	0,12	T25M	4	140 –	180	0,04 –	0,09
	T150M	6	170 –	200	0,06 –	0,12	T25M	3,5	130 –	170	0,04 –	0,09
	F40M	5	55 –	65	0,06 –	0,10	–	–	–		–	
	F40M	5	55 –	65	0,06 –	0,10	–	–	–		–	
	H15	6	770 –	895	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	H15	6	770 –	895	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	F15M	6	715 –	830	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	F15M	6	685 –	795	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	F15M	6	685 –	795	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	F15M	6	685 –	795	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	F15M	6	685 –	795	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	F15M	6	685 –	795	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	F15M	6	685 –	795	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	F15M	6	685 –	795	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	F15M	6	685 –	795	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	H15	6	770 –	895	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	F15M	6	770 –	895	0,08 –	0,14	–	–	–		–	
	H15	6	715 –	830	0,08 –	0,14	–	–	–		–	

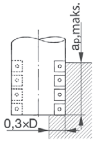
Tabela 8.68 GARANT Frezy zgrubne Softcut / frezy kolczatkowe (płytka skrawająca ANGT 16)

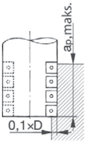
Numery katalogowe 215240; 215260

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Obróbka na sucho				Obróbka na mokro			
			Materiał narzędzia	v_c [m/min]			Materiał narzędzia	v_c [m/min]		
		[N/mm²]	1. wybór	min.	start	maks.	1. wybór	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7735	260	280	300	HB 7835	240	260	280
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7735	160	200	240	HB 7835	150	180	200
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7735	250	270	290	HB 7835	220	250	270
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7735	250	270	290	HB 7835	220	250	270
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	HB 7735	200	220	240	HB 7835	170	200	220
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	HB 7735	170	200	230	HB 7835	150	180	200
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7735	170	200	230	HB 7835	150	180	200
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7735	170	200	230	HB 7835	150	180	200
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	HB 7735	170	200	230	HB 7835	150	180	200
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HB 7735	260	280	300	HB 7835	240	260	280
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7735	130	160	190	HB 7835	120	140	160
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7735	130	160	190	HB 7835	120	140	160
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7735	140	180	220	HB 7835	140	160	190
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7735	130	160	190	HB 7835	130	160	180
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7735	140	180	220	HB 7835	140	160	190
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7735	130	160	190	HB 7835	120	140	180
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7735	110	130	150	HB 7835	90	110	140
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7735	110	130	150	HB 7835	90	110	140
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	HB 7735	40	50	60	HB 7835	30	40	50
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	HB 7735	20	30	40	HB 7835	20	25	35
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HB 7735	130	160	190	HB 7835	120	140	170
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HB 7735	140	160	180	HB 7835	60	80	100
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	HB 7735	180	220	260	HB 7835	70	90	110
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	HB 7735	120	150	180	HB 7835	60	80	100
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	HB 7735	90	120	150	HB 7835	70	90	110
14.0	Stopy specjalne	< 1200	HB 7735	30	40	50	HB 7835	38	48	58
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HB 7735	200	220	240	HB 7835	180	200	220
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7735	140	160	180	HB 7835	120	140	160
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7735	140	160	180	HB 7835	120	140	160
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7735	100	140	160	HB 7835	100	120	140
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–		–		–		–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–		–		–		–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	HU 7710	900	1000	1100	HU 7710	900	1000	1100
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HU 7710	600	700	900	HU 7710	600	700	900
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HU 7710	400	600	750	HU 7710	400	600	750
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HU 7710	750	850	950	HU 7710	750	850	950
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HU 7710	750	850	950	HU 7710	750	850	950
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HU 7710	750	850	950	HU 7710	750	850	950
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HU 7710	750	850	950	HU 7710	750	850	950
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HU 7710	650	700	750	HU 7710	650	700	750
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HU 7710	650	700	750	HU 7710	650	700	750
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HU 7710	600	650	700	HU 7710	600	650	700
19.0	Grafit		HB 7735	75	100	125	–		–	
20.0	Termoplasty		HU 7710	900	1000	1100	HU 7710	900	1000	1100
20.1	Duroplasty		HU 7710	600	700	900	HU 7710	600	700	900
20.2	GFK i CFK		HU 7710	400	600	750	HU 7710	400	600	750

Uwaga: Zwracać uwagę na dostateczną moc obrabiarki (patrz również rozdział „Frezowanie", podrozdział 3.)!







	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]														
	do a_e = 0,4xD					do a_e = 0,3xD					do a_e = 0,1xD				
	min.		start		maks.	min.		start		maks.	min.		start		maks.
	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23	0,22	–	**0,24**	–	0,26
	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23	0,22	–	**0,24**	–	0,26
	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23	0,22	–	**0,24**	–	0,26
	0,12	–	**0,14**	–	0,17	0,16	–	**0,18**	–	0,20	0,20	–	**0,23**	–	0,25
	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23	0,22	–	**0,24**	–	0,26
	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23	0,22	–	**0,24**	–	0,26
	0,12	–	**0,14**	–	0,17	0,16	–	**0,18**	–	0,20	0,20	–	**0,23**	–	0,25
	0,12	–	**0,14**	–	0,17	0,16	–	**0,18**	–	0,20	0,20	–	**0,23**	–	0,25
	0,11	–	**0,13**	–	0,16	0,14	–	**0,17**	–	0,19	0,19	–	**0,22**	–	0,24
	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23	0,22	–	**0,24**	–	0,26
	0,12	–	**0,14**	–	0,17	0,16	–	**0,18**	–	0,20	0,20	–	**0,23**	–	0,25
	0,11	–	**0,13**	–	0,16	0,14	–	**0,17**	–	0,19	0,19	–	**0,22**	–	0,24
	0,12	–	**0,14**	–	0,17	0,16	–	**0,18**	–	0,20	0,20	–	**0,23**	–	0,25
	0,11	–	**0,13**	–	0,16	0,14	–	**0,17**	–	0,19	0,19	–	**0,22**	–	0,24
	0,12	–	**0,14**	–	0,17	0,16	–	**0,18**	–	0,20	0,20	–	**0,23**	–	0,25
	0,11	–	**0,13**	–	0,16	0,14	–	**0,17**	–	0,19	0,19	–	**0,22**	–	0,24
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
			–					**–**					**–**		
			–					**–**					**–**		
			–					**–**					**–**		
	0,07	–	**0,10**	–	0,12	0,10	–	**0,13**	–	0,17	0,13	–	**0,17**	–	0,20
	0,06	–	**0,07**	–	0,08	0,10	–	**0,11**	–	0,12	0,12	–	**0,13**	–	0,14
	0,11	–	**0,13**	–	0,16	0,14	–	**0,17**	–	0,19	0,19	–	**0,22**	–	0,24
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
			–					**–**					**–**		
			–					**–**					**–**		
	0,08	–	**0,11**	–	0,13	0,12	–	**0,14**	–	0,17	0,16	–	**0,18**	–	0,20
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,08	–	**0,11**	–	0,13	0,12	–	**0,14**	–	0,17	0,16	–	**0,18**	–	0,20
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23
	0,10	–	**0,12**	–	0,14	0,13	–	**0,16**	–	0,18	0,18	–	**0,20**	–	0,23





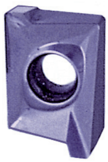






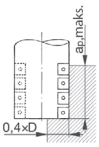
Tabela 8.69 GARANT Frezy zgrubne Softcut / frezy kolczatkowe (płytka skrawająca ANMT 10)

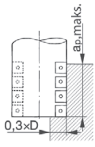
Numery katalogowe 215500; 215550

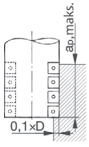
$a_{p\ maks.}$ = 4,2 mm

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Obróbka na sucho				Obróbka na mokro			
			Materiał narzędzia	v_c [m/min]			Materiał narzędzia	v_c [m/min]		
		[N/mm²]	1. wybór	min.	start	maks.	1. wybór	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7735	180	**200**	220	HB 7835	160	**180**	200
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7735	160	**180**	200	HB 7835	140	**160**	180
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7735	180	**200**	200	HB 7835	160	**180**	200
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7735	160	**180**	200	HB 7835	140	**160**	180
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	HB 7735	170	**190**	210	HB 7835	140	**160**	180
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	HB 7735	160	**180**	200	HB 7835	130	**150**	170
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7735	140	**160**	180	HB 7835	120	**140**	160
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	HB 7735	120	**140**	160	HB 7835	120	**140**	160
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	HB 7735	110	**130**	150	HB 7835	110	**130**	150
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HB 7735	170	**190**	210	HB 7835	140	**160**	180
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7735	160	**180**	200	HB 7835	120	**140**	160
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7735	140	**160**	180	HB 7835	120	**130**	150
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7735	110	**130**	150	HB 7835	120	**140**	170
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7735	90	**110**	130	HB 7835	110	**125**	140
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7735	130	**150**	170	HB 7835	120	**140**	160
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7735	120	**140**	160	HB 7835	110	**130**	150
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7735	90	**110**	130	HB 7835	60	**90**	110
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7735	80	**100**	120	HB 7835	60	**90**	110
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	HB 7735	60	**80**	100	–		–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–		–		–		–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	–		–		–		–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	–		–		–		–	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	–		–		–		–	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	–		–		–		–	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	–		–		–		–	
14.0	Stopy specjalne	< 1200	–		–		–		–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	–		–		–		–	
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	–		–		–		–	
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	–		–		–		–	
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	–		–		–		–	
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–		–		–		–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–		–		–		–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	HU 7710	250	**280**	300	HU 7710	250	**280**	300
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HU 7710	250	**280**	300	HU 7710	250	**280**	300
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HU 7710	220	**240**	270	HU 7710	220	**240**	270
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	–		–		–		–	
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	–		–		–		–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	–		–		–		–	
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	–		–		–		–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	–		–		–		–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	–		–		–		–	
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	–		–		–		–	
19.0	Grafit				–				–	
20.0	Termoplasty		–		–		–		–	
20.1	Duroplasty		–		–		–		–	
20.2	GFK i CFK		–		–		–		–	

Uwaga: Zwracać uwagę na dostateczną moc obrabiarki (por. rozdział „Frezowanie", podrozdział 3.)!







	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]								
	do a_e = 0,4xD			do a_e = 0,3xD			do a_e = 0,1xD		
	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,09	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,09	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,09	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–		0,11	**0,12**	0,13
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
	0,11	**0,12**	0,13	0,13	**0,14**	0,15	0,15	**0,16**	0,17
	0,11	**0,12**	0,13	0,13	**0,14**	0,15	0,15	**0,16**	0,17
	0,11	**0,12**	0,13	0,13	**0,14**	0,15	0,15	**0,16**	0,17
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	
		–			–			–	









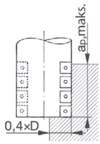


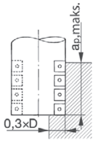
Tabela 8.70 GARANT Frezy zgrubne Softcut / frezy kolczatkowe (płytka skrawająca APKT 10)

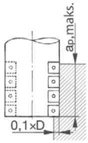
Numer katalogowy 215860

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Obróbka na sucho				Obróbka na mokro			
			Materiał narzędzia	v_c [m/min]			Materiał narzędzia	v_c [m/min]		
		[N/mm²]	1. wybór	min.	start	maks.	1. wybór	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7520	180	**200**	220	HB 7535	160	**180**	200
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7520	160	**180**	200	HB 7535	140	**160**	180
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7520	180	**200**	220	HB 7535	160	**180**	200
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7520	160	**180**	200	HB 7535	140	**160**	180
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	< 700	HB 7520	170	**190**	210	HB 7520	140	**160**	180
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	700 – 850	HB 7520	160	**180**	200	HB 7535	130	**150**	170
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	850 – 1000	HB 7520	140	**160**	180	HB 7520	120	**140**	160
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplne.	850 – 1000	HB 7520	120	**140**	160	HB 7520	120	**140**	160
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplne.	1000 – 1200	HB 7520	110	**130**	150	HB 7520	110	**130**	150
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HB 7520	170	**190**	210	HB 7520	140	**160**	180
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7520	160	**180**	200	HB 7535	120	**140**	160
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7520	140	**160**	180	HB 7520	120	**130**	150
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7520	110	**130**	150	HB 7520	120	**140**	170
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7520	90	**111**	130	HB 7520	110	**125**	140
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7520	130	**150**	170	HB 7520	120	**140**	160
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7520	120	**140**	160	HB 7520	110	**130**	150
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7520	90	**110**	130	HB 7520	60	**130**	110
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7520	80	**100**	120	HB 7520	60	**90**	110
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	HB 7520	60	**80**	100	–		–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–		–		–		–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HB 7520	90	**110**	130	HB 7520	90	**110**	130
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	HB 7520	140	**160**	180	HB 7535	80	**100**	130
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	HB 7520	120	**140**	160	HB 7535	70	**90**	120
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	HB 7520	100	**120**	140	HB 7535	60	**80**	100
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	HB 7520	100	**120**	140	HB 7535	60	**80**	100
14.0	Stopy specjalne	< 1200	HB 7520	25	**40**	60			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HB 7520	170	**190**	210	HB 7520	170	**190**	210
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7520	140	**160**	180	HB 7520	140	**160**	180
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7520	130	**150**	170	HB 7520	130	**150**	170
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7520	110	**130**	150	HB 7520	110	**130**	150
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–		–		–		–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–		–		–		–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	–		–		HU 7710	250	**280**	300
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HU 7710	250	**280**	300	HU 7710	250	**280**	300
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HU 7710	220	**240**	270	HB 7535	220	**240**	270
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	–		–		HU 7710	200	**220**	250
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	–		–		–		–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HB 7535	300	**320**	350	HB 7535	300	**320**	350
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	–		–		–		–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	–		–		–		–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	–		–		HU 7710	200	**220**	250
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	–		–		–		–	
19.0	Grafit		–		–		–		–	
20.0	Termoplasty		–		–		–		–	
20.1	Duroplasty		–		–		–		–	
20.2	GFK i CFK		–		–		–		–	

Uwaga: Zwracać uwagę na dostateczną moc obrabiarki (por. rozdział „Frezowanie", podrozdział 3.)!







	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]								
	do $a_e = 0,4xD$			do $a_e = 0,3xD$			do $a_e = 0,1xD$		
	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	
		–			**–**		0,11	**0,12**	0,13
		–			**–**			**–**	
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
	0,07	**0,08**	0,09	0,09	**0,10**	0,11	0,11	**0,12**	0,13
		–			**–**		0,09	**0,10**	0,11
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
	0,09	**0,10**	0,11	0,10	**0,12**	0,13	0,12	**0,13**	0,15
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	
	0,11	**0,12**	0,13	0,13	**0,14**	0,15	0,15	**0,16**	0,17
	0,11	**0,12**	0,13	0,13	**0,14**	0,15	0,15	**0,16**	0,17
	0,11	**0,12**	0,13	0,13	**0,14**	0,15	0,15	**0,16**	0,17
	0,11	**0,12**	0,13	0,13	**0,14**	0,15	0,15	**0,16**	0,17
		–			**–**			**–**	
	0,11	**0,12**	0,13	0,13	**0,14**	0,15	0,15	**0,16**	0,17
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	
	0,11	**0,12**	0,13	0,13	**0,14**	0,15	0,15	**0,16**	0,17
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	
		–			**–**			**–**	









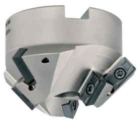


Tabela 8.71 GARANT Frezy do fazowania 15° do 75° (płytka skrawająca APKT 16)

Numer katalogowy 215096

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Obróbka na sucho				Obróbka na mokro			
			Materiał narzędzia	v_c [m/min]			Materiał narzędzia	v_c [m/min]		
		[N/mm²]	1. wybór	min.	start	maks.	1. wybór	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	HB 7720	160	**180**	200	HB 7720	140	**160**	180
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	HB 7720	140	**160**	180	HB 7720	130	**140**	160
2.0	Stale automatowe	< 850	HB 7720	160	**180**	200	HB 7720	140	**160**	180
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HB 7720	140	**160**	180	HB 7720	130	**140**	160
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	< 700	HB 7720	150	**170**	190	HB 7720	130	**140**	160
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	700 – 850	HB 7720	140	**160**	180	HB 7720	120	**140**	150
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	850 – 1000	HB 7720	130	**140**	160	HB 7720	110	**130**	140
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplne.	850 – 1000	HB 7720	110	**130**	140	HB 7720	110	**130**	140
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplne.	1000 – 1200	HB 7720	100	**120**	140	HB 7720	100	**120**	140
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HB 7720	150	**170**	190	HB 7720	130	**140**	160
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HB 7720	140	**160**	180	HB 7720	110	**130**	140
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HB 7720	130	**140**	160	HB 7720	110	**120**	140
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HB 7720	100	**120**	140	HB 7720	110	**130**	150
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HB 7720	80	**100**	120	HB 7720	100	**110**	130
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HB 7720	120	**140**	150	HB 7720	110	**130**	140
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HB 7720	110	**130**	140	HB 7720	100	**120**	140
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HB 7720	80	**100**	120	HB 7720	50	**80**	100
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HB 7720	70	**90**	110	HB 7720	50	**80**	100
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	HB 7720	50	**70**	90	–		–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–		–		–		–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	T25M	80	**100**	120	T25M	80	**100**	120
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	T25M	130	**140**	160	T25M	70	**90**	120
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	T25M	110	**130**	140	T25M	60	**80**	110
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	T25M	90	**110**	130	T25M	50	**70**	90
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	T25M	90	**110**	130	T25M	50	**70**	90
14.0	Stopy specjalne	< 1200	T25M	20	**40**	50	–		–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HB 7720	150	**170**	190	HB 7720	150	**170**	190
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HB 7720	130	**140**	160	HB 7720	130	**140**	160
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HB 7720	120	**140**	150	HB 7720	120	**140**	150
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HB 7720	100	**120**	140	HB 7720	100	**120**	140
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	–		–		–		–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	–		–		–		–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	–		–		HU/HB 7710	230	**250**	270
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		HU 7710	230	**250**	270	HU/HB 7710	230	**250**	270
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HU 7710	200	**220**	240	HU/HB 7710	200	**220**	240
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	–		–		HU/HB 7710	180	**200**	230
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	–		–		–		–	
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HU 7710	270	**290**	320	HU/HB 7710	270	**290**	320
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	–		–		–		–	
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	–		–		–		–	
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	–		–		HU/HB 7710	180	**200**	230
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	–		–		–		–	
19.0	Grafit		–		–		–		–	
20.0	Termoplasty		–		–		–		–	
20.1	Duroplasty		–		–		–		–	
20.2	GFK i CFK		–		–		–		–	

	Posuw na ząb f_z [mm/ząb]		
	do $a_e = 3/3$ xD	do $a_e = 2/3$ xD	do $a_e = 1/3$ xD
	min. – start – maks.	min. – start – maks.	min. – start – maks.
	0,07 – **0,08** – 0,09	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,10** – 0,12
	0,07 – **0,08** – 0,09	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,10** – 0,12
	0,07 – **0,08** – 0,09	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,10** – 0,12
	0,07 – **0,08** – 0,09	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,10** – 0,12
	0,07 – **0,08** – 0,09	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,10** – 0,12
	0,07 – **0,08** – 0,09	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,10** – 0,12
	0,07 – **0,08** – 0,09	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,10** – 0,12
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	0,07 – **0,08** – 0,09	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,10** – 0,12
	0,07 – **0,08** – 0,01	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,10** – 0,12
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	–	**–**	**–**
	–	**–**	**–**
	–	**–**	**–**
	–	**–**	0,09 – **0,10** – 0,10
	–	**–**	**–**
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	0,05 – **0,06** – 0,07	0,07 – **0,08** – 0,09	0,09 – **0,10** – 0,10
	–	**–**	0,07 – **0,08** – 0,09
	0,07 – **0,08** – 0,09	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,10** – 0,12
	0,07 – **0,08** – 0,09	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,10** – 0,12
	0,07 – **0,08** – 0,09	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,10** – 0,12
	0,07 – **0,08** – 0,09	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,10** – 0,12
	–	**–**	**–**
	–	**–**	**–**
	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,11** – 0,12	0,12 – **0,13** – 0,14
	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,11** – 0,12	0,12 – **0,13** – 0,14
	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,11** – 0,12	0,12 – **0,13** – 0,14
	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,11** – 0,12	0,12 – **0,13** – 0,14
	–	**–**	**–**
	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,11** – 0,12	0,12 – **0,13** – 0,14
	–	**–**	**–**
	–	**–**	**–**
	0,08 – **0,10** – 0,10	0,10 – **0,11** – 0,12	0,12 – **0,13** – 0,14
	–	**–**	**–**
	–	**–**	**–**
	–	**–**	**–**
	–	**–**	**–**
	–	**–**	**–**









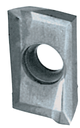


Tabela 8.72 GARANT Frezy do fazowania 45° (płytka skrawająca SDLX 09)

Numer katalogowy 216100

Liczba zębów 1 do 2

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	wytrzymałość	Vc	wielkość 8			wielkość 16 i 25			ciecz chłodząco-smarująca	Zalecane płytki skrawające
				f	n	vf	f	n	vf		
			[m/min]	[mm/obr.]	[obr./min]	[mm/min]	[mm/obr.]	[obr./min]	[mm/min]		
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	250	0,08	5684	455	0,12	3061	367	emulsja	HB 7535
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	200	0,10	4547	455	0,14	2449	343	emulsja	HB 7535
2.0	Stale automatowe	< 850	250	0,08	5684	455	0,12	3061	367	emulsja	HB 7535
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	200	0,10	4547	455	0,14	2449	343	emulsja	HB 7535
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	200	0,10	4547	455	0,14	2449	343	emulsja	HB 7535
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	200	0,10	4547	455	0,14	2449	343	emulsja	HB 7535
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	150	0,10	3411	341	0,14	1836	257	emulsja	HB 7535
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	200	0,10	4547	455	0,14	2449	343	emulsja	HB 7535
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	150	0,10	3411	341	0,14	1836	257	emulsja	HB 7535
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	200	0,10	4547	455	0,14	2449	343	emulsja	HB 7535
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	200	0,10	4547	455	0,14	2449	343	emulsja	HB 7535
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	150	0,10	3411	341	0,14	1836	257	emulsja	HB 7535
7.0	Stale do azotowania	< 1000	150	0,10	3411	341	0,14	1836	257	emulsja	HB 7535
7.1	Stale do azotowania	> 1000	150	0,10	3411	341	0,14	1836	257	emulsja	HB 7535
8.0	Stale narzędziowe	< 850	150	0,10	3411	341	0,14	1836	257	emulsja	HB 7535
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	150	0,10	3411	341	0,14	1836	257	emulsja	HB 7535
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	120	0,08	2728	205	0,10	1469	147	emulsja	HB 7535
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	100	0,09	2274	205	0,12	1224	147	emulsja	HB 7535
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–			–		–	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–			–		–	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–			–		–	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	50	0,06	1137	68	0,08	612	49	emulsja	HB 7535
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–		–			–		–	–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	50	0,06	1137	68	0,08	612	49	emulsja	HB 7535
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	160	0,08	3638	273	0,10	1959	196	emulsja	HB 7535
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	120	0,08	2728	205	0,10	1469	147	emulsja	HB 7535
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	120	0,08	2728	205	0,10	1469	147	emulsja	HB 7535
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	100	0,08	2274	171	0,10	1224	122	emulsja	HB 7535
14.0	Stopy specjalne	< 1200	50	0,06	1137	68	0,08	1224	49	emulsja	HB 7535
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	150	0,10	3411	682	0,24	1836	441	na sucho	HB 7535
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	150	0,10	3411	682	0,24	1836	441	na sucho	HB 7535
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	120	0,15	2728	409	0,20	1469	294	emulsja	HB 7535
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	100	0,10	2274	227	0,14	1224	171	emulsja	HB 7535
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	100	0,10	2274	227	0,12	1224	147	emulsja	prosimy o kontakt
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	100	0,10	2274	227	0,12	1224	147	emulsja	prosimy o kontakt
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	250	0,10	5684	568	0,14	3061	429	emulsja	HU 7710
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		250	0,10	5684	568	0,14	3061	429	emulsja	HU 7710
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		120	0,13	2728	341	0,16	1469	235	emulsja	HU 7710
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	250	0,15	5684	853	0,18	3061	551	emulsja	HB 7535
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	250	0,15	5684	853	0,18	3061	551	emulsja	HB 7535
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	250	0,15	5684	853	0,18	3061	551	emulsja	HB 7535
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	250	0,15	5684	853	0,18	3061	551	emulsja	HB 7535
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	250	0,15	5684	853	0,18	3061	551	emulsja	HB 7535
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	250	0,15	5684	853	0,18	3061	551	emulsja	HB 7535
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	250	0,15	5684	853	0,18	3061	551	emulsja	HB 7535
19.0	Grafit		–		–			–		–	–
20.0	Termoplasty		250	0,10	5684	568	0,14	3061	429	emulsja	HU 7710
20.1	Duroplasty		250	0,10	5684	568	0,14	3061	429	emulsja	HU 7710
20.2	GFK i CFK		120	0,13	2728	341	0,16	1469	235	emulsja	HU 7710

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy otworu,







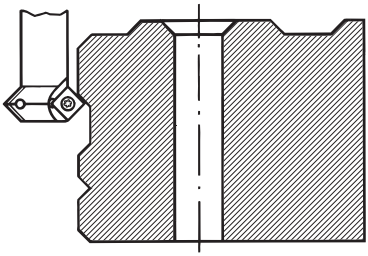
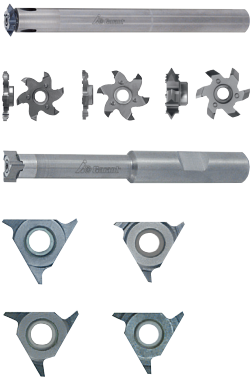


Tabela 8.73 GARANT System frezowania cyrkulacyjnego z płytkami wielobocznymi i trójkątnymi

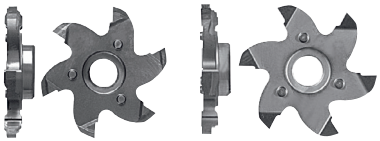
Numery katalogowe 217250; 217252; 217400; 217405

Wskazówka: **W przypadku korpusów frezów ze stopów twardych należy przemnożyć posuw na ząb fz o następujący współczynnik:**
wykonanie L (długie): fz x 0,5
wykonanie XL (bardzo długie): fz x 0,4

Grupa materiał.	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Płytki wielokrawędziowe P16/P26			Płytki trójkątne 04, 03, 02, 01		
			Vc	fz [mm/ząb]		Vc	fz [mm/ząb]	
			[m/min]	min.	maks.	[m/min]	min.	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	250	0,05	0,25	260	0,05	0,12
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	180	0,05	0,25	220	0,05	0,12
2.0	Stale automatowe	< 850	180	0,05	0,25	260	0,05	0,12
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	120	0,05	0,25	220	0,05	0,12
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	180	0,05	0,25	220	0,05	0,12
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	180	0,05	0,25	180	0,05	0,12
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	120	0,05	0,25	160	0,05	0,12
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	180	0,05	0,25	160	0,05	0,12
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	100	0,05	0,25	140	0,05	0,12
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	120	0,05	0,25	220	0,05	0,12
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	120	0,05	0,25	180	0,05	0,12
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	100	0,05	0,25	140	0,05	0,12
7.0	Stale do azotowania	< 1000	120	0,05	0,25	140	0,05	0,12
7.1	Stale do azotowania	> 1000	100	0,05	0,25	120	0,05	0,12
8.0	Stale narzędziowe	< 850	180	0,05	0,25	220	0,05	0,12
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	120	0,05	0,25	140	0,05	0,12
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	100	0,05	0,25	120	0,05	0,12
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	120	0,05	0,25	120	0,05	0,12
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	100	0,05	0,15	120	0,05	0,10
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	100	0,05	0,10	100	0,05	0,08
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	100	0,05	0,08	80	0,05	0,08
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	120	0,05	0,15	140	0,05	0,12
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	100	0,05	0,15	120	0,05	0,12
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	80	0,05	0,15	120	0,03	0,08
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	180	0,05	0,15	180	0,05	0,12
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	180	0,05	0,15	160	0,05	0,12
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	120	0,05	0,15	130	0,05	0,12
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	120	0,05	0,15	120	0,05	0,12
14.0	Stopy specjalne	< 1200	120	0,05	0,15	120	0,05	0,12
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	180	0,05	0,25	180	0,05	0,12
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	120	0,05	0,25	140	0,05	0,12
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	120	0,05	0,25	160	0,05	0,12
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	100	0,05	0,25	140	0,05	0,12
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	80	0,01	0,08	120	0,01	0,05
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	60	0,01	0,08	100	0,01	0,05
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	400	0,15	0,40	600	0,05	0,25
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		300	0,15	0,40	500	0,05	0,25
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		250	0,15	0,40	400	0,05	0,25
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	400	0,15	0,40	500	0,05	0,25
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	400	0,15	0,40	300	0,05	0,25
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	400	0,15	0,40	400	0,05	0,25
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	400	0,15	0,40	300	0,05	0,25
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	400	0,15	0,40	220	0,05	0,25
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	300	0,15	0,40	300	0,05	0,25
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	250	0,15	0,40	220	0,05	0,25
19.0	Grafit		250	0,15	0,40	400	0,05	0,25
20.0	Termoplasty		400	0,15	0,40	600	0,05	0,25
20.1	Duroplasty		300	0,15	0,40	500	0,05	0,25
20.2	GFK i CFK		250	0,15	0,40	400	0,05	0,25





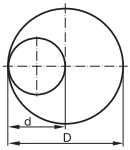




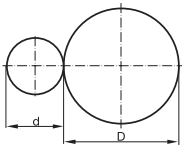
Frezowanie obiegowe z płytkami wielobocznymi i trójkątnymi

Informacja

frezowanie powierzchni wewn.

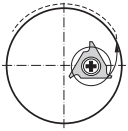


frezowanie powierzchni zewn.

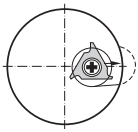


Idealny stosunek średnic otworu do narzędzia jak 2:1 zapewnia niewielki kąt opasania i tym samym spokojną pracę narzędzia. **Zalecane jest frezowanie współbieżne.**

wcinanie po łuku okręgu

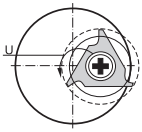


wcinanie prostoliniowe

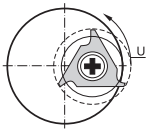


W miarę możliwości zawsze dokonywać wcinania po łuku okręgu. Przy wcinaniu prostoliniowym pracować z 1/3 posuwu, a całkowity posuw włączać dopiero po osiągnięciu zadanej głębokości wcięcia.

zaprogramowany tor posuwu odniesiony do osi narzędzia



posuw efektywny odniesiony do średnicy zewnętrznej narzędzia



Zawsze zwracać uwagę na posuw rzeczywisty (efektywny) na średnicy zewnętrznej narzędzia.

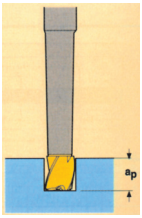
Tabela 8.74 SECO Minimaster (głowice HM) - frezowanie otworów, rowków, naroży, obróbka zgrubna, wstępna obróbka wykańczająca, obróbka wykańczająca

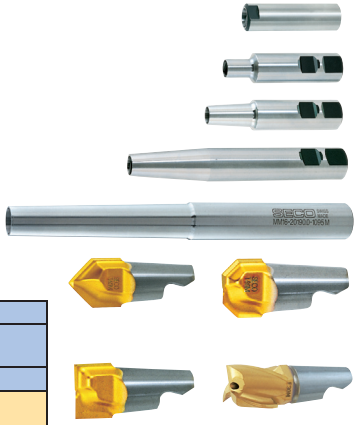
Numery katalogowe 220100 do 220195

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Frezowanie rowków							
			Średnica głowicy [mm]							
			∅ 8			∅ 10			∅ 12/14	
			f_z [mm/ząb]		a_p maks. [mm]	f_z [mm/ząb]		a_p maks. [mm]	f_z [mm/ząb]		a_p maks. [mm]
		[N/mm²]	min.	maks.	(pełny styk) **	min.	maks.	(pełny styk) **	min.	maks.	(pełny styk) **
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	0,02	0,05	3,0	0,03	0,06	3,5	0,04	0,09	4,5
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	0,02	0,05	3,0	0,03	0,06	3,5	0,04	0,09	4,5
2.0	Stale automatowe	< 850	0,02	0,05	3,0	0,03	0,06	3,5	0,04	0,09	4,5
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	0,02	0,05	3,0	0,03	0,06	3,5	0,04	0,09	4,5
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	0,02	0,05	3,0	0,03	0,06	3,5	0,04	0,09	4,5
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	0,02	0,05	2,5	0,03	0,05	3,0	0,04	0,07	3,5
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	0,02	0,05	2,5	0,03	0,05	3,0	0,04	0,07	3,5
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	0,02	0,05	2,5	0,03	0,05	3,0	0,04	0,07	3,5
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	0,02	0,05	2,5	0,03	0,05	3,0	0,04	0,07	3,5
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	0,02	0,05	3,0	0,03	0,06	3,5	0,04	0,09	4,5
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	0,02	0,05	2,5	0,03	0,05	3,0	0,04	0,07	3,5
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	0,02	0,05	2,5	0,03	0,05	3,0	0,04	0,07	3,5
7.0	Stale do azotowania	< 1000	0,02	0,04	1,5	0,03	0,05	2,0	0,03	0,06	2,5
7.1	Stale do azotowania	> 1000	0,02	0,04	1,5	0,03	0,05	2,0	0,03	0,06	2,5
8.0	Stale narzędziowe	< 850	0,02	0,05	2,5	0,03	0,05	3,0	0,04	0,07	3,5
8.1	Stale narzędziowe	850– 1100	0,02	0,05	2,5	0,03	0,05	3,0	0,04	0,07	3,5
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	0,02	0,04	1,5	0,03	0,05	2,0	0,03	0,06	2,5
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	0,02	0,04	1,5	0,03	0,05	2,0	0,03	0,06	2,5
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	0,02	0,04	1,5	0,03	0,05	2,0	0,03	0,06	2,5
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–	–		–	–		
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–	–		–	–		
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	0,02	0,04	1,5	0,03	0,05	2,0	0,03	0,06	2,5
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–		–	–		–	–		
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	0,02	0,04	1,5	0,03	0,05	2,0	0,03	0,06	2,5
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	0,02	0,05	2,5	0,03	0,05	3,0	0,04	0,07	3,5
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	0,02	0,04	2,0	0,03	0,05	2,5	0,04	0,06	3,0
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	0,02	0,04	1,5	0,03	0,05	2,0	0,03	0,06	2,5
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	0,02	0,04	1,5	0,03	0,05	2,0	0,03	0,06	2,5
14.0	Stopy specjalne	< 1200	0,02	0,04	1,5	0,03	0,05	2,0	0,03	0,06	2,5
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	0,02	0,05	3,0	0,03	0,06	3,5	0,04	0,09	4,5
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	0,02	0,05	3,0	0,03	0,06	3,5	0,04	0,09	4,5
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	0,02	0,04	3,0	0,03	0,05	3,5	0,04	0,07	4,5
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	0,02	0,04	3,0	0,03	0,05	3,5	0,04	0,07	4,5
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	0,02	0,04	2,0	0,03	0,05	2,5	0,03	0,06	3,0
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	0,02	0,04	2,0	0,03	0,05	2,5	0,03	0,06	3,0
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	0,03	0,07	3,5	0,04	0,08	4,0	0,05	0,10	5,0
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		0,03	0,07	3,5	0,04	0,08	4,0	0,05	0,10	5,0
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		0,03	0,07	3,5	0,04	0,08	4,0	0,05	0,10	5,0
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	0,03	0,07	3,5	0,04	0,08	4,0	0,05	0,10	5,0
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	0,03	0,07	3,5	0,04	0,08	4,0	0,05	0,10	5,0
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	0,03	0,07	3,5	0,04	0,08	4,0	0,05	0,10	5,0
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	0,03	0,07	3,5	0,04	0,08	4,0	0,05	0,10	5,0
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	0,03	0,07	3,5	0,04	0,08	4,0	0,05	0,10	5,0
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	0,03	0,07	3,5	0,04	0,08	4,0	0,05	0,10	5,0
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	0,03	0,07	3,5	0,04	0,08	4,0	0,05	0,10	5,0
19.0	Grafit		–		–	–		–	–		–
20.0	Termoplasty		–		–	–		–	–		–
20.1	Duroplasty		–		–	–		–	–		–
20.2	GFK i CFK		–		–	–		–	–		–

** Uwaga: Maksymalną głębokość skrawania można zwiększyć o 0,5 mm, jeżeli pracuje tylko 50% średnicy głowicy.

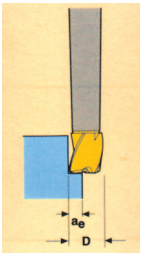
	Frezowanie rowków			
	Średnica głowicy [mm]			
	∅ 16			
	f_z [mm/ząb]			a_p maks. [mm]
	min.		maks.	(pełny styk) **
	0,05	–	0,12	6,0
	0,05	–	0,12	6,0
	0,05	–	0,12	6,0
	0,05	–	0,12	6,0
	0,05	–	0,12	6,0
	0,05	–	0,11	5,0
	0,05	–	0,11	5,0
	0,05	–	0,11	5,0
	0,05	–	0,11	5,0
	0,05	–	0,12	6,0
	0,05	–	0,11	5,0
	0,05	–	0,11	5,0
	0,04	–	0,10	3,5
	0,04	–	0,10	3,5
	0,05	–	0,11	5,0
	0,05	–	0,11	5,0
	0,04	–	0,10	3,5
	0,04	–	0,10	3,5
	0,04	–	0,10	3,5
		–		–
		–		–
	0,04	–	0,10	3,5
		–		–
	0,04	–	0,10	3,5
	0,05	–	0,11	5,0
	0,04	–	0,10	4,0
	0,04	–	0,10	3,5
	0,04	–	0,10	3,5
	0,04	–	0,10	3,5
	0,05	–	0,12	6,0
	0,05	–	0,12	6,0
	0,05	–	0,11	6,0
	0,05	–	0,11	6,0
	0,04	–	0,10	4,0
	0,04	–	0,10	4,0
	0,06	–	0,12	6,0
	0,06	–	0,12	6,0
	0,06	–	0,12	6,0
	0,06	–	0,12	6,0
	0,06	–	0,12	6,0
	0,06	–	0,12	6,0
	0,06	–	0,12	6,0
	0,06	–	0,12	6,0
	0,06	–	0,12	6,0
		–		–
		–		–
		–		–
		–		–





Wiercenie / wcinanie		
Średnica głowicy [mm]	a_p maks. [mm]	
	z=2	z=3
∅ 8	4,0	6,0*
∅ 10	5,0	8,0*
∅ 12/14	6,0	10,0*
∅ 16	8,0	13,0*

* przy stosowaniu środka chłodząco-smarującego



Frezowanie narożników						
Średnica głowicy [mm]			Posuw f_z [mm/ząb]***			Współczynnik vc
∅ 8	a_e / D					
	Pełna styczność	100%	0,02	0,05	0,07	1,0
	Frezowanie narożу	25%	0,03	0,07	0,09	1,3
		10%	0,04	0,1	0,14	1,5
		5%	0,06	0,14	0,2	1,6
∅ 10	a_e / D					
	Pełna styczność	100%	0,03	0,05	0,08	1,0
	Frezowanie narożу	25%	0,04	0,07	0,11	1,3
		10%	0,06	0,10	0,16	1,5
		5%	0,09	0,14	0,23	1,6
∅ 12/14	a_e / D					
	Pełna styczność	100%	0,03	0,07	0,10	1,0
	Frezowanie narożу	25%	0,04	0,09	0,13	1,3
		10%	0,06	0,14	0,20	1,5
		5%	0,09	0,20	0,29	1,6
∅ 16	a_e / D					
	Pełna styczność	100%	0,04	0,08	0,12	1,0
	Frezowanie narożу	25%	0,05	0,11	0,16	1,3
		10%	0,08	0,16	0,25	1,5
		5%	0,11	0,23	0,34	1,6

*** przy $a_e/D < 100\%$ (pełna styczność narzędzia z obrabianym przedmiotem) należy zwiększyć f_z i v_c odpowiednio do powyższej tabeli, aby utrzymać stałą grubość skrawanej warstwy h_m.

Tabela 8.74 SECO Minimaster (głowice HM) - frezowanie otworów, rowków, naroży, obróbka zgrubna, wstępna obróbka wykańczająca, obróbka wykańczająca - ciąg dalszy

Numery katalogowe 220100 do 220195

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Gatunki							
			F30M							
			posuw f_z [mm/ząb]							
		[N/mm²]	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12
			Prędkość skrawania v_c [m/min]							
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	275	260	245	235	220	210	200	190
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	200	190	180	175	160	155	150	140
2.0	Stale automatowe	< 850	245	230	220	210	195	190	180	170
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	200	190	180	175	160	155	150	140
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	200	190	180	175	160	155	150	140
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	185	175	170	160	150	145	135	130
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	185	175	170	160	150	145	135	130
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	160	150	140	135	125	125	110	110
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	160	150	140	135	125	125	110	110
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	200	190	180	175	160	155	150	140
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	185	175	170	160	150	145	135	130
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	185	175	170	160	150	145	135	130
7.0	Stale do azotowania	< 1000	120	115	110	105	100	–	–	–
7.1	Stale do azotowania	> 1000	120	115	110	105	100	–	–	–
8.0	Stale narzędziowe	< 850	185	175	170	160	150	145	135	130
8.1	Stale narzędziowe	850– 1100	185	150	140	135	125	125	110	110
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	120	115	110	105	100	–	–	–
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	45	40	40	35	35	–	–	–
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	45	40	40	35	35	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–	–	–	–	–	–	–	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	45	40	40	35	35	–	–	–
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–	–	–	–	–	–	–	–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	120	115	110	105	100	–	–	–
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	225	210	200	190	180	175	165	155
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	195	185	175	165	155	150	–	–
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	165	155	150	140	135	130	–	–
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	130	120	115	110	105	100	–	–
14.0	Stopy specjalne	< 1200	55	55	50	50	45	45	–	–
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	180	170	160	155	145	140	130	125
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	180	170	160	155	145	140	130	125
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	165	155	150	140	135	130	120	115
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	150	145	135	130	120	115	–	–
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	55	55	50	50	45	45	–	–
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	55	–	50	50	45	45	–	–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	935	880	840	805	750	725	685	655
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		935	880	840	805	750	725	685	655
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		755	715	680	650	605	585	555	530
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	935	880	840	805	750	725	685	655
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	935	880	840	805	750	725	685	655
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	755	715	680	650	605	585	555	530
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	935	880	840	805	750	725	685	655
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	935	880	840	805	750	725	685	655
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	755	715	680	650	605	585	555	530
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	755	715	680	650	605	585	555	530
19.0	Grafit		–	–	–	–	–	–	–	–
20.0	Termoplasty		–	–	–	–	–	–	–	–
20.1	Duroplasty		–	–	–	–	–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		–	–	–	–	–	–	–	–



	Gatunki															
	F40M								T60M							
	Posuw f_z [mm/ząb]															
	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12
	Prędkość skrawania v_c [m/min]															
	260	245	235	225	210	200	190	180	205	195	185	175	165	160	150	145
	190	180	170	165	155	150	140	135	150	145	135	130	120	120	110	105
	230	220	210	200	185	180	170	165	185	175	165	160	145	145	135	130
	190	180	170	165	155	150	140	135	150	145	135	130	120	120	110	105
	190	180	170	165	155	150	140	135	150	145	135	130	120	120	110	105
	180	170	160	155	145	140	130	125	140	135	125	120	115	110	105	100
	180	170	160	155	145	140	130	125	140	135	125	120	115	110	105	100
	150	140	135	130	120	115	105	105	120	110	105	105	95	90	85	85
	150	140	135	130	120	115	105	105	120	110	105	105	95	90	85	85
	190	180	170	165	155	150	140	135	150	145	135	130	120	120	110	105
	180	170	160	155	145	140	130	125	140	135	125	120	115	110	105	100
	180	170	160	155	145	140	130	125	140	135	125	120	115	110	105	100
	115	110	105	100	95	90	–	–	90	85	85	80	75	70	–	–
	115	110	105	100	95	90	–	–	90	85	85	80	75	70	–	–
	180	170	160	155	145	140	130	125	140	135	125	120	115	110	105	100
	150	140	135	130	120	115	105	105	120	110	105	105	95	90	85	85
	115	110	105	100	95	90	–	–	90	85	85	80	75	70	–	–
	40	40	35	35	35	–	–	–	30	30	30	30	25	25	–	–
	40	40	35	35	35	–	–	–	30	30	30	30	25	25	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	40	40	35	35	35	–	–	–	30	30	30	30	25	25	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	115	110	105	100	95	90	–	–	90	85	85	80	75	70	–	–
	210	200	190	185	170	165	155	150	165	160	150	145	135	130	125	115
	185	175	165	160	150	145	–	–	145	140	130	125	115	115	–	–
	155	150	140	135	125	120	–	–	125	115	110	105	100	95	–	–
	125	115	110	105	100	95	–	–	95	90	90	85	80	75	–	–
	55	50	50	45	45	45	–	–	45	40	40	35	35	35	–	–
	170	160	155	150	135	135	125	120	135	130	120	115	110	105	100	95
	170	160	155	150	135	135	125	120	135	130	120	115	110	105	100	95
	155	150	140	135	125	120	115	110	125	115	110	105	100	95	90	85
	145	135	130	125	115	–	–	–	115	105	100	100	90	90	–	–
	55	50	50	45	45	45	–	–	45	40	40	35	35	35	–	–
	55	50	50	45	45	45	–	–	45	40	40	35	35	35	–	–
	890	840	800	765	715	690	655	620	700	665	630	605	565	545	515	490
	890	840	800	765	715	690	655	620	700	665	630	605	565	545	515	490
	720	680	645	620	575	560	530	505	565	535	510	490	455	440	415	395
	890	840	800	765	715	690	655	620	700	665	630	605	565	545	515	490
	890	840	800	765	715	690	655	620	700	665	630	605	565	545	515	490
	720	680	645	620	575	560	530	505	565	535	510	490	455	440	415	395
	890	840	800	765	715	690	655	620	700	665	630	605	565	545	515	490
	890	840	800	765	715	690	655	620	700	665	630	605	565	545	515	490
	720	680	645	620	575	560	530	505	565	535	510	490	455	440	415	395
	720	680	645	620	575	560	530	505	565	535	510	490	455	440	415	395
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 8.75 SECO Minimaster (głowice HM) - frezowanie kopiowe - kąt 0° obróbka zgrubna, wstępna obróbka wykańczająca, obróbka wykańczająca

Numery katalogowe 220100 do 220195

Średnica głowicy	Głębokość skrawania a_p [mm]	Średnica czynna D_w [mm]	Dosuw promieniowy a_e [mm]					
			0,15	0,3	0,5	1,0	1,5	2,5
			Wysokość profilu H [mm]					
			0,001	0,003	0,008	0,031	0,071	0,200
			Posuw na ząb f_z [mm/ząb]					
∅ 8	2,5	7,4	–	–	0,21	0,15	0,12	0,10
	1,0	5,3	–	–	0,28	0,20	0,17	0,14
	0,5	3,1	–	0,22	0,17	0,12	0,10	–
	0,3	3,0	0,08	0,25	0,2	0,14	0,12	–
	0,1	1,8	0,08	0,08	0,12	–	–	–
	Współczynnik prędkości skrawania		1,70	1,55	1,45	1,30	1,30	1,20

Średnica głowicy	Głębokość skrawania a_p [mm]	Średnica czynna D_w [mm]	Dosuw promieniowy a_e [mm]					
			0,2	0,4	0,6	1,3	2,0	3,0
			Wysokość profilu H [mm]					
			0,001	0,004	0,009	0,042	0,101	0,230
			Posuw na ząb f_z [mm/ząb]					
∅ 10	3,0	9,2	–	–	0,29	0,20	0,16	0,14
	1,5	7,1	–	–	0,36	0,25	0,21	0,17
	0,6	4,7	–	0,29	0,23	0,16	0,14	–
	0,4	3,9	0,10	0,33	0,27	0,19	0,16	–
	0,2	2,8	0,10	0,19	0,16	–	–	–
	Współczynnik prędkości skrawania		1,65	1,55	1,45	1,30	1,20	1,20

Średnica głowicy	Głębokość skrawania a_p [mm]	Średnica czynna D_w [mm]	Dosuw promieniowy a_e [mm]					
			0,25	**0,5**	0,7	1,5	2,5	4,0
			Wysokość profilu H [mm]					
			0,001	**0,005**	0,010	0,047	0,132	0,343
			Posuw na ząb f_z [mm/ząb]					
∅ 12	3,5	10,9	–	–	0,37	0,26	0,20	0,16
	2,0	8,9	–	–	0,44	0,31	0,24	0,20
	0,7	5,6	–	0,35	0,30	0,21	0,17	0,15
	0,4	4,3	0,13	**0,40**	0,35	0,25	0,20	–
	0,2	3,1	0,13	0,24	0,20	–	–	–
	Współczynnik prędkości skrawania		1,65	**1,50**	1,45	1,30	1,20	1,15

Średnica głowicy	Głębokość skrawania a_p [mm]	Średnica czynna D_w [mm]	Dosuw promieniowy a_e [mm]					
			0,25	0,5	0,7	1,5	2,5	4,0
			Wysokość profilu H [mm]					
			0,001	0,004	0,009	0,040	0,013	0,292
			Posuw na ząb f_z [mm/ząb]					
∅ 14	3,5	12,1	–	–	0,42	0,29	0,23	0,19
	2,0	9,8	–	–	0,50	0,35	0,27	0,22
	0,7	6,1	–	0,40	0,34	0,24	0,19	–
	0,4	4,7	0,13	0,46	0,39	0,28	0,23	–
	0,2	3,3	0,13	0,27	0,23	–	–	–
	Współczynnik prędkości skrawania		1,70	1,55	1,50	1,35	1,25	1,20

Średnica głowicy	Głębokość skrawania a_p [mm]	Średnica czynna D_w [mm]	Dosuw promieniowy a_e [mm]					
			0,25	0,5	0,7	1,5	2,5	4,0
			Wysokość profilu H [mm]					
			0,001	0,004	0,009	0,040	0,113	0,292
			Posuw na ząb f_z [mm/ząb]					
∅ 16	5,0	14,8	–	–	0,50	0,35	0,29	0,23
	2,0	10,6	–	–	0,50	0,47	0,39	0,32
	1,0	7,7	–	0,50	0,40	0,29	0,24	–
	0,6	6,1	0,15	0,50	0,46	0,34	0,29	–
	0,2	3,6	0,15	0,30	0,32	–	–	–
	Współczynnik prędkości skrawania		1,70	1,55	1,45	1,30	1,25	1,15

Przykład: Liczby zaznaczone kolorem czerwonym i przez pogrubienie

Materiał: Grupa materiałowa 8.2, stal narzędziowa

Obróbka: Obróbka wykańczająca
a_e = 0,5 mm
a_p = 0,4 mm

Cel: Wysokość profilu H = 0,005 mm

Narzędzie: Frez do kopiowania, średnica ostrzy 12 mm, 2 ostrza, gatunek F30M

Z tabeli po lewej stronie:

przy a_e = 0,5 mm i a_p = 0,4 mm oraz f_z = 0,4 mm/ząb i

współczynniku vc = 1,5

wynika dla z = 2

f = z x f_z = **0,8 mm/obr.**

Z tabeli po prawej stronie:

przy obróbce wykańczającej 2-ostrzowej

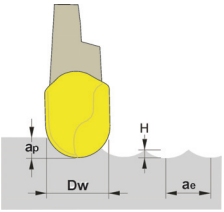
gatunku F30M

grupie materiałowej 8.2 wynika:

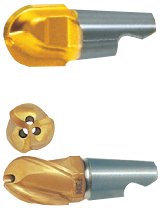
v_c = 145 m/min

przy współczynniku v_c z tabeli po lewej stronie wynika:

v_c = 145 x 1,5 = **217,7 m/min**



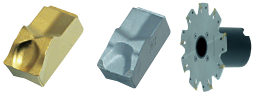




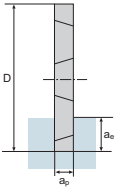
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Prędkość skrawania v_c [m/min]			
			2-ostrzowe		3-ostrzowe	
			Gatunki			
			F30M		F40M	F30M
			Obróbka zgrubna	Wstępna obróbka wykańcz. / obróbka wykańcz.	Obróbka zgrubna	Wstępna obróbka wykańcz. / obróbka wykańcz.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	170	220	180	240
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	170	220	180	240
2.0	Stale automatowe	< 850	170	220	180	240
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	170	220	180	240
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplnie	<700	170	220	180	240
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplnie	700 – 850	145	185	150	200
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplnie	850 – 1000	145	185	150	200
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplnie	850 – 1000	145	185	150	200
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplnie	1000 – 1200	145	185	150	200
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	<750	170	220	180	240
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	145	185	150	200
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	110	145	120	160
7.0	Stale do azotowania	< 1000	150	190	160	210
7.1	Stale do azotowania	> 1000	150	190	160	210
8.0	Stale narzędziowe	< 850	145	185	150	200
8.1	Stale narzędziowe	850– 1100	145	185	150	200
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	110	145	120	160
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	110	145	120	160
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	45	50	45	50
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–	–	–	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	110	145	120	160
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	–	–	–	–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	150	190	–	210
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	200	250	210	260
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	200	250	210	260
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	150	190	–	210
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	150	190	–	210
14.0	Stopy specjalne	< 1200	45	50	45	50
15.0	Żeliwo (GG	< 180 HB	150	190	160	210
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	110	145	120	155
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	150	145	160	210
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	110	190	115	155
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	40	45	–	–
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	40	45	–	–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	850	1.000	860	1.200
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		850	1.000	860	1.200
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		700	850	710	950
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	850	1.000	860	1.200
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	850	1.000	860	1.200
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	700	850	710	950
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	850	1.000	860	1.200
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	850	1.000	860	1.200
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	700	850	710	950
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	700	850	710	950
19.0	Grafit		–	–	–	–
20.0	Termoplasty		–	–	–	–
20.1	Duroplasty		–	–	–	–
20.2	GFK i CFK		–	–	–	–

Tabela 8.76 SECO Frezy tarczowe z płytkami skrawającymi HM (płytki mocowane zaciskowo)

Numery katalogowe 226001; 226005; 226010

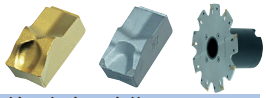


a_e / D = 0,1



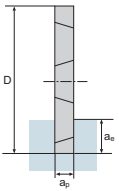
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Płytki mocowane zaciskowo i stała szerokość			
			Materiał narzędzia / powłoka	∅ 63 – 160 szerokość (a_p) 2,25/2,5-4 mm		
				v_c [m/min]		f_z [mm/ząb]
				min.	maks.	min. – maks.
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	200 – **230** – 250		0,14 – 0,30
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500 – 850	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	150 – **170** – 185		0,14 – 0,22
2.0	Stale automatowe	< 850	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	200 – **200** – 220		0,14 – 0,25
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	185 – **170** – 185		0,14 – 0,22
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	150 – **170** – 185		0,14 – 0,22
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	700 – 850	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	140 – **160** – 180		0,14 – 0,22
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	140 – **160** – 180		0,14 – 0,22
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	120 – **125** – 135		0,14 – 0,20
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	120 – **125** – 135		0,14 – 0,20
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	150 – **170** – 185		0,14 – 0,22
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	140 **160** 180		0,14 – 0,22
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	140 **160** 180		0,14 – 0,22
7.0	Stale do azotowania	< 1000	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	110 – **115** – 120		0,10 – 0,15
7.1	Stale do azotowania	> 1000	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	110 – **115** – 120		0,10 – 0,15
8.0	Stale narzędziowe	< 850	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	140 – **160** – 180		0,14 – 0,22
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	120 – **125** – 135		0,14 – 0,20
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	110 – **115** – 120		0,10 – 0,15
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	–		–
10.0	Stale hartowane	45 – 65 HRC	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	–		–
10.1	Stale hartowane	55 – 60 HRC	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	–		–
10.2	Stale hartowane	60 – 67 HRC	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	–		–
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	–		–
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	–		–
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	HX (HM bez powłoki)	–		–
			T25M (HM powlekany)	–		–

Tabela 8.76 SECO Frezy tarczowe z płytkami skrawającymi HM (płytki mocowane zaciskowo) - ciąg dalszy



Numery katalogowe 226001; 226005; 226010

a_e / D = 0,1



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Płytki mocowane zaciskowo i stała szerokość								
			Materiał narzędzia / powłoka	∅ 63 – 160 szerokość (a_p) 2,25/2,5-4 mm							
				v_c [m/min]					f_z [mm/ząb]		
				min.				maks.	min.		maks.
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	HX (HM bez powłoki)			–				–	
			T25M (HM powlekany)	180	–	200	–	210	0,14	–	0,25
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	HX (HM bez powłoki)			–				–	
			T25M (HM powlekany)	160	–	170	–	180	0,14	–	0,22
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	HX (HM bez powłoki)			–				–	
			T25M (HM powlekany)	130	–	140	–	150	0,14	–	0,20
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	HX (HM bez powłoki)			–				–	
			T25M (HM powlekany)	120	–	125	–	130	0,10	–	0,15
14.0	Stale specjalne	< 1200	HX (HM bez powłoki)			25			0,10	–	0,13
			T25M (HM powlekany)			35			0,10	–	0,13
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	HX (HM bez powłoki)	115		130		145	0,14	–	0,30
			T25M (HM powlekany)	135	–	150	–	170	0,14	–	0,30
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	HX (HM bez powłoki)	115		130		145	0,14	–	0,30
			T25M (HM powlekany)	135	–	150	–	170	0,14	–	0,30
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	HX (HM bez powłoki)	115		120		135	0,14	–	0,22
			T25M (HM powlekany)	130	–	140	–	150	0,14	–	0,22
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	HX (HM bez powłoki)	90		95	–	105	0,14	–	0,20
			T25M (HM powlekany)	125	–	130	–	140	0,14	–	0,20
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	HX (HM bez powłoki)			25			0,14	–	0,20
			T25M (HM powlekany)			50			0,14	–	0,20
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	HX (HM bez powłoki)			25			0,14	–	0,20
			T25M (HM powlekany)			50			0,14	–	0,20
17.0	Aluminium dające długi wiór, stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	HX (HM bez powłoki)	610	–	680	–	750	0,16	–	0,30
			T25M (HM powlekany)	700	–	800	–	850	0,16	–	0,30
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		HX (HM bez powłoki)	610	–	680	–	750	0,16	–	0,30
			T25M (HM powlekany)	700	–	800	–	850	0,16	–	0,30
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HX (HM bez powłoki)	500	–	550	–	620	0,16	–	0,25
			T25M (HM powlekany)			–				–	
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HX (HM bez powłoki)	610	–	680	–	750	0,16	–	0,30
			T25M (HM powlekany)	700	–	800	–	850	0,16	–	0,30
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HX (HM bez powłoki)	610	–	680	–	750	0,16	–	0,30
			T25M (HM powlekany)	700	–	800	–	850	0,16	–	0,30
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HX (HM bez powłoki)	500	–	550	–	620	0,16	–	0,25
			T25M (HM powlekany)	600	–	640	–	700	0,16	–	0,25
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HX (HM bez powłoki)	610	–	680	–	750	0,16	–	0,30
			T25M (HM powlekany)	600	–	640	–	850	0,16	–	0,25
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HX (HM bez powłoki)	610	–	680	–	750	0,16	–	0,30
			T25M (HM powlekany)	600	–	640	–	850	0,16	–	0,25
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HX (HM bez powłoki)	500	–	550	–	620	0,16	–	0,25
			T25M (HM powlekany)	600	–	640	–	690	0,16	–	0,25
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HX (HM bez powłoki)	500	–	550	–	620	0,16	–	0,25
			T25M (HM powlekany)	600	–	630	–	670	0,16	–	0,25
19.0	Grafit		HX (HM bez powłoki)	500	–	550	–	620	0,16	–	0,25
			T25M (HM powlekany)	600	–	640	–	700	0,16	–	0,25
20.0	Termoplasty		HX (HM bez powłoki)	500	–	500	–	620	0,16	–	0,25
			T25M (HM powlekany)			–				–	
20.1	Duroplasty		HX (HM bez powłoki)	400	–	480	–	520	0,16	–	0,25
			T25M (HM powlekany)								
20.2	GFK i CFK		HX (HM bez powłoki)	500	–	500	–	620	0,16	–	0,25
			T25M (HM powlekany)	600	–	640	–	700	0,16	–	0,25

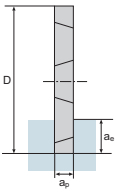
Tabela 8.77 SECO Frezy tarczowe z płytkami skrawającymi HM (stycznie przykręcane płytki 4-krawędziowe)

Numery katalogowe 226050; 226055; 226060; 226065

a_e / D = 0,1

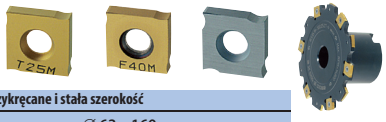






Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Płytki przykręcane i stała szerokość							
			Materiał narzędzia / powłoka	∅ 63 – 160 szerokość (a_p) 2,25/2,5-4 mm						
				v_c [m/min]				f_z [mm/ząb]		
				min.			maks.	min.		maks.
1.0	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	< 500	T25M (HM powlekany)	205	–	230	– 250	0,20	–	0,38
			F40M (HM powlekany)	190	–	215	– 230	0,20	–	0,38
1.1	Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia	500 – 850	T25M (HM powlekany)	165	–	180	– 190	0,20	–	0,32
			F40M (HM powlekany)	145	–	155	– 165	0,20	–	0,32
2.0	Stale automatowe	< 850	T25M (HM powlekany)	185	–	200	– 220	0,20	–	0,38
			F40M (HM powlekany)	170	–	185	– 200	0,20	–	0,38
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	T25M (HM powlekany)	165	–	180	– 190	0,20	–	0,32
			F40M (HM powlekany)	145	–	155	– 165	0,20	–	0,32
3.0	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	< 700	T25M (HM powlekany)	165	–	180	– 190	0,20	–	0,32
			F40M (HM powlekany)	145	–	155	– 160	0,20	–	0,32
3.1	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	700 – 850	T25M (HM powlekany)	145	–	160	– 175	0,20	–	0,32
			F40M (HM powlekany)	135	–	145	– 155	0,20	–	0,32
3.2	Niestopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	T25M (HM powlekany)	145	–	160	– 175	0,20	–	0,32
			F40M (HM powlekany)	135	–	145	– 155	0,20	–	0,32
4.0	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	850 – 1000	T25M (HM powlekany)	125	–	135	– 155	0,16	–	0,30
			F40M (HM powlekany)	115	–	125	– 140	0,16	–	0,30
4.1	Stopowe stale do ulepszania cieplnego	1000 – 1200	T25M (HM powlekany)	125	–	135	– 155	0,16	–	0,30
			F40M (HM powlekany)	115	–	125	– 140	0,16	–	0,30
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	T25M (HM powlekany)	165	–	180	– 190	0,20	–	0,32
			F40M (HM powlekany)	145	–	155	– 165	0,20	–	0,32
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	T25M (HM powlekany)	145	–	160	– 175	0,20	–	0,32
			F40M (HM powlekany)	135	–	145	– 155	0,20	–	0,32
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	T25M (HM powlekany)	145	–	160	– 175	0,20	–	0,32
			F40M (HM powlekany)	135	–	145	– 155	0,20	–	0,32
7.0	Stale do azotowania	< 1000	T25M (HM powlekany)	105	–	110	– 120	0,16	–	0,25
			F40M (HM powlekany)	95	–	100	– 105	0,16	–	0,25
7.1	Stale do azotowania	> 1000	T25M (HM powlekany)	105	–	110	– 120	0,16	–	0,25
			F40M (HM powlekany)	95	–	100	– 105	0,16	–	0,25
8.0	Stale narzędziowe	< 850	T25M (HM powlekany)	145	–	160	– 175	0,20	–	0,32
			F40M (HM powlekany)	135	–	145	– 155	0,20	–	0,32
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	T25M (HM powlekany)	125	–	135	– 155	0,16	–	0,30
			F40M (HM powlekany)	115	–	125	– 140	0,16	–	0,30
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	T25M (HM powlekany)	105	–	110	– 120	0,16	–	0,25
			T25M (HM powlekany)	95	–	100	– 105	0,16	–	0,25
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	F40M (HM powlekany)			40		0,13	–	0,20
10.0	Stale hartowane	45 – 65 HRC	–			–			–	
			–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55 – 60 HRC	–			–			–	
			–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60 – 67 HRC	–			–			–	
			–			–			–	
11.0	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1350	F40M (HM powlekany)			40		0,13	–	0,20
			–			–			–	
11.1	Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie	1800	–			–			–	
			–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	T25M (HM powlekany)	105	–	110	– 120	0,16	–	0,25
			F40M (HM powlekany)	95	–	100	– 105	0,16	–	0,25

Tabela 8.77 SECO Frezy tarczowe z płytkami skrawającymi HM (stycznie przykręcane płytki 4-krawędziowe) - ciąg dalszy



Numery katalogowe 226050; 226055; 226060; 226065

a_e / D = 0,1

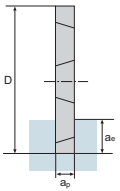
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Płytki przykręcane i stała szerokość							
			Materiał narzędzia / powłoka	∅ 63 – 160 szerokość (a_p) 2,25/2,5-4 mm						
				v_c [m/min]				f_z [mm/ząb]		
				min.			maks.	min.		maks.
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	T25M (HM powlekany)	170	–	**190**	– 210	0,20	–	0,38
			F40M (HM powlekany)	155	–	**175**	– 185	0,20	–	0,38
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	T25M (HM powlekany)	150	–	**165**	– 175	0,20	–	0,32
			T25M (HM powlekany)	140	–	**150**	– 165	0,20	–	0,32
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	T25M (HM powlekany)	140	–	**150**	– 160	0,16	–	0,25
			F40M (HM powlekany)	130	–	**135**	– 145	0,16	–	0,25
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	T25M (HM powlekany)	110	–	**120**	– 125	0,16	–	0,25
			F40M (HM powlekany)	100	–	**105**	– 115	0,16	–	0,25
14.0	Stale specjalne	< 1200	T25M (HM powlekany)	25	–	**30**	– 35	0,13	–	0,20
			T25M (HM powlekany)	25	–	**30**	– 35	0,13	–	0,20
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	T25M (HM powlekany)	120	–	**135**	– 245	0,20	–	0,38
			F40M (HM powlekany)	135	–	**155**	– 165	0,20	–	0,38
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	T25M (HM powlekany)	120	–	**135**	– 245	0,20	–	0,38
			F40M (HM powlekany)	135	–	**155**	– 165	0,20	–	0,38
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	T25M (HM powlekany)	115		**125**	135	0,20	–	0,32
			T25M (HM powlekany)	130	–	**140**	– 150	0,20	–	0,22
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	T25M (HM powlekany)	105		**110**	– 120	0,20	–	0,30
			F40M (HM powlekany)	120	–	**130**	– 140	0,20	–	0,30
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	F40M (HM powlekany)	45	–	**48**	– 50	0,16	–	0,25
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	F40M (HM powlekany)	45	–	**48**	– 50	0,16	–	0,25
17.0	Aluminium dające długi wiór, stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	HX (HM bez powłoki)	610	–	**700**	– 750	0,20	–	0,38
			F40M (HM powlekany)	645	–	**730**	– 800	0,20	–	0,38
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		HX (HM bez powłoki	610	–	**700**	– 750	0,20	–	0,38
			F40M (HM powlekany)	645	–	**730**	– 800	0,20	–	0,38
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		HX (HM bez powłoki	495	–	**570**	– 600	0,20	–	0,38
			F40M (HM powlekany)	520	–	**590**	– 630	0,20	–	0,38
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	HX (HM bez powłoki)	495	–	**570**	– 600	0,20	–	0,38
			T25M (HM powlekany)	645	–	**730**	– 800	0,20	–	0,38
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	HX (HM bez powłoki)	610	–	**700**	– 750	0,20	–	0,38
			T25M (HM powlekany)	645	–	**730**	– 800	0,20	–	0,38
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	HX (HM bez powłoki)	610	–	**700**	– 750	0,20	–	0,38
			T25M (HM powlekany)	645	–	**730**	– 800	0,20	–	0,38
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	HX (HM bez powłoki)	610	–	**700**	– 750	0,20	–	0,38
			T25M (HM powlekany)	645	–	**730**	– 800	0,20	–	0,38
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	HX (HM bez powłoki)	610	–	**700**	– 750	0,20	–	0,38
			T25M (HM powlekany)	645	–	**730**	– 800	0,20	–	0,38
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	HX (HM bez powłoki)	495	–	**570**	– 600	0,20	–	0,38
			T25M (HM powlekany)	520	–	**590**	– 630	0,20	–	0,38
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	HX (HM bez powłoki)	495	–	**570**	– 600	0,20	–	0,38
			T25M (HM powlekany)	520	–	**590**	– 630	0,20	–	0,38
19.0	Grafit		HX (HM bez powłoki)	490	–	**570**	– 700	0,20	–	0,38
20.0	Termoplasty		HX (HM bez powłoki)	510	–	**600**	– 750	0,20	–	0,38
20.1	Duroplasty		HX (HM bez powłoki)	500	–	**580**	– 700	0,20	–	0,38
20.2	GFK i CFK		HX (HM bez powłoki)	495	–	**570**	– 700	0,20	–	0,38

Tabela 8.78 SECO Frezy tarczowe z płytkami skrawającymi HM do gniazda płaskiego(płytki przykręcane)



Numery katalogowe 226156; 226158; 226159

a_e / D = 0,1



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Płytki mocowane zaciskowo i stała szerokość									
			Materiał narzędzia / powłoka	∅ 80 – 200 szerokość (a_p) 10–12 mm i 12–15 mm								
				v_c [m/min]					f_z [mm/ząb]			
				min.				maks.	min.			maks.
1.0	**Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia**	**< 500**	F40M (HM powlekane)	175	–	**185**	–	195	0,20	–		0,32
1.1	**Stale konstrukcyjne ogólnego przeznaczenia**	**500 – 850**	F40M (HM powlekane)	125	–	**135**	–	145	0,20	–		0,32
2.0	**Stale automatowe**	**< 850**	F40M (HM powlekane)	155	–	**165**	–	175	0,20	–		0,32
2.1	**Stale automatowe**	**850 – 1000**	F40M (HM powlekane)	125	–	**135**	–	145	0,20	–		0,32
3.0	**Niestopowe stale do ulepszania cieplnego**	**< 700**	F40M (HM powlekane)	125	–	**135**	–	145	0,20	–		0,32
3.1	**Niestopowe stale do ulepszania cieplnego**	**700 – 850**	F40M (HM powlekane)	120	–	**130**	–	140	0,20	–		0,32
3.2	**Niestopowe stale do ulepszania cieplnego**	**850 – 1000**	F40M (HM powlekane)	120	–	**130**	–	140	0,20	–		0,32
4.0	**Stopowe stale do ulepszania cieplnego**	**850 – 1000**	T25M (HM powlekane) F40M (HM powlekane)	120 110	– –	**130** **120**	– –	140 130	0,15 0,15	– –		0,25 0,25
4.1	**Stopowe stale do ulepszania cieplnego**	**1000 – 1200**	T25M (HM powlekane) F40M (HM powlekane)	120 110	– –	**130** **120**	– –	140 130	0,15 0,15	– –		0,25 0,25
5.0	**Niestopowe stale do nawęglania**	**< 750**	F40M (HM powlekane)	125	–	**135**	–	145	0,20	–		0,32
6.0	**Stopowe stale do nawęglania**	**< 1000**	F40M (HM powlekane)	120	–	**130**	–	140	0,15	–		0,32
6.1	**Stopowe stale do nawęglania**	**> 1000**	F40M (HM powlekane)	120	–	**130**	–	140	0,15	–		0,32
7.0	**Stale do azotowania**	**< 1000**	F40M (HM powlekane)	90	–	**95**	–	100	0,15	–		0,20
7.1	**Stale do azotowania**	**> 1000**	T250M (HM powlekane) F40M (HM powlekane)	100 90	– –	**105** **95**	– –	110 100	0,15 0,15	– –		0,20 0,20
8.0	**Stale narzędziowe**	**< 850**	F40M (HM powlekane)	120	–	**130**	–	140	0,15	–		0,32
8.1	**Stale narzędziowe**	**850 – 1100**	F40M (HM powlekane)	120	–	**130**	–	140	0,15	–		0,32
8.2	**Stale narzędziowe**	**1100 – 1400**	T25M (HM powlekane) F40M (HM powlekane)	100 90	– –	**105** **95**	– –	110 100	0,15 0,15	– –		0,20 0,20
9.0	**Stale szybkotnące**	**830 – 1200**	H25 (HM powlekane) F40M (HM powlekane)			–				–		
10.0	**Stale hartowane**	**45 – 65 HRC**	–			–				–		
10.1	**Stale hartowane**	**55 – 60 HRC**	–			–				–		
10.2	**Stale hartowane**	**60 – 67 HRC**	–			–				–		
11.0	**Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie**	**1350**	–			–				–		
11.1	**Stale konstrukcyjne odporne na ścieranie**	**1800**	–			–				–		
12.0	**Stale sprężynowe**	**< 1500**	T250M (HM powlekane) F40M (HM powlekane)	100 90	– –	**105** **95**	– –	110 100	0,15 0,15	– –		0,20 0,20

Tabela 8.78 SECO Frezy tarczowe z płytkami skrawającymi HM do gniazda płaskiego (płytki przykręcane) - ciąg dalszy





Numery katalogowe 226156; 226158; 226159

a_e / D = 0,1

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Płytki mocowane zaciskowo i stała szerokość								
			Materiał narzędzia / powłoka	∅ 63 – 160 szerokość (a_p) 2,25/2,5-4 mm							
				v_c [m/min]					f_z [mm/ząb]		
				min.				maks.	min.		maks.
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	F40M (HM powlekane)	155	–	165	–	180	0,12	–	0,25
13.1	Stale nierdzewne austenityczne	< 700	F40M (HM powlekane)	140	–	150	–	160	0,12	–	0,25
13.2	Stale nierdzewne austenityczne	< 850	T250M (HM powlekane)	135	–	145	–	155	0,12	–	0,20
			F40M (HM powlekane)	120	–	130	–	140	0,12	–	0,20
13.3	Stale nierdzewne martenzytyczne	< 1100	T2500M (HM powlekane)	105	–	110	–	120	0,12	–	0,20
			F40M (HM powlekane)	95	–	100	–	105	0,12	–	0,20
14.0	Stale specjalne	< 1200	F40M (HM powlekane)			40			0,12	–	0,20
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	T150M (HM powlekane)	195	–	210	–	220	0,20	–	0,32
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	T150M (HM powlekane)	195	–	210	–	220	0,20	–	0,32
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	T150M (HM powlekane)	180		190		200	0,20	–	0,32
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	T150M (HM powlekane)	170	–	185	–	200	0,15	–	0,25
			T250M (HM powlekane)	120	–	130	–	140	0,15	–	0,25
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	T250M (HM powlekane)			55			0,12	–	0,20
			F40M (HM powlekane)			45			0,12	–	0,20
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	T250M (HM powlekane)			50			0,12	–	0,20
			F40M (HM powlekane)			40			0,12	–	0,20
17.0	Aluminium dające długi wiór, stopy Al. do przer. plast; Mg	do 350	H25 (HM bez powłoki)	660	–	750	–	850	0,12	–	0,32
17.1	Stopy aluminium dające krótki wiór		H25 (HM bez powłoki)	660	–	750	–	850	0,12	–	0,32
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		F40M (HM bez powłoki)	475	–	545	–	615	0,12	–	0,32
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	H25 (HM bez powłoki)	660	–	750	–	850	0,12	–	0,32
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	H25 (HM bez powłoki)	660	–	750	–	850	0,12	–	0,32
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	FM40 (HM powlekane)	475	–	545	–	615	0,12	–	0,32
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	FM40 (HM powlekane)	475	–	545	–	615	0,12	–	0,32
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	H25 (HM bez powłoki)	475	–	545	–	615	0,12	–	0,32
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	FM40 (HM powlekane)	475	–	545	–	615	0,12	–	0,32
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	FM40 (HM powlekane)	475	–	545	–	615	0,12	–	0,32
19.0	Grafit		–			–				–	
20.0	Termoplasty		–			–				–	
20.1	Duroplasty		–			–				–	
20.2	GFK i CFK		–			–				–	



Spis treści

Wykaz tabel - parametry technologiczne do toczenia i radełkowania 603
Przegląd narzędzi do toczenia 604

1 Odmiany toczenia 605

2 Parametry skrawania i parametry warstwy skrawanej przy toczeniu 606

3 Siły i zapotrzebowanie mocy przy toczeniu 607

4 Obliczanie czasu głównego przy toczeniu 608

4.1 Czas główny przy toczeniu wzdłużnym 608
4.2 Czas główny przy toczeniu poprzecznym 609

5 Narzędzia tokarskie 610

5.1 Jednoczęściowe narzędzia tokarskie 610
5.1.1 Noże tokarskie ze stali szybkotnącej 610
5.1.2 Noże tokarskie z ostrzami ze stopów twardych 610
5.1.3 Ukształtowanie części roboczej 610
5.2 Oprawki zaciskowe i płytki skrawające 611
5.2.1 Oprawki zaciskowe 611
5.2.2 Płytki skrawające 613
5.2.3 Łamacze i zwijacze wiórów 617

6 Toczenie wewnętrzne 620

7 Przecinanie, wcinanie i toczenie poprzeczne 621

7.1 Przecinanie 621
7.2 Toczenie poprzeczne (SECO MDT) 622

8 Toczenie dokładne 625

9 GARANT Narzędzie do toczenia i wiercenia „5 w 1“ 626

10 Toczenie bardzo dokładne przy użyciu wymiennych noży ze stopów twardych (KOMET UniTurn) 627

11 Usuwanie usterek przy toczeniu 628

11.1 Usuwanie usterek przy toczeniu 628
11.2 Usterki przy toczeniu poprzecznym SECO - MDT 629
11.3 Usterki przy toczeniu rowków i przecinaniu 630

12 Zastosowanie narzędzi tokarskich GARANT 631

12.1 Toczenie stali VA 631
12.2 Toczenie poprzeczne 632
12.3 Toczenie dokładne 633

13 Radełkowanie 634

13.1 Normalizacja wzorów i zarysów radełkowania 634
13.2 Wybór materiału krążka radełkującego 636
13.3 Metody radełkowania 638
13.3.1 Kształtowanie wzoru radełkowania (wyciskanie) 640
13.3.2 Frezowanie radełkowanego wzoru 642
13.4 Instrukcja obsługi frezów do radełkowania 643

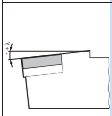
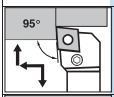
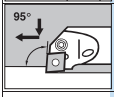
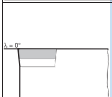
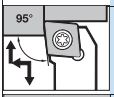
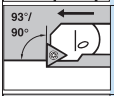
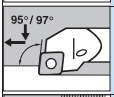
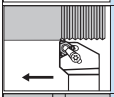
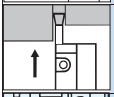
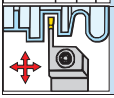
14 Wytyczne technologiczne do toczenia i radełkowania 649

Wykaz tabel - parametry technologiczne do toczenia i radełkowania

Odmiana toczenia	Rodzaj obróbki		Nr tabeli	Strona
Toczenie zewnętrzne (0° i 7°)	Obróbka wykańczająca bardzo dokładna		9.9	650
	Obróbka wykańczająca		9.10	654
	Obróbka średniodokładana		9.11	658
	Obróbka zgrubna		9.12	662
	Obróbka bardzo zgrubna		9.13	666
Toczenie wewnętrzne (0° i 7°)	L / D < 3	Obróbka wykańczająca i bardzo dokładna obróbka wykańczająca	9.14	670
		Obróbka średniodokładana	9.15	674
	L / D = 3 ... 4	Obróbka wykańczająca i bardzo dokładna obróbka wykańczająca	9.16	678
		Obróbka średnia	9.17	680
Toczenie dokładne z zastosowaniem płytek skrawających 7° i 15°			9.18	682
Toczenie bardzo dokładne z zastosowaniem Komet UniTurn			9.19	684
Przecinanie			9.20	686
Toczenie poprzeczne z zastosowaniem SECO MDT			9.21	688
Narzędzie do toczenia i wiercenia „5 w 1“			9.22	690
Wzory radełkowania - obróbka bezwiórowa			9.23	692
Radełkowanie przez frezowanie - obróbka wiórowa			9.24	694

Odmiany	Nr tabeli	Strona
Rozwiercanie (patrz rozdział „Wiercenie“)	3.46	282
	3.47	284
	3.48	286
	3.49	288
Toczenie gwintów (patrz rozdział „Gwintowanie“)	4.13	333

Przegląd narzędzi do toczenia

	Garant	Grupa Strona	SECO	Grupa Strona	P	M	K	N	S	H
	**Gatunki i geometrie do toczenia**	25 370 – 371	**Gatunki i geometrie do toczenia geometria Wiper**	27 415 – 417	●	●	●	●	●	●
	**Płytki skrawające 0° wg ISO** CNMG 09T3.. / CNMG 1204.. / CNMG 1606.. DNMG 1104.. / DNM. 15**04 / 06..** KNUX 1604.. / SNMG 1204.. / TNMG 1604.. / WNMG 06**T3..** / WNMG 0804.. **Obróbka twardych materiałów (CBN)** CNMA 1204.. / DNMA 15**04..** VNMA 1604.. **Obróbka twardych mat. i żeliwa (ceramika)** CNG. 1204.. / DNG. 15**06..** SNG. 1204.. / TNGA 1604.. / VNG. 1604..	25 372 – 379	**Płytki skrawające 0° wg ISO** CNMG 09T3.. / CNMG 1204.. / CNMG 1606.. CNMG 1204.. **Wiper** DNM. 1104.. / DNMG 1104.. **Wiper** DNM. 15**06..** / DNMG 15**06.. Wiper** SNMG 1204.. / TNMG 1604.. WNMG 06**04..** / WNMG 0804..	28 429 – 434	●	●	● ● ●		●	● ● ●
	**Oprawki zaciskowe 0° wg ISO** PCLN.. / DCLN.. / PDJN.. DDJN.. / MTJN.. / CKJN.. / PSSN.. MVJN.. / PWLN.. / MWLN..	25 380 – 383	**Oprawki zaciskowe 0° wg ISO** PDJN .. dla DNM. 15**06..** PWLN .. dla WNM. 06**04..**	28 438	●	●	●	●	●	●
	**Wytaczadła 0° wg ISO** (stal z chłodzeniem wewn.) A...PCLN.. / A...PDUN.. A...MWLN.. **Części zamienne do oprawek 0° i wytaczadeł**	25 384 – 385	**Wytaczadła 0° wg ISO** S... PDUN .. dla DNM. 15**06..** A... PWLN .. dla WNM. 06**04..**	28 438	●	●	●	●	●	●
	**Płytki skrawające 7° wg ISO** CC.T 0602.. / CC.T 09T3.. / CC.T 1204.. DC.T 0702.. / DC.T 11T3.. SC.T 1204.. TC.T 1102.. / TC.T 16T3.. VC.T 1103.. / VC.T 1604.. **Obróbka twardych materiałów (CBN)** CCGW 0602.. / CCGW 09T3.. DCGW 0702.. / DCGW 11T3..	26 386 – 390 391	**Płytki skrawające odwracane 7° wg ISO** CCMT 0602.. / CCMT 0602.. **Wiper** CCMT 09T3.. / CCMT 09T3.. **Wiper** CCMT 1204.. / CCMT 1204.. **Wiper** DCMT 0702.. / DCMT 11T3.. TCMT 1102.. / TCMT 16T3..	28 435 – 437	●	●	●	●	●	● ●
	**Oprawki zaciskowe 7° wg ISO** SCLC.. / SDHC.. / SDJC.. / SSSC.. SVHC.. / SVJC.. / SVVCN..	26 392 – 394			●	●	●	●	●	●
	**Wytaczadła 7° wg ISO** (stal i węgliki spiekane z chłodzeniem wewn.) A...SCLC.. / E...SCLC.. A...SDUC.. / E...SDUC.. A...STFC.. / E...STUC.. A...SVJC.. A...SVUC..	26 395 – 398			●	●	●	●	●	○
	**Płytki skrawajacedo programu toczenia dokładnego i oprawki zaciskowe** (od ∅ 4,6) **Narzędzia do toczenia i wiercenia „5 w 1"** **Części zamienne do oprawek 7°/ 15°**	26 399 – 405			●	○	●	●		
	**Toczenie gwintów** (płytki skrawające i oprawki) toczenie rowków (pierścienie zabezp. wg DIN 471, DIN 472, DIN 7993) **ZESTAWY**	27 406 – 413			●	●	●	○	○	
	**Przecinanie** (płytki skrawające i oprawki) od szerokości przecinania 2,2 mm	27 414	**Przecinanie** (płytki skrawające i oprawki)) od szerokości przecinania 1,4 mm	27 428	●	●	●	●	●	
			**System toczenia poprzecznego MDT 16 i MDT 13** (płytki skrawające i oprawki) toczenie rowków	27 418 – 427	●	●	●	●	●	

Możliwość zamówienia innych produktów SECO -krótki czas dostawy!

Wskazówka: Podane numery stron odnoszą się katalogu 37 Hoffmann Group.

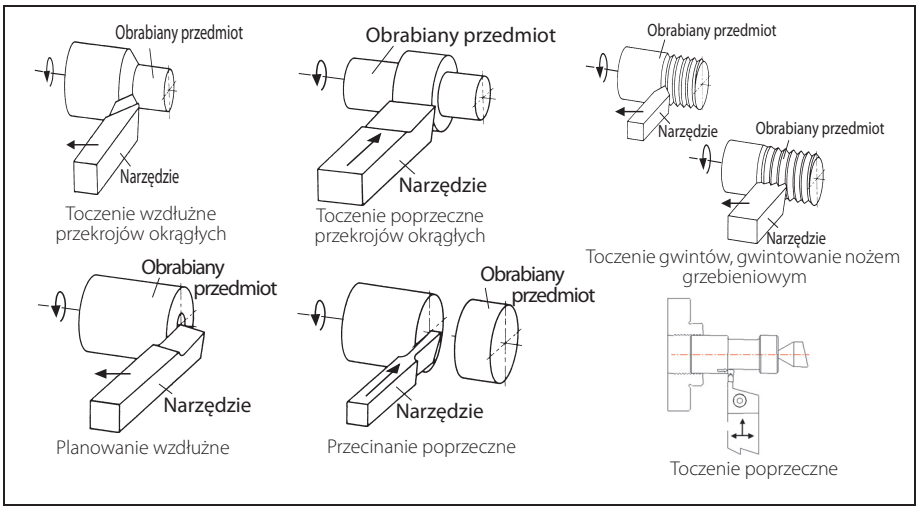
1 Odmiany toczenia

Odmiany toczenia można podzielić, według DIN 8589, część 1., według następujących właściwości:

- wykonywanego kształtu,
- kształtu narzędzia oraz,
- kinematyki procesu skrawania.

- Według położenia miejsca obróbki: toczenie zewnętrzne, toczenie wewnętrzne
- Według rodzaju powierzchni obróbki: toczenie przekrojów okrągłych, toczenie poprzeczne (planowanie), toczenie linii śrubowej, toczenie przedmiotów nieokrągłych, toczenie zarysu, toczenie kształtowe
- Według kierunku posuwu: toczenie wzdłużne, toczenie poprzeczne

Według jakości uzyskiwanej powierzchni dokonuje się ponadto rozróżnienia pomiędzy toczeniem zgrubnym, wykańczającym, dokładnym a bardzo dokładnym. Na *Rys. 9.1* przedstawiono niektóre metody toczenia według DIN 8589.



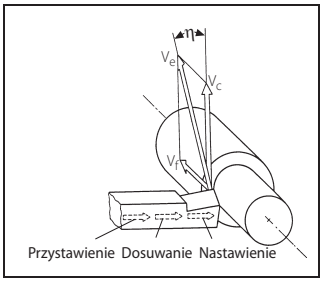
Rys. 9.1 Metody toczenia (przykładowo) według DIN 8589, część 1.

2 Parametry skrawania i parametry warstwy skrawanej przy toczeniu

Prędkość skrawania v_c wynika z obracania się obrabianego przedmiotu z prędkością obrotową n. Prędkość skrawania występuje w punkcie przyłożenia ostrza, leżącym w odległości d/2 od osi obrotu. Nie jest ona równa na całym przekroju obrabianego przedmiotu. Zmniejsza się w kierunku osi obrabianego przedmiotu, wraz ze zmniejszającą się średnicą (należy na to zwrócić uwagę zwłaszcza przy toczeniu poprzecznym). Jeżeli prędkość skrawania ma być utrzymana na stałym poziomie, trzeba odpowiednio zmieniać (regulować) prędkość obrotową n.

$$v_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

v_c	prędkość skrawania [m/min]	(równ. 9.1)
D	średnica obrabianego przedmiotu [mm]	
n	prędkość obrotowa [obr./min]	



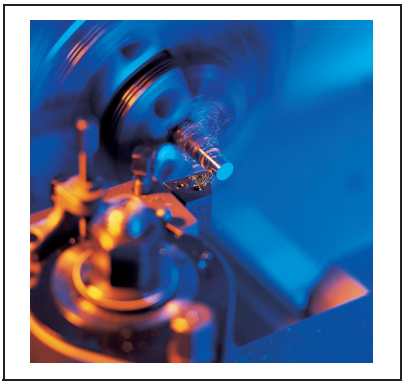
v_c	prędkość skrawania [m/min]
v_f	prędkość posuwu [mm/min]
v_e	prędkość wypadkowa
η	kąt kierunku skrawania

Rys. 9.2 Prędkość ruchów głównych i pomocniczych przy toczeniu

Prędkość posuwu v_f określa się z następującej zależności:

$$v_f = f_z \cdot n$$

v_f	prędkość posuwu [mm/min]	(równ. 9.2)
f	posuw [mm/obr.]	
n	prędkość obrotowa [obr./min]	

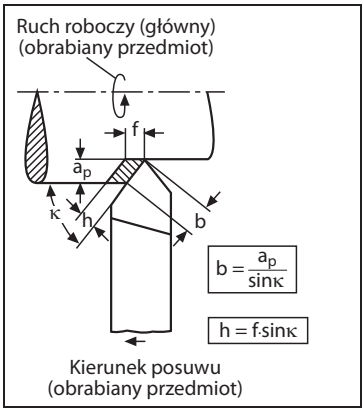


Rys. 9.3 Toczenie materiałów twardych

Na *Rys. 9.4* przedstawiono **przekrój warstwy skrawanej *A***. Jest to przekrój materiału skrawanego w jednym przejściu narzędzia. Parametry nastawiane na maszynie (a_p i f) oraz parametry technologiczne (b i h) są ze sobą powiązane przez kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej κ (por. także równania od 3.3 do 3.5).

$$A = f \cdot a_p = b \cdot h$$

f posuw (równ. 9.3)
a_p głębokość skrawania
b szerokość warstwy skrawanej
h grubość warstwy skrawanej



Rys. 9.4 Warunki styku narzędzia z obrabianym przedmiotem przy toczeniu wzdłużnym przekrojów okrągłych

Ponadto obowiązują następujące zależności:

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa}$$

b szerokość warstwy skrawanej [mm] (równ. 9.4)
a_p głębokość skrawania [mm]
κ kąt przystawienia

$$h = f \cdot \sin \kappa$$

h grubość warstwy skrawanej [mm] (równ. 9.5)
f posuw [mm]

3 Siły i zapotrzebowanie mocy przy toczeniu

Sposób obliczania siły występującej przy skrawaniu oraz odpowiednie kryteria doboru mocy są podane w rozdziale „Podstawy", w podrozdziale 1.4.

4 Obliczanie czasu głównego przy toczeniu

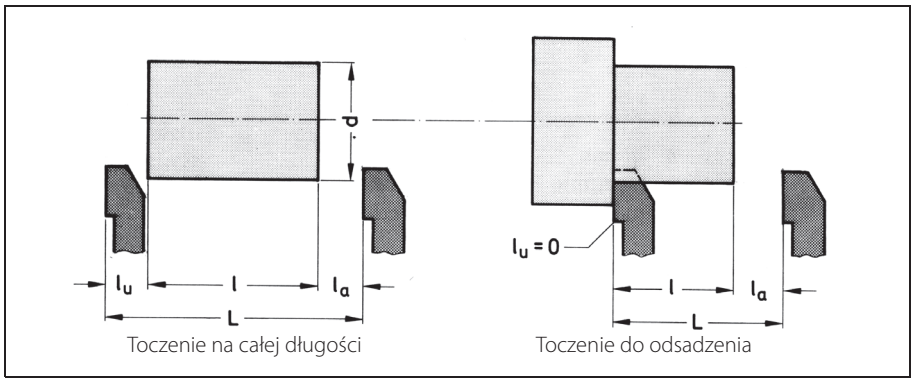
Ogólnie do określania czasu głównego t_h służy zależność:

$$t_h = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$$

(równ. 9.6)

t_h czas główny [min]
L całkowita droga narzędzia [mm]
i liczba przejść narzędzia
f posuw [mm/obr.]
n prędkość obrotowa [min^{-1}]

4.1 Czas główny przy toczeniu wzdłużnym



Rys. 9.5 Droga przy toczeniu wzdłużnym przekrojów okrągłych

Dla **drogi całkowitej *L*** obowiązuje wówczas zależność:

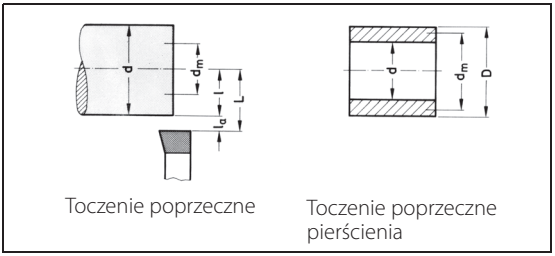
$$L = l + l_a + l_u$$

(równ. 9.7)

l długość obrabianego przedmiotu [mm]
l_a dobieg [mm]
l_u wybieg [mm]

Przy czym: $l_a \approx l_u \approx 2$ mm

4.2 Czas główny przy toczeniu poprzecznym



Toczenie poprzeczne

Toczenie poprzeczne pierścienia

Rys. 9.6
Droga i średnia średnica przy toczeniu poprzecznym

Przy toczeniu poprzecznym walca pełnego obowiązuje zależność:

Przy $l = \frac{D}{2}$

$$L = l_a + l = l_a + \frac{D}{2}$$

L całkowita droga narzędzia [mm]
l długość obrabianego przedmiotu [mm] (równ. 9.8)
l_a dobieg [mm]
D średnica zewnętrzna obrabianego przedmiotu [mm]

Do toczenia poprzecznego pierścieni (walców drążonych) obowiązuje zależność:

Przy $l = \frac{D-d}{2}$

$$L = l_a + l + l_u = l_a + \frac{D-d}{2} + l_u$$

D średnica zewnętrzna obrabianego przedmiotu [mm]
d średnica wewnętrzna obrabianego przedmiotu [mm]
l_a dobieg [mm] (równ. 9.9)
l_u wybieg [mm]

Przy obliczaniu prędkości obrotowej n do toczenia poprzecznego (planowania), przyjmuje się **średnią średnicę obrabianego przedmiotu d_m**. Tym samym obowiązują poniższe zależności:

Dla walca pełnego: $d_m = \frac{D}{2}$

Dla walców drążonych: $d_m = \frac{D+d}{2}$

a tym samym dla **prędkości obrotowej n**:

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d_m \cdot \pi}$$

n prędkość obrotowa [obr./min]
v_c prędkość skrawania [m/min] (równ. 9.10)
d_m średnia średnica obrabianego przedmiotu [mm]

5 Narzędzia tokarskie

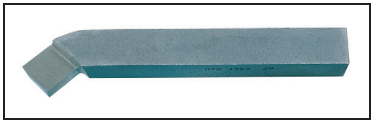
W niniejszym podrozdziale zostaną omówione narzędzia tokarskie w pojęciu ogólnym. Dane specjalne, np. na temat przecinaków, są podane w następnych podrozdziałach, omawiających poszczególne odmiany toczenia.

5.1 Jednoczęściowe narzędzia tokarskie

5.1.1 Noże tokarskie ze stali szybkotnącej

Noże tokarskie ze stali szybkotnącej są jednoczęściowe. Różnią się chwytem, korpusem i częścią skrawającą.

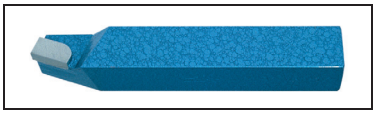
Chwyt noży do obróbki zewnętrznej jest kwadratowy lub prostokątny oraz okrągły albo czworokątny w przypadku noży do obróbki wewnętrznej.



Rys. 9.7
GARANT Noże tokarskie HSS/E wygięte

Ukształtowanie **części skrawającej** zależy od zastosowania do toczenia wzdłużnego, poprzecznego, toczenia ostrych naroży, zataczania, gwintowania, przecinania albo toczenia wewnętrznego. Część skrawająca jest ulepszana cieplnie.

5.1.2 Noże tokarskie z ostrzami ze stopów twardych

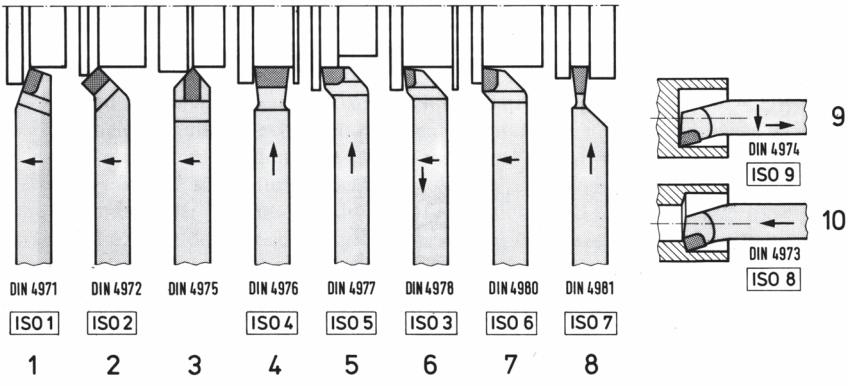


Rys. 9.8 GARANT Noże tokarskie z płytką ze stopów twardych

Podobne kształty jak noże tokarskie ze stali HSS mają noże z przylutowanymi płytkami ze stopów twardych.

5.1.3 Ukształtowanie części roboczej

W zależności od położenia części roboczej względem chwytu noża rozróżnia się noże tokarskie **proste, wygięte i odsadzone** (por. *Rys. 9.9*). Inną cechą podziału jest kierunek obróbki. Nóż tokarski pracujący z prawej strony w lewo jest określany jako **nóż tokarski prawy**, ponieważ obrabia on prawą powierzchnię przedmiotu (patrząc na ostrze narzędzia, główna krawędź skrawająca noża tokarskiego znajduje się z prawej strony). Na *Rys. 9.9* przedstawiono ważniejsze kształty noży tokarskich. Odpowiednie przekroje chwytów są ustalone w DIN 770.



Noże tokarskie:

1 nóż tokarski prosty
2 nóż tokarski wygięty
3 dziobak
4 nóż tokarski szeroki
5 nóż tokarski czołowy, odsadzony
6 nóż tokarski z ostrym narożem do podtaczania, odsadzony
7 nóż tokarski czołowy, odsadzony
8 przecinak
9 wytaczak z ostrym narożem do podtacz.
10 wytaczak

Noże 1, 2, 5, 6, 7 są nożami prawymi.

Rys. 9.9 Kształty noży tokarskich

5.2 Oprawki zaciskowe i płytki skrawające

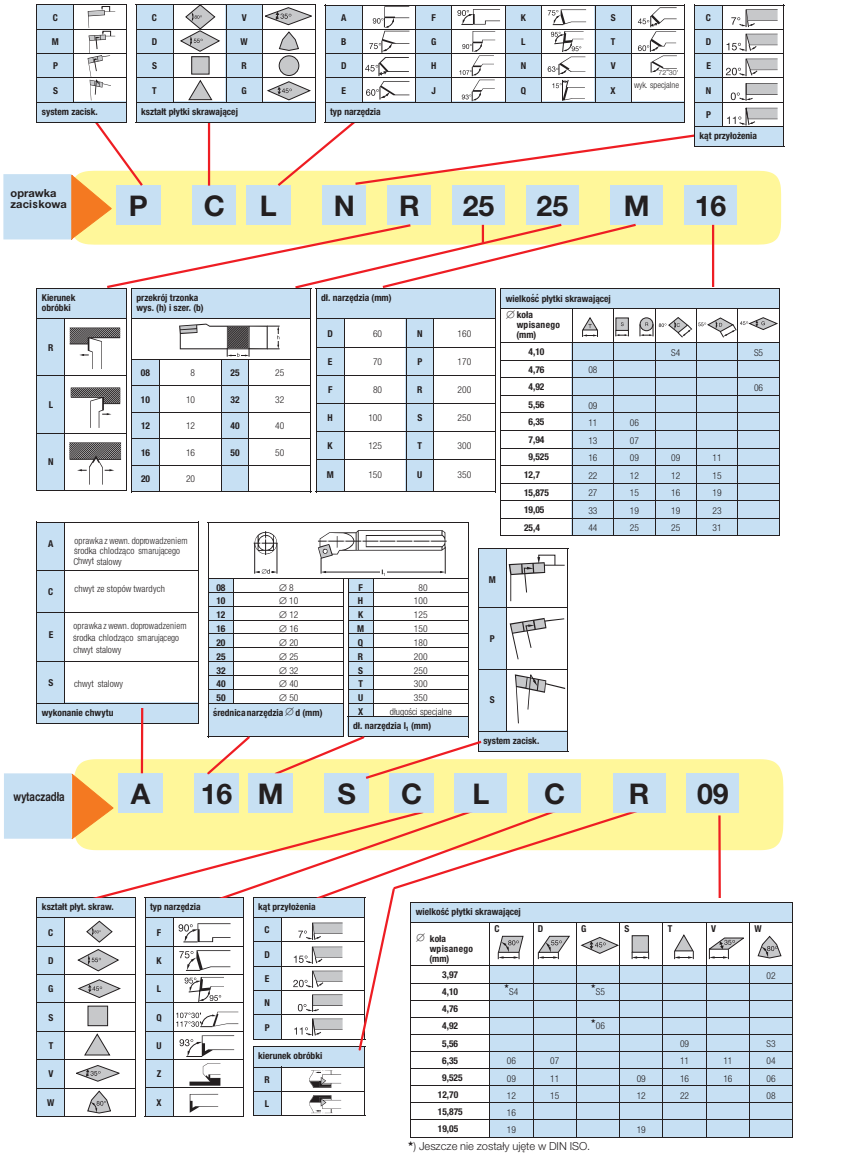
5.2.1 Oprawki zaciskowe

Do płytek skrawających, np. ze stopów twardych, stosuje się często narzędzia tokarskie z oprawkami zaciskowymi. Różnią się one od narzędzi jednoczęściowych zasadniczo ukształtowaniem korpusu narzędzia, w którym umieszczony jest mechanizm zaciskowy. Ich podział według DIN 4984 zależy od podstawowego kształtu płytki skrawającej i jej lokalizacji, a tym samym od kierunku skrawania. Na *Rys. 9.10* przedstawiono kod ISO dla oprawek zaciskowych noży tokarskich oraz kod ISO dla wytaczadeł.



Kody ISO dla oprawek zaciskowych i wytaczadeł

Informacja



*) Jeszcze nie zostały ujęte w DIN ISO.

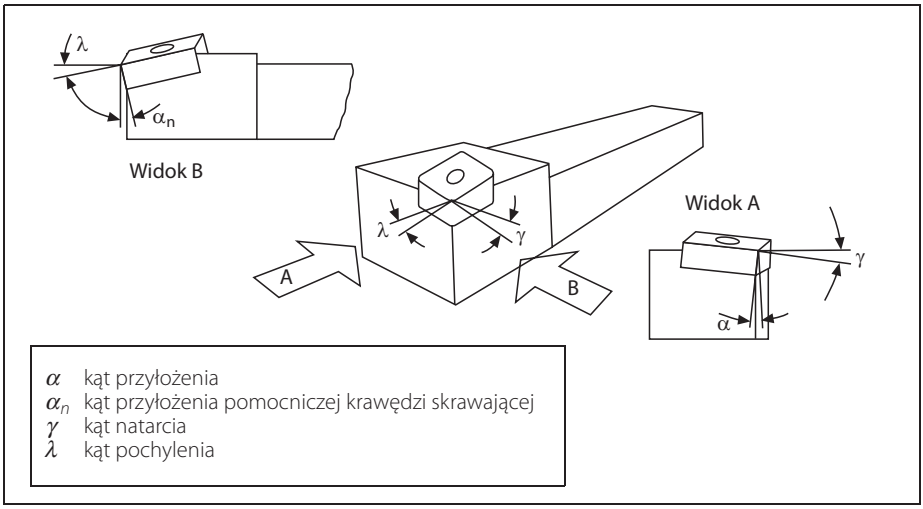
Rys. 9.10 Kod ISO dla oprawek zaciskowych i wytaczadeł

5.2.2 Płytki skrawające

Wprowadzenie płytek skrawających zapewniło ekonomiczne wykorzystanie materiałów stosowanych na narzędzia skrawające. Podstawowe kształty są różnorodne i dostosowane odpowiednio do przeznaczenia. Na *Rys. 9.12* podano podział płytek skrawających według kodów ISO (toczenie i frezowanie).

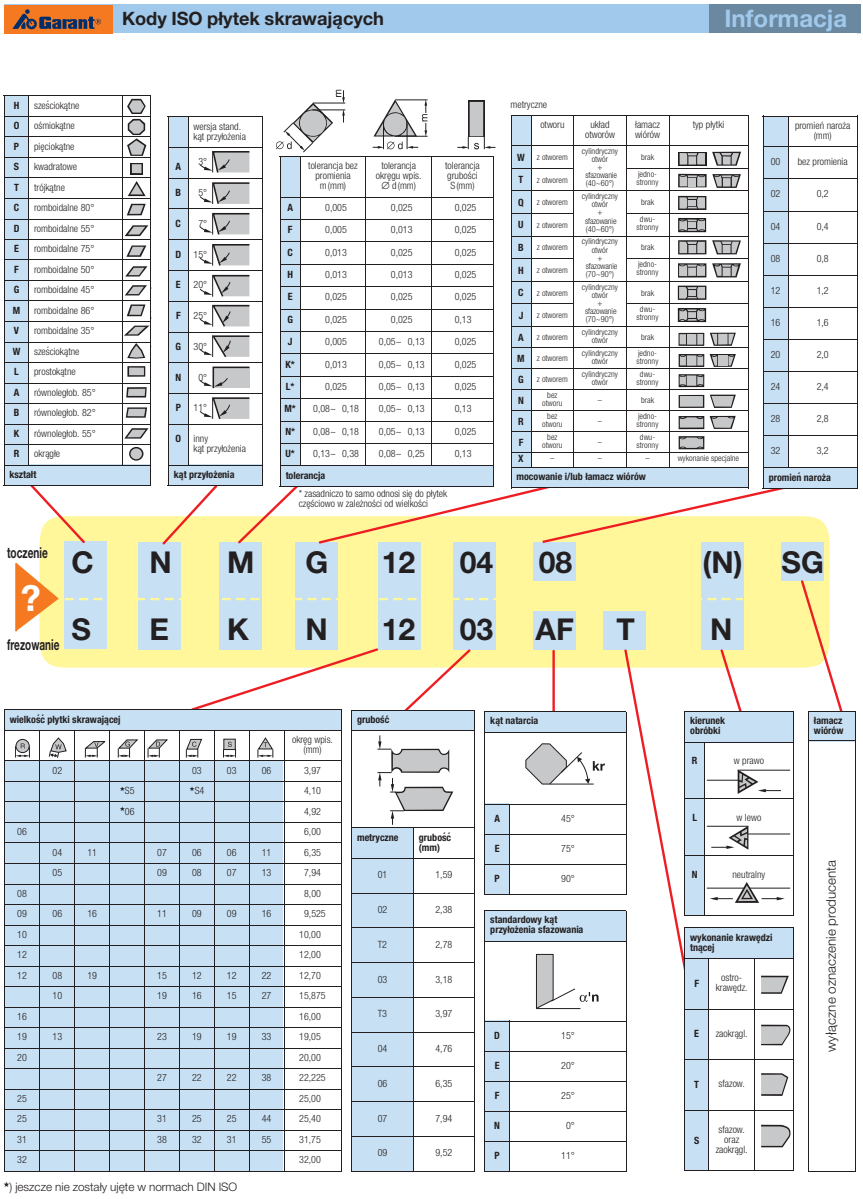
Powierzchnie boczne płytek skrawających w przekroju są ukośne albo pionowe względem powierzchni podstawy. Tym samym uzyskuje się płytki skrawające z różnymi kątami przyłożenia α. W przypadku powierzchni pionowych kąt przyłożenia α jest równy 0°. W celu zapewnienia korzystnych warunków skrawania tego rodzaju płytki skrawające muszą być mocowane ukośnie w oprawce zaciskowej tak, aby powstały dodatnie kąty przyłożenia na głównej i pomocniczej krawędzi skrawającej (por. *Rys. 9.11*).

Przy prawidłowym ukształtowaniu narzędzia uzyskuje się jednocześnie ujemny kąt natarcia γ i ujemny kąt pochylenia λ. Kąt przyłożenia α na głównej krawędzi skrawającej oraz kąt α_n na pomocniczej krawędzi skrawającej są dodatnie, wskutek pochylonego zamocowania płytki skrawającej.



Rys. 9.11 Oprawki zaciskowe dla ujemnych kątów natarcia i pochylenia

5.2.2.1 Kody ISO dla płytek skrawających



*) jeszcze nie zostały ujęte w normach DIN ISO

Rys. 9.12 Kod ISO płytek skrawających (toczenie i frezowanie)

5.2.2.2 Wielkość płytek skrawających

Kształt i wielkość płytek skrawających (a tym samym maksymalna możliwa do osiągnięcia głębokość skrawania) zależą od wyboru oprawki zaciskowej. W poniższej tabeli przedstawiono te zależności.

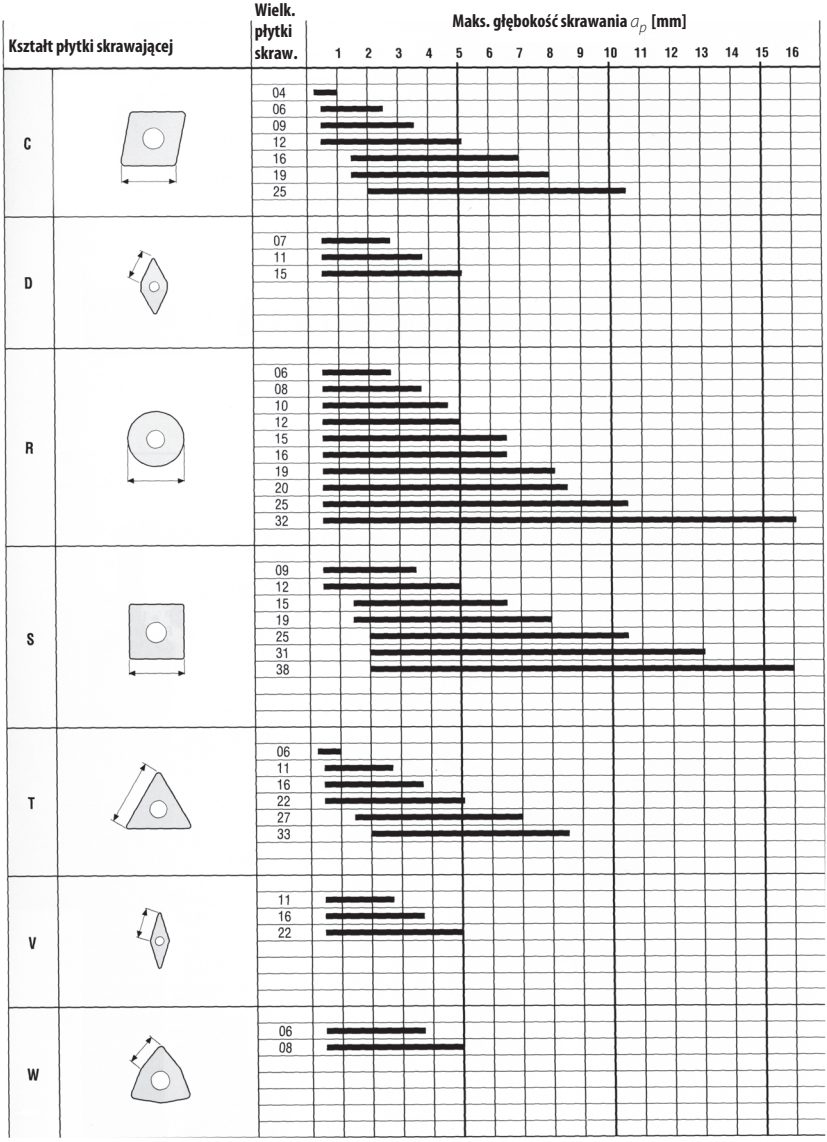


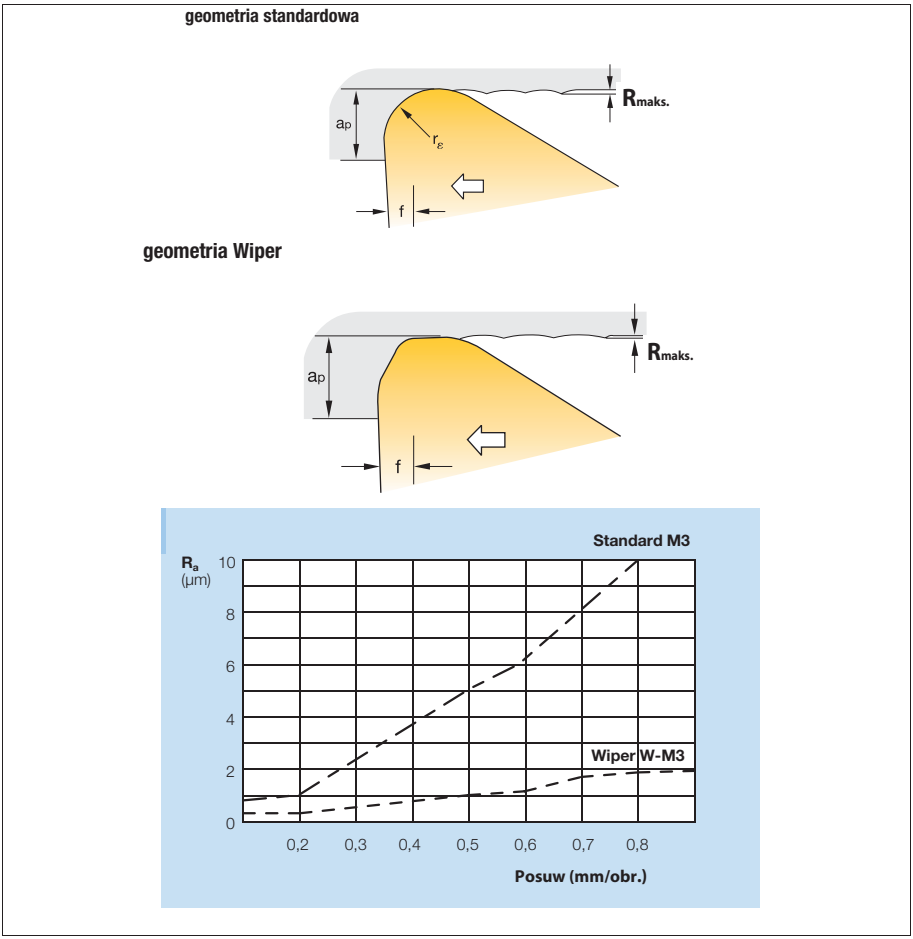
Tabela 9.1 Zależność pomiędzy kształtem i wielkością płytek skrawających oraz maksymalną głębokością skrawania

5.2.2.3 Płytki skrawające SECO - Wiper

Płytki skrawające Wiper firmy SECO (por. *Rys. 9.13*) są przewidziane tylko do małych głębokości skrawania i w tych warunkach posiadają następujące zalety w porównaniu z geometrią standardową:

- mniejsza chropowatość powierzchni przy normalnych i dużych posuwach,
- często można wyeliminować konieczność późniejszego szlifowania.

W górnej części *Rys. 9.13* przedstawiono warunki styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem w wyniku zastosowania płytek Wiper, w porównaniu z geometrią płytek standardowych. Na wykresie przedstawiono poprawę chropowatości powierzchni podczas toczenia stali przy zastosowaniu geometrii Wiper (CNMG120408, stop twardy powlekany CVD, kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej $\kappa_r = 95°$, głębokość skrawania $a_p = 1$ mm).



Rys. 9.13 Zmniejszona chropowatość powierzchni przy zastosowaniu płytek skrawających Wiper

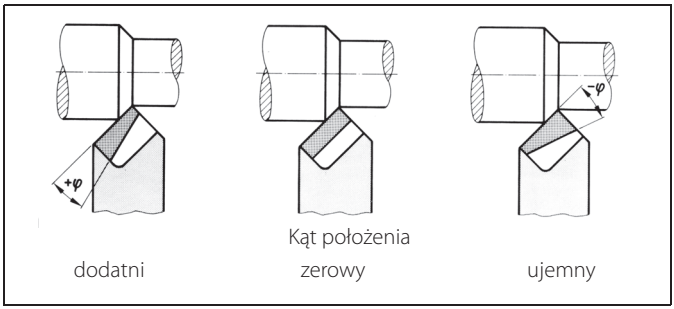
5.2.3 Łamacze i zwijacze wiórów

Szczególnie przy toczeniu wewnętrznym dąży się do uzyskania krótkich wiórów w kształcie przecinka. Wióry tego rodzaju daje się łatwo odprowadzić i obciążają one ostrze w możliwym do przyjęcia zakresie. Twarde **łamanie wiórów**, to znaczy wytworzenie krótkich wiórów, może jednak prowadzić do zwiększonej skłonności noża tokarskiego do wpadania w drgania. Natomiast długie wióry zagrażają właściwemu odprowadzaniu (patrz także rozdział „Podstawy", podrozdział 1.1). Istnieje szereg czynników wpływających na łamanie wióra, np:

- geometria płytek,
- promień naroża r_ε,
- kąt przystawienia κ,
- głębokość skrawania a_p,
- posuw f oraz
- prędkość skrawania v_c.

Na promień krzywizny wióra można oddziaływać przez kształt **łamacza wióra**, przy czym zużycie, zwłaszcza w kształcie zużycia rowkowego i narostów, może również działać jak dodatkowy łamacz wiórów (por. rozdział „Podstawy", podrozdział 1.1). Kierunek przepływu wiórów i intensywność skręcania się wiórów w spiralę wynikają z kąta przystawienia κ albo z kombinacji głębokości skrawania a_p i promienia naroża r_ε.

Zadaniem **zwijaczy wiórów** jest takie oddziaływanie na kształt i odprowadzanie wiórów, aby z punktu widzenia narzędzia i obrabianego przedmiotu powstały optymalne warunki skrawania. Zwijacze wiórów mogą posiadać przy tym różny kąt położenia (równolegle albo pod kątem względem głównej krawędzi skrawającej (por. *Rys. 9.14*).



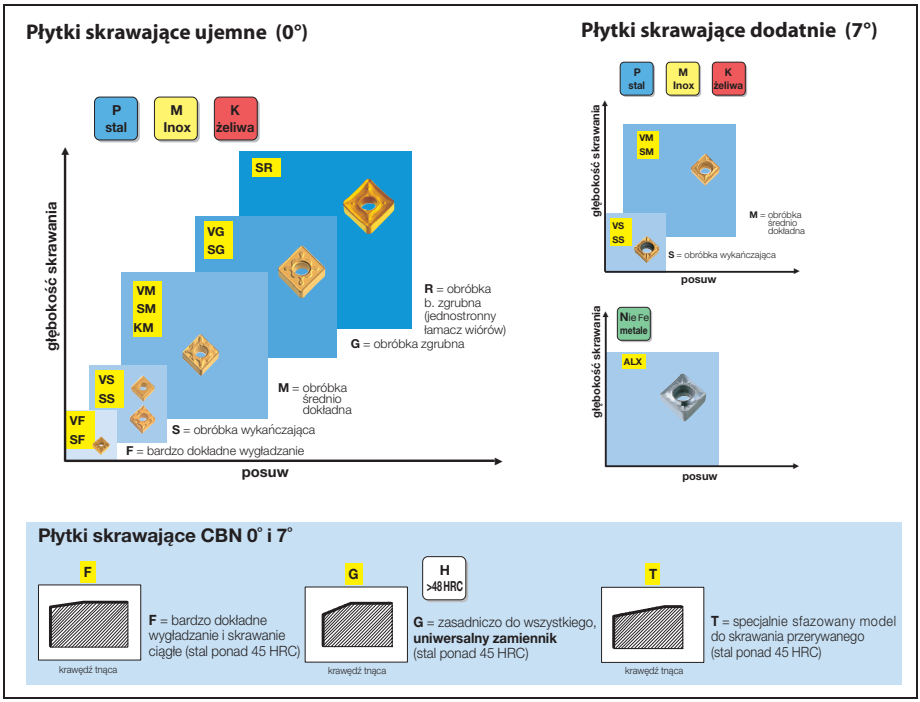
Rys. 9.14 Możliwe kąty położenia zwijaczy wiórów

Dodatni kąt położenia (na *Rys. 9.14* z lewej strony) stosuje się przy obróbce wykańczającej, ponieważ wiór jest odprowadzany od powierzchni obrabianego przedmiotu. Tym samym nie dochodzi do uszkodzenia obrabianej powierzchni. Wadą tego położenia jest jednak to, że utrudnione jest łamanie wiórów.

Równoległy zwijacz wiórów (**kąt położenia równy zero** – na *Rys. 9.14* w środku) jest łatwy do wykonania, jednak wiór jest kierowany na skrawaną powierzchnię i może ją uszkodzić.

Ujemne kąty położenia (na *Rys. 9.14* z prawej strony) są stosowane do obróbki zgrubnej. Wióry łatwiej się łamią, a zadrapania obrabianej powierzchni, powodowane przez wióry kierowane w stronę obrabianego przedmiotu, mogą być tolerowane ze względu na podrzędną rolę jakości powierzchni przy obróbce zgrubnej.

Przy stosowaniu oprawek zaciskowych z płytkami skrawającymi stosuje się różną **geometrię łamaczy wiórów** na płytkach skrawających, w zależności od głębokości skrawania i posuwu oraz obrabianego materiału. Na *Rys. 9.15* przedstawiono różne geometrie, przeznaczone do obróbki stali lub żeliwa. Przy skrawaniu metali nieżelaznych stosuje się płytki skrawające ze skrajnie dodatnią geometrią (ALX).



Rys. 9.15 GARANT - Zakresy zastosowania geometrii płytek skrawających do obróbki stali, żeliwa i aluminium oraz metali nieżelaznych.

Sfazowania krawędzi skrawających wzmacniają klin ostrza (zarówno sfazowanie powierzchni natarcia jak i powierzchni przyłożenia). Małe (aż do ujemnych) kąty sfazowania zmniejszają niebezpieczeństwo wykruszenia ostrza.

Płytki skrawające GARANT ze sfazowaniami powierzchni natarcia można otrzymać zarówno z dodatnią, jak i ujemną geometrią, zwłaszcza do toczenia materiałów twardych przy użyciu CBN (por. *Rys. 9.15*).

W celu dokonania szybkiego i właściwego wyboru najlepszej kombinacji gatunków i geometrii najlepiej posłużyć się tabelami zastosowań, przedstawione na poniższym rysunku (znajdują się na stronach wyrobów w katalogu Hoffmann).

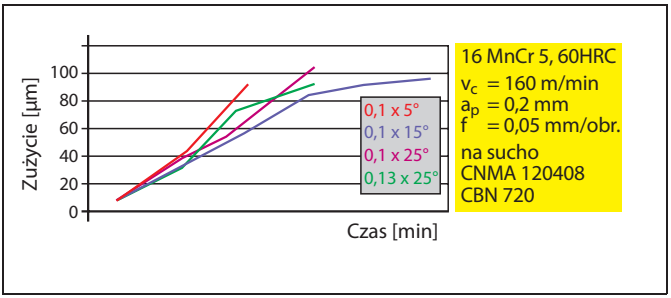
Garant® Płytki skrawające **0°**		**P** stal		**M** Inox/nierdzewna		**K** żeliwa		**N** metale nieżelazne		**S** Ti		**H** > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	(VF) **SS**	(CU 7033) **HB 7010**	**VF VS**	**CU 7033 HB 7120**	**K**	**CE 720**					**F H**	**CBN 710 CE 730**
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM**	**HB 7010**	**VS VM** (VM)	**HB 7135 HB 7135** (HB 7120)	**KM** (KM)	**HB 7010** (HB 7010)	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			**G H**	**CBN 725 CE 730**
	G (zgr.)	**SG**	**HB 7025**	**VG**	**HB 7120**	**KM**	**HB 7010**					**T**	**CBN 725**
	R (b.zgr.)	**SR**	**HB 7025**										

Rys. 9.16 GARANT Kombinacje geometrii i gatunków płytek skrawających

Dobrana szerokość sfazowania powierzchni natarcia $b_{f\gamma}$ nie może być zbyt duża, gdyż inaczej wiór nie mógłby spływać na powierzchnię natarcia. Przy kącie przystawienia κ w zakresie od 60° do 90° można określić orientacyjnie szerokość **sfazowania powierzchni natarcia** $b_{f\gamma}$ w sposób następujący:

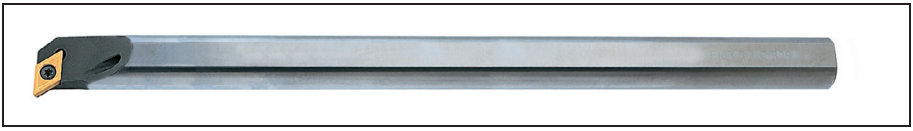
$$b_{f\gamma} = 0{,}8 \cdot f$$

$b_{f\gamma}$ szerokość sfazowania powierzchni natarcia [mm] (równ. 9.11)
f posuw [mm/obr.]



Rys. 9.17 Charakterystyka zastosowania różnych sfazowań krawędzi skrawającej przy toczeniu

6 Toczenie wewnętrzne

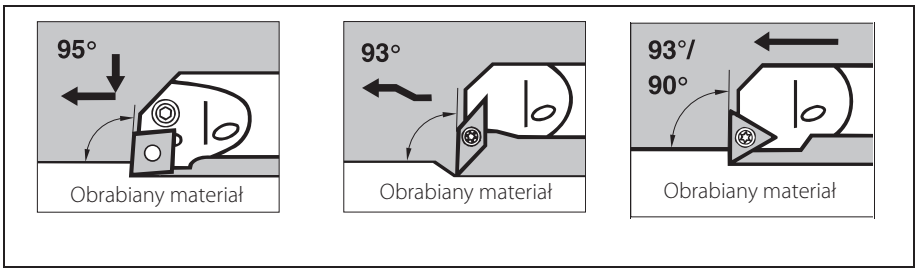


Rys 9.18 GARANT Wytaczadło ze stopów twardych z chłodzeniem wewnętrznym, wykonanie tłumiące drgania

Ze względu na różnorodność kształtów obrabianych przedmiotów do **obróbki wewnętrznej** potrzeba tak samo wielu kształtów narzędzi, jak do obróbki zewnętrznej. Na *Rys. 9.19* przedstawiono różne kształty noży tokarskich. Spiczaste kształty narzędzi stosowane są do wytoczeń, podcięć i zaokrąglonych przejść. Do wykonywania krawędzi prostopadłych wymagane są kąty przystawienia κ_r rzędu 90° i większe.

Dla miejsc trudno dostępnych do obróbki chwyt musi być często długi i smukły. Może to wywołać niepożądane drgania. Drgania te drastycznie zmniejszają okres trwałości narzędzia, z powodu wykruszenia krawędzi skrawającej i powodują pogorszenie jakości powierzchni obrabianego przedmiotu. Wzbudzanie tych drgań można obniżyć przez zmniejszenie siły skrawania (posuw i głębokość skrawania) (porównaj również podrozdział „Usuwanie usterek przy toczeniu").

Przecinaki wewnętrzne (patrz również podrozdział „Toczenie dokładne") są szczególnie podatne na drgania. Punkt przyłożenia siły leży daleko od osi (duże ramię dźwigni).



Rys. 9.19 Kształty noży tokarskich wewnętrznych

Wyczerpujące informacje na temat wykonywania otworów precyzyjnych przez **wytaczanie** lub **roztaczanie** przy użyciu precyzyjnych głowic przestawnych są podane w rozdziale „Wiercenie".

7 Przecinanie, wcinanie i toczenie poprzeczne

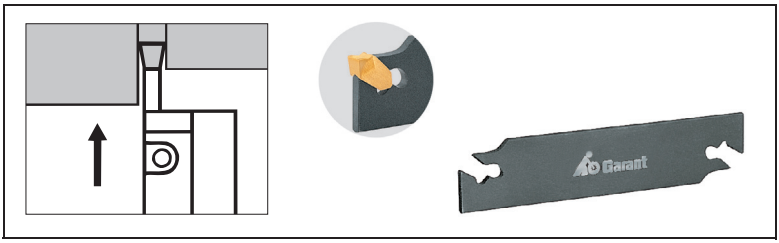
Podczas **wcinania promieniowego** albo **przecinania** narzędzie porusza się jak przy toczeniu poprzecznym, od średnicy zewnętrznej obrabianego przedmiotu w kierunku jego osi (prostoliniowy kierunek posuwu), przy czym prędkość skrawania zmniejsza się aż do zera.

Podczas **wcinania osiowego** albo **wcinania czołowego** narzędzie porusza się natomiast osiowo, w kierunku powierzchni czołowej obrabianego przedmiotu. Pracuje przy tym tylko ostrze czołowe narzędzia.

7.1 Przecinanie

Przesuwanie noża tokarskiego do osi obrabianego przedmiotu powoduje przecięcie obrabianego przedmiotu. Podczas przecinania przedmiotów o pełnym przekroju występują warunki podobne jak przy toczeniu poprzecznym tarczy. Im dalej nóż tokarski jest zagłębiony w obrabianym przedmiocie, tym mniejsza jest obrabiana średnica, więc przy stałej prędkości obrotowej prędkość skrawania zmierza do zera. W takich przypadkach niebezpieczeństwo pęknięcia narzędzia jest względnie duże.

Do promieniowego wytaczania rowków lub do przecinania pręta służą **przecinaki**. Ponieważ miejsce do zamocowania płytek skrawających jest często bardzo małe, więc przeważnie stosuje się konstrukcje zaciskowe (por. *Rys. 9.20*).



Rys. 9.20 Przecinak

Podczas przecinania bardzo istotne jest, aby nóż był ustawiony dokładnie w osi. Jeżeli znajduje się za wysoko, wówczas krótko przed zakończeniem przecięcia dolega do obrabianego przedmiotu tylko powierzchnią przyłożenia. Nie może wówczas wykonywać skrawania. Jeżeli nóż tokarski jest ustawiony zbyt nisko, wówczas również nie może skrawać aż do osi obrabianego przedmiotu i pozostaje resztka materiału. Poza tym istnieje możliwość, że nóż zostanie nagle wciągnięty pod obrabiany przedmiot i ulegnie złamaniu.

Pomimo prawidłowego zamocowania noża tokarskiego, na przecinanym przedmiocie pozostaje prawie zawsze tak zwany **„czopik" materiału na czole wałka**, który można minimalizować przez geometrię ostrza, posuw albo przez podparcie spadającej części obrabianego przedmiotu. Następna operacja technologiczna decyduje o tym, czy korzystniej jest pozostawić „czopik" na części zamocowanej w tokarce, czy na części odcinanej.

Odcinanie ostrzem „neutralnym“ (kąt przystawienia $\kappa = 0°$) prowadzi do tego, że „czopik“ materiału jest utworzony na części spadającej. Jeżeli wybierze się takie narzędzie, że „czopik“ zostanie utworzony na części zamocowanej w tokarce, wówczas można go łatwo usunąć przez wycofanie narzędzia nad osią obrabianego przedmiotu.

Wybór narzędzia do przecinania powinien nastąpić przy uwzględnieniu poniższych **kryteriów**:

1. **Głębokość wcięcia**

   Głębokość wcięcia nie powinna przekraczać 8-krotnej szerokości płytki. Głębokość wcięcia wywiera przy tym również wpływ na wybór oprawki.

2. **Szerokość płytki**

   Celem jest zastosowanie możliwie jak najmniejszej szerokości płytki (zwłaszcza w przypadku wysokiej jakości, drogich materiałów). Minimalna szerokość płytki jest jednak ograniczona, jak wyżej opisano, przez wymaganą głębokość wcięcia.

3. **Kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej**

   Przez zastosowanie „neutralnych“ płytek skrawających (czołowy kąt przystawienia $\kappa = 0°$) można uzyskać mniejsze tolerancje jakości powierzchni i prostopadłości. Jednocześnie, w porównaniu z narzędziami o czołowym kącie przystawienia głównej krawędzi skrawające $\kappa > 0°$, można stosować większe posuwy. Dlatego, przy zaakceptowaniu tworzenia się zadziorów albo „czopików“ materiału na czole wałka, należy stosować ostrza neutralne.

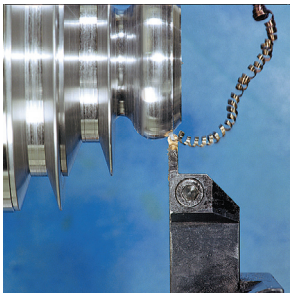
4. **Promień wierzchołka**

   Mniejsze promienie wierzchołka powodują utworzenie mniejszych „czopików“ materiału na czole wałka i lepszy spływ wiórów, przy mniejszych posuwach. Natomiast większe promienie wierzchołka pozwalają na obróbkę z większymi posuwami.

7.2 Toczenie poprzeczne (SECO MDT)

Przy obróbce złożonej geometrii obrabianego przedmiotu można pracować w takim samym stopniu efektywnie z użyciem jednego przecinaka. Przy toczeniu wzdłużnym i kształtowym narzędzie jest poddane działaniu osiowych sił skrawania, które powodują ukośne ustawienie lub odchylenie narzędzia.

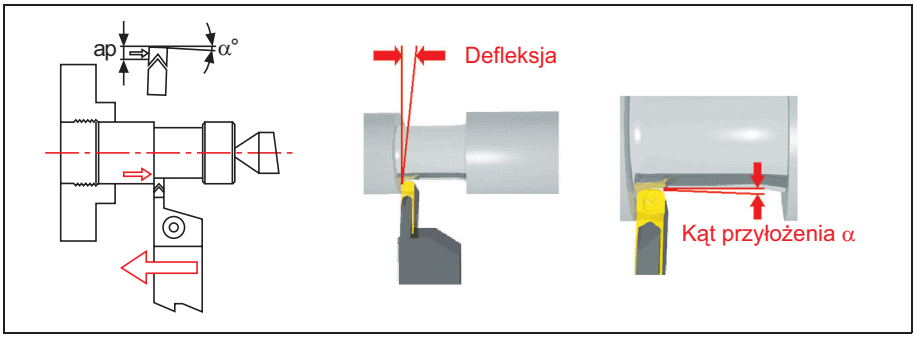
Przez kontrolowane odkształcenie układu narzędzia (**defleksja**) istnieje możliwość utworzenia na płytce skrawającej kąta przyłożenia α (por. *Rys. 9.22*).



Rys. 9.21 Toczenie poprzeczne

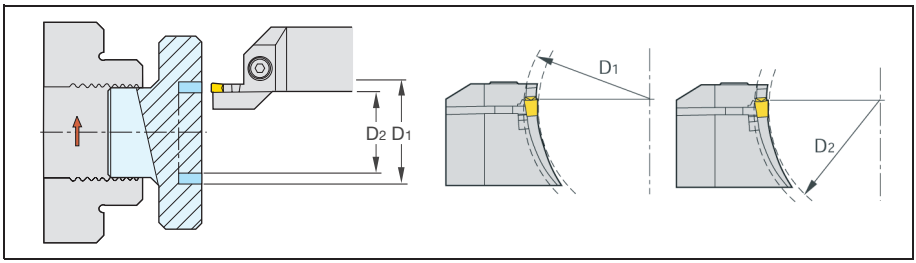
Na defleksję mogą mieć wpływ:

- posuw *f*,
- głębokość skrawania a_p,
- szerokość wcinania,
- szerokość ostrza,
- prędkość skrawania v_c,
- obrabiany materiał oraz
- obrabiarka.



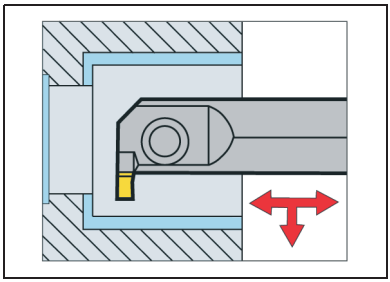
Rys. 9.22 SECO MDT Defleksja

Osiowy przesuw w kierunku czoła obrabianego przedmiotu przy **wcinaniu czołowym** powoduje, że narzędzie musi się dopasować do promienia zaokrąglenia rowka. Średnica zewnętrzna oprawki noża D_1 (por. *Rys. 9.23*) jest maksymalną średnicą wcinania przy 1. wcięciu, a średnica wewnętrzna oprawki D_2 jest średnicą minimalną. Jeżeli nie uwzględni się podanego zakresu wcinania, wówczas oprawka koliduje z kołowym wcięciem. Niebezpieczeństwo kolizji powstaje również wtedy, gdy wcinanie albo toczenie czołowe jest prowadzone aż do osi obrabianego przedmiotu.



Rys. 9.23 Warunki styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem przy wcinaniu

Generalnie podczas **wcinania wewnętrznego** stosuje się te same metody jak przy obróbce zewnętrznej. Główny problem stanowi jednak odprowadzanie wiórów. Zwłaszcza przy obróbce małych średnic niebezpieczeństwo złamania narzędzia wskutek zatoru wiórów jest duże. Pomóc może przerywanie posuwu podczas obróbki, aby zapewnić łamanie wiórów (krótkie wióry). Podczas obróbki otworów nieprzelotowych należy zawsze pracować od wewnątrz na zewnątrz, w celu uniknięcia zatoru wiórów.



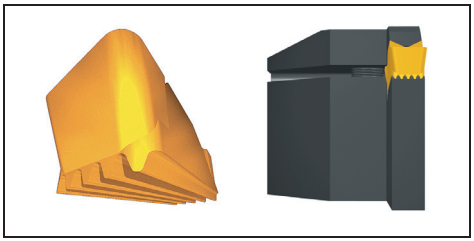
Rys. 9.24 Wcinanie wewnętrzne

Często podczas wcinania wewnętrznego problem stanowią również drgania. Stabilne warunki są zależne od długości niepodpartego odcinka narzędzia *L*. Przy obróbce wewnętrznej obowiązuje orientacyjna zależność:

(równ. 9.12)

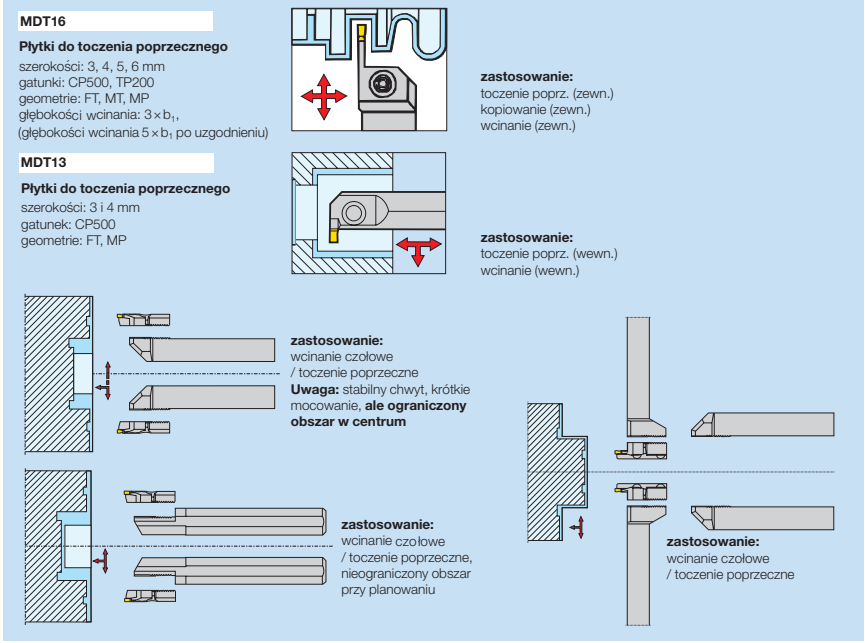
$$L \leq (2 \ldots 2{,}5) \cdot D$$

W celu uniknięcia problemów, należy wykonywać stabilne narzędzia. Szczególnie sztywne połączenie płytki skrawającej i oprawki zapewnia się przez zastosowanie uzębienia (płytka skrawająca na powierzchni dolnej), w połączeniu z zaciskiem pryzmowym (narzędzie na górze). Gwarantuje to najwyższą dokładność pozycjonowania oraz największą odporność na osiowe i promieniowe siły przy skrawaniu (*Rys. 9.25*).



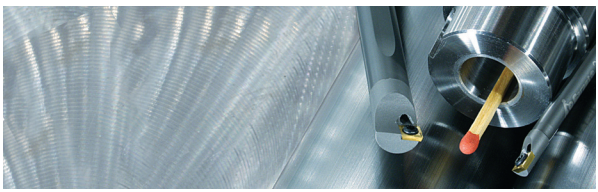
Rys. 9.25 SECO MDT Płytka skrawająca i oprawka

Na kolejnej stronie, na *Rys. 9.26* przedstawiono system toczenia poprzecznego SECO MDT.



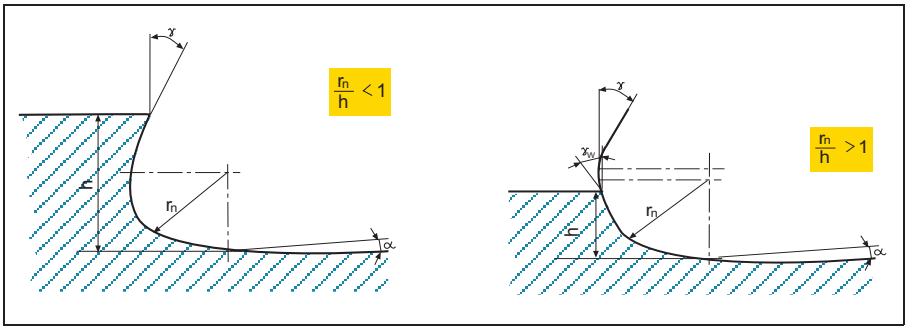
Rys. 9.26 Płytki MDT do toczenia poprzecznego

8 Toczenie dokładne



Przy **toczeniu dokładnym** chodzi o poprawę kształtu, wymiarów i dokładności położenia oraz jakości powierzchni. Analogicznie do zwykłego toczenia, obrabiane są powierzchnie zewnętrzne i wewnętrzne oraz powierzchnie czołowe i kształtowe. Charakterystyczne dla toczenia dokładnego jest stosowanie wysokich prędkości skrawania, małych posuwów i małych głębokości skrawania.

W obszarze typowych, małych grubości skrawanej warstwy h, przebieg siły skrawania ma znaczenie dla jakości obrabianej powierzchni. Jeżeli przy stałym promieniu krawędzi skrawającej r_n, grubość warstwy skrawanej h zmniejsza się, wówczas osiąga się wartość graniczną, tak zwaną **minimalną grubość warstwy skrawanej**. Jeżeli grubość warstwy skrawanej h jest mniejsza niż promień krawędzi skrawającej r_n, wówczas czynny kąt natarcia γ_w nie odpowiada już kątowi natarcia γ, występującemu na krawędzi skrawającej, ale kątowi utworzonemu przez kołowy łuk krawędzi skrawającej, który posiada dużą wartość ujemną. W tym zakresie siła skrawania F_c silnie wzrasta lub nie następuje właściwe skrawanie lecz zgniatanie materiału (duże temperatury skrawania i silne odkształcenie materiału), w wyniku czego powstaje powierzchnia o niskiej jakości (por. *Rys. 9.27*).



Rys. 9.27 Minimalna grubość skrawanej warstwy

Istotny wpływ na osiąganą chropowatość powierzchni obrabianego przedmiotu wywiera również posuw. Zależności te są opisane w rozdziale „Podstawy", podrozdział 1.5.

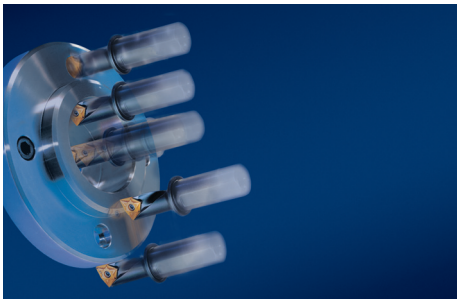
9 GARANT Narzędzie do toczenia i wiercenia „5 w 1"

Narzędzie do toczenia i wiercenia GARANT „5 w 1" zastępuje nawet 5 narzędzi ISO. Przez oszczędność czasu wymiany narzędzi i przebiegów jałowych narzędzia, można zredukować czas obróbki do 30%. Pomocnicza krawędź skrawająca umożliwia stosowanie sfazowania o wartości 30°.

Przy użyciu tego narzędzia można wykonywać następujące operacje:

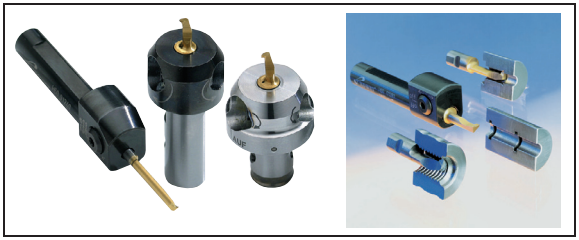
- wewnętrzne toczenie wzdłużne (roztaczanie),
- wiercenie w pełnym materiale
  płaskie dno otworu, możliwa do uzyskania średnica otworu większa niż ∅ D narzędzia, zachować ostrożność przy wierceniu w pełnym materiale na głębokość większą niż 1,5xD w przypadku miękkich stali konstrukcyjnych i stali nierdzewnych (patrz także rozdział „Wiercenie"),
- toczenie poprzeczne (planowanie),
- toczenie wzdłużne,
- pogłębianie / fazowanie (według DIN 74).

Dzięki neutralnej płytce skrawającej dla narzędzi prawych i lewych nie zachodzi możliwość pomyłki.



Rys. 9.28 5-krotnie większe możliwości narzędzia GARANT „5 w 1" do toczenia i wiercenia

10 Toczenie bardzo dokładne przy użyciu wymiennych noży ze stopów twardych (KOMET UniTurn)



Rys. 9.29 KOMET UniTurn Roztaczanie i program toczenia bardzo dokładnego

Wykonanie:

- Dokładne ustalenie i pozycjonowanie wytaczadeł we wszystkich kierunkach (osiowo ± 0,01 i wysokość kłów 0,01 mm),
- Wewnętrzne doprowadzanie cieczy chłodząco-smarującej przez uchwyt zaciskowy, dzięki temu wytaczadło bez kanału jest bardziej stabilne. Szczególnie sztywne połączenie pomiędzy wytaczadłem i oprawką zaciskową, zapewniające pracę bez drgań,
- System zaciskowy umożliwiający bezbłędną i szybką obsługę (mimośrodową dźwignię mocującą trzeba obrócić tylko o 180°),
- Łatwa obsługa, ponieważ położenie osiowe oraz wysokość kłów wytaczadła pozostają przy wymianie stałe,
- Łatwa obsługa również w niekorzystnych sytuacjach montażowych, dzięki obustronnemu mechanizmowi mocującemu.

Zastosowanie:

- Roztaczanie (patrz także rozdział „Wiercenie", Głowice do rozwiercania dokładnego),
- Wytaczanie, fazowanie, kopiowanie,
- Wcinanie,
- Toczenie gwintów (patrz rozdział „Gwintowanie").

11 Usuwanie usterek przy toczeniu

11.1 Usuwanie usterek przy toczeniu

	Opis usterki	Możliwe przyczyny
1	Niestałość tolerancji wymiarów	Niewłaściwa kombinacja materiału narzędzia skrawającego i łamacza wiórów
2	Niestałość tolerancji wymiarów	Mała wytrzymałość obrabianego przedmiotu i narzędzia
3	Przegrzanie narzędzia powoduje powstanie niedokładności i zwiększone zużycie	Niewłaściwe parametry skrawania
4	Przegrzanie narzędzia powoduje powstanie niedokładności i zwiększone zużycie	Niewłaściwe narzędzie albo kształt krawędzi skrawającej
5	Skrajne zużycie powierzchni przyłożenia	Niekorzystny materiał narzędzia skrawającego
6	Skrajne zużycie rowkowe	Niekorzystny materiał narzędzia skrawającego
7	Wykruszenia krawędzi skrawającej	Drgania
8	Złamanie krawędzi skrawającej	Niekorzystne parametry skrawania i gat. materiału narzędzia skraw.
9	Pęknięcia podłużne krawędzi skrawającej	Niekorzystne parametry skrawania i gat. materiału narzędzia skraw.
10	Odkształcenie promienia wierzchołka ostrza	Niekorzystne parametry skrawania i tward. obrabianego materiału
11	Tworzenie wióra wstęgowego	Niewłaściwe parametry skrawania
12	Tworzenie wióra wstęgowego	Niewłaściwa geometria ostrza
13	Narosty	Niewłaściwe warunki skrawania, łamacz wiórów, materiał narzędzia skrawającego

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Sposób usunięcia
													Wybrać twardszy materiał narzędzia skrawającego
													Wybrać materiał narzędzia skraw. o większej odporn.na obciążenia dyn.
													Wybrać gatunek materiału narzędzia skrawającego niewrażliwy na wahania temperatury
													Wybrać materiał narzędzia skraw. o mniejszym współcz. tarcia
													Zmniejszyć prędkość skrawania
													Zmniejszyć posuw
													Zmniejszyć głębokość skrawania
													Zwiększyć prędkość skrawania
													Zwiększyć posuw
													Zwiększyć głębokość skrawania
													Nie używać cieczy chłodząco-smarujących rozcieńczanych wodą
													Sprawdzić zastosowanie cieczy chłodząco-smarującej
													Sprawdzić klasyfikację płytek skrawających
													Sprawdzić wybór łamacza wiórów
													Zwiększyć kąt przyłożenia
													Dostosować promień ostrza
													Zmniejszyć sfazowanie i zaokrąglenie krawędzi skrawającej
													Zwiększyć sfazowanie i zaokrąglenie krawędzi skrawającej
													Wybrać obrabiarkę o większej mocy i sztywności

Tabela 9.2 Usterki przy toczeniu, ich przyczyny i sposób usunięcia

11.2 Usterki przy toczeniu poprzecznym SECO - MDT

	Opis usterki
1	Złamanie ostrza
2	Zużycie powierzchni przyłożenia
3	Zużycie rowkowe
4	Wykruszenia
5	Zużycie żłobkowe
6	Odkształcenie plastyczne
7	Narosty
8	Pęknięcia podłużne
9	Problemy wywołane łamaczem wiórów
10	Problemy wywołane łamaczem wiórów przy toczeniu poprzecznym
11	Drgania
12	Niewłaściwa jakość powierzchni
13	Średnica poza tolerancją
14	Drgania na średnicy
15	Odchyłki na odsadzeniu
16	Problemy z powtarzalnością dokładności

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Sposób usunięcia
	●	●			●							●				Wybrać bardziej odporny na zużycie mat. narzędzia skraw.
●			●													Wybrać mat. narzędzia skraw. o większej odporn. na obciąż. dyn.
					●											Wybrać płytkę do toczenia poprzecz. o większym promieniu
										●						Wybrać płytkę do toczenia poprzecz. o mniejszym promieniu
								●								Zastosować węższą płytkę z mniejszym promieniem
	●	●		●	●		●		●	●		●				Zmniejszyć prędkość skrawania
●		●	●	●	●		●				●					Zmniejszyć posuw
●										●	●					Zmniejszyć głębokość skrawania
			●			●					●					Zwiększyć prędkość skrawania
						●		●	●	●						Zwiększyć posuw
									●							Przerywać posuw
								●								Zwiększyć głębokość skrawania
		●			●		●				●					Zastosować ciecz chłodząco-smarującą
						●										Nie używać cieczy chłodząco-smarującej
										●	●					Zwiększyć stabilność narzędzia i obrabianego przedmiotu
												●				Sprawdzić korektę odchylenia (defleksji)
													●			Po zakończeniu wcinania dalej obrabiać przedmiot z odpowiednim współczynnikiem wyrównawczym
													●		●	Utrzymywać stałe parametry skrawania przy toczeniu
														●		Ostatnie przejście przy toczeniu poprzecznym (planowaniu) musi być wykonywane od zewnątrz do osi
													●		●	Kontrolować zużycie

Tabela 9.3 Usterki przy toczeniu poprzecznym SECO MDT, ich przyczyny i sposób usunięcia

11.3 Usterki przy toczeniu rowków i przecinaniu

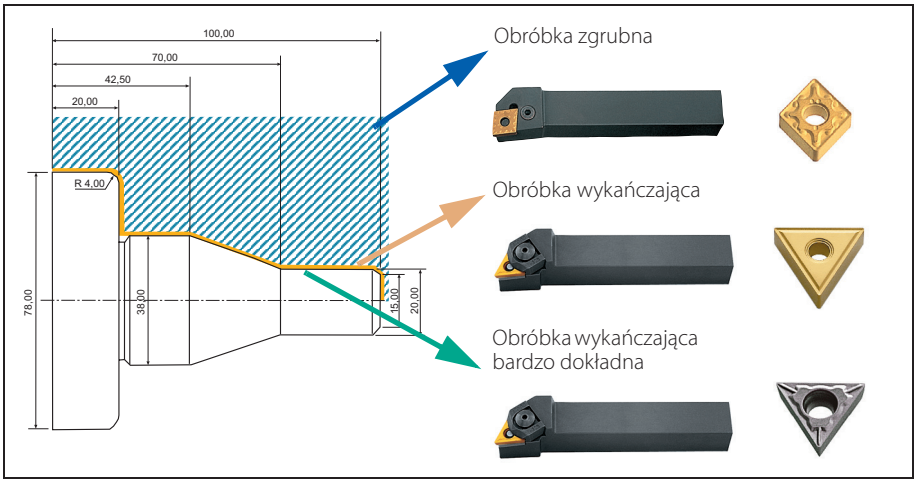
	Opis usterki
1	Złamanie ostrza
2	Zużycie powierzchni przyłożenia
3	Zużycie rowkowe
4	Pęknięcia podłużne
5	Wykruszenia
6	Odkształcenie plastyczne
7	Narosty
8	Zła jakość powierzchni

1	2	3	4	5	6	7	8	Sposób usunięcia
■	■	■			■			Wybrać materiał narzędzia skrawającego o większej odporności na zużycie
■				■				Wybrać materiał narzędzia skrawającego o większej odporności na obciążenia dynamiczne
						■	■	Zwiększyć prędkość skrawania
						■		Zwiększyć posuw
	■	■	■	■	■			Zmniejszyć prędkość skrawania
■		■	■		■		■	Zmniejszyć posuw
			■					Zwiększyć ilość cieczy chłodząco-smarującej
		■			■		■	Zastosować ciecz chłodząco-smarującą
			■			■		Nie używać cieczy chłodząco-smarującej (przy przerywaniu skrawania)
							■	Poprawić stabilność
							■	Sprawdzić, czy narzędzie do toczenia poprzecznego jest ustawione pod kątem 90° do kierunku posuwu
				■				Sprawdzić zamocowanie obrabianego przedmiotu

Tabela 9.4 Usterki przy toczeniu rowków i przecinaniu, ich przyczyny i sposób usunięcia

12 Zastosowanie narzędzi tokarskich GARANT

12.1 Toczenie stali VA



Przykład zastosowania:

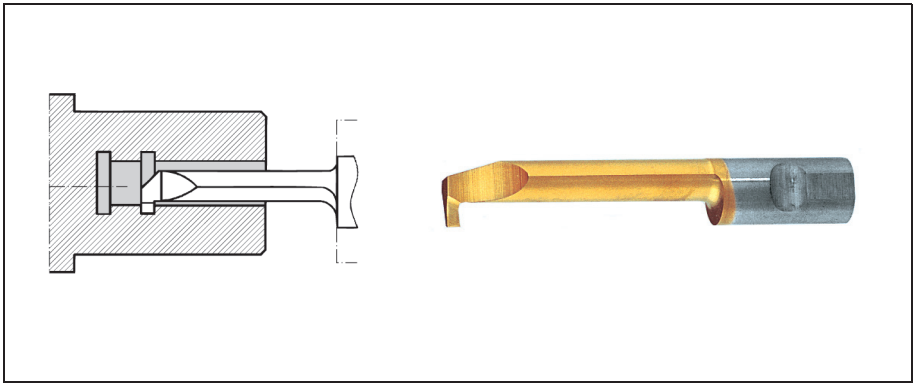
Zadanie: Toczenie obrysu

Zastosowane parametry:

Materiał: X10CrNiMoTi1810 (1.4571)
(Grupa materiałowa GARANT 13.2, rozdział „Materiały“, podrozdział 1.)

	Obróbka zgrubna	**Obróbka wykańczająca**	**Obróbka wykańczająca bardzo dokładna**
Oprawka zaciskowa	PCLN wielkość 25	MTJNR wielkość 25	
Płytka skrawająca	CNMG – VG HB7135	TNMG – VS HB7120	TNMG – VF CU7033
Prędkość skrawania v_c	120 m/min	220 m/min	240 m/min
Posuw f	0,5 mm/obr.	0,2 mm/obr.	0,07 mm/obr.
Głębokość skrawania a_p	5 mm	1 mm	0,5 mm
Chłodzenie	emusja	emulsja	emulsja

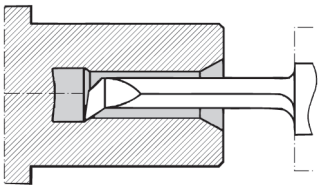
12.2 Toczenie poprzeczne



Przykład zastosowania:

Zadanie:	Wykonywanie podcięć na rowki smarowe o głębokości 2,5 mm	
Zastosowane parametry:		
Materiał:	GG 25 (0.6025)	
	(Grupa materiałowa GARANT 15.1, rozdział „Materiały“, podrozdział 1.)	
Narzędzie:	Nóż do wykonywania podcięć z płytką ze stopów twardych o strukturze szczególnie drobnoziarnistej	
	Długość odcinka niepodpartego: 100 mm	
Ostrze:	Szerokość: 3 mm	
Parametry skrawania:	Prędkość skrawania	v_c = 50 m/min
	Posuw	f = 0,15 mm/obr.

12.3 Toczenie dokładne





Przykład zastosowania:

Zadanie:	Kopiowanie, wytaczanie i fazowanie profilu	
	Średnica otworu: 20 mm	
Zastosowane parametry:		
Materiał:	GG25 (0.6025)	
	(Grupa materiałowa GARANT 15.1, rozdział „Materiały“, podrozdział 1.)	
Narzędzie:	Nóż do toczenia wewnętrznego UniTurn z płytką ze stopów twardych o strukturze szczególnie drobnoziarnistej	
	Długość odcinka niepodpartego: 80 mm	
Parametry skrawania:	Prędkość skrawania	v_c = 50 m/min
	Posuw	f = 0,02 mm/obr.
	Głębokość skrawania	a_p = 0,05 mm

13 Radełkowanie

Radełkowanie zapewnia większą poręczność np. elementów walcowych, obsługiwanych ręcznie. Radełkowanie może być wykonywane jako tak zwane moletowanie albo w celu zwiększenia wytrzymałości połączeń (przede wszystkim odlewów wtryskowych).

Radełkowaniu mogą być poddawane prawie wszystkie materiały. Istotnymi czynnikami, zwłaszcza dla nacisków powstających przy radełkowaniu, jest wytrzymałość materiału i granica plastyczności (przejście z obszaru odkształcenia sprężystego do plastycznego). Im mniejsze jest wydłużenie, tym materiał jest trudniejszy do odkształcania.

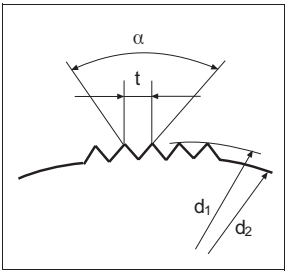
Do radełkowania nadają się najlepiej:

- wszystkie stopy żelaza, o maks. wytrzymałości 1700 N/mm^2 i o min. wydłużeniu 4 - 5%,
- metale kolorowe,
- twarde drewna,
- tworzywa sztuczne, odpowiadające wymaganiom wydłużenia i wytrzymałości na rozciąganie.

13.1 Normalizacja wzorów i zarysów radełkowania

Wzory radełkowania są ustalone w DIN 82.

Ustalono w niej, że wzór radełkowania powinien mieć kąt zarysu α 90°, w wyjątkowych przypadkach 105° (por. *Rys. 9.30*).



α	kąt zarysu
t	podziałka
d_1	średnica końcowa
d_2	średnica toczenia

Rys. 9.30 Wzór radełkowania według DIN 82

Podziałki są również znormalizowane. W technice radełkowania stosuje się między innymi następujące, znormalizowane podziałki:

Znormalizowana podziałka t [mm]	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6

W DIN 82 są znormalizowane następujące profile radełkowania:

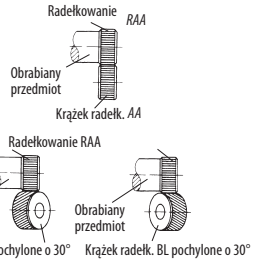
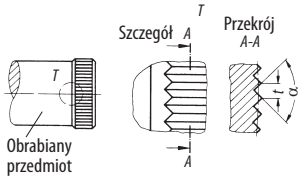
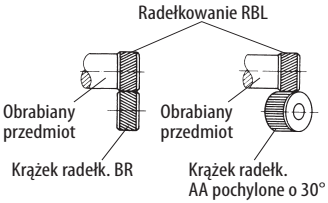
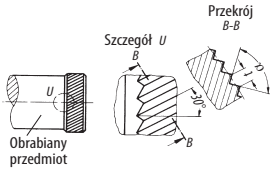
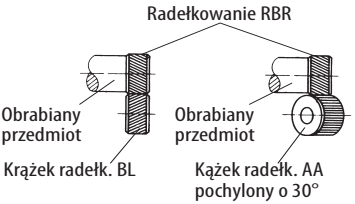
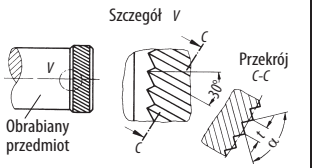
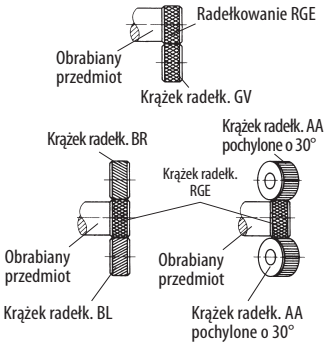
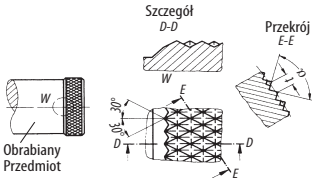
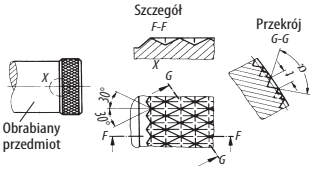
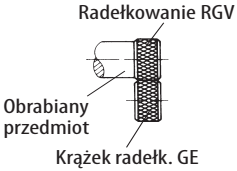
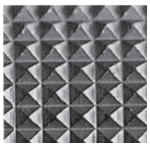
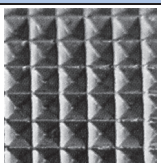
Radełkowanie na obrabianym przedmiocie	Profil radełkowania na obrab. przedmiocie	Możliwości
Radełkowanie przy zastosowaniu rowków równoległych do osi	RAA	
		
Radełkowanie lewe	RBL	
		
Radełkowanie prawe	RBR	
		
Radełkowanie prawe i lewe, wierzchołki podwyższone	RGE	
	 	

Tabela 9.5 Znormalizowane profile radełkowania - ciąg dalszy na następnej stronie

Tabela 9.5 Znormalizowane profile radełkowania - ciąg dalszy

Radełkowanie na obrabianym przedmiocie	Zarys radełkowania na obrabianym przedmiocie	Możliwości
Radełkowanie prawe i lewe, wierzchołki zagłębione		
	RGV 	
Radełkowanie krzyżowe		
Wierzchołki podwyższone **RKE** 		Wierzchołki zagłębione **RKV** 

13.2 Wybór materiału krążka radełkującego

Paleta produkowanych krążków radełekujących obejmuje krążki z wysokowydajnych stali szybkotnących (HSS), metali wytwarzanych technologią proszkową (PM) i stopów twardych (HM). Każda z tych grup posiada swoje szczególne cechy i zalety użytkowe.

Przy wyborze materiału krążka redełkującego należy zawsze rozważyć liczne czynniki zmienne. Oprócz obrabianego materiału należy np. uwzględnić prędkość skrawania i posuw, wielkość partii produkcyjnej, typ obrabiarki, zastosowaną metodę radełkowania itd. Dlatego nie można podać ogólnie obowiązujących zaleceń.

Pewne wskazówki daje tabela, na podstawie której można dokonać wstępnego wyboru. Do specjalnych przypadków zastosowań zalecane jest indywidualne doradztwo.

Obrabiany materiał	Wielkość partii (produkcyjnej) [sztuk]					Uwagi
	do 5.000	od 5.000 do 20.000	od 20.000 do 50.000	od 50.000 do 500.000	od 500.000	
Stal automatowa (2.0; 2.1)	HSS		HM			W przypadku łatwo lub średnio obrabialnych materiałów można zastosować, w celu optymalizacji okresu trwałości, krążki ze stopów twardych. Wytrzymałość na obciążenia dynamiczne jest przy tym wystarczająca.
			PM (frezowana)			W przypadku materiałów trudno obrabialnych zastosowanie krążków ze stopów twardych stwarza trudne warunki, ponieważ ich wytrzymałość na obciążenia dynamiczne jest niewielka i wskutek tego może dojść do wyłamywania zębów przy powstaniu drgań. Dla tego rodzaju materiału zalecane są krążki z metalu wykonanego technologią proszkową. Powłoka lub utwardzenie powierzchni (obróbka końcowa Tenifer) mogą zwiększyć dodatkowo okres trwałości.
Stal nierdzewna (13.0 - 13.3)	HSS	PM (frezowana)				W przypadku stali nierdzewnych jest utrudnione używanie krążków ze stopów twardych, ponieważ ich odporność na obciążenia dynamiczne jest niewielka i wskutek tego może dojść do wyłamywania zębów. Okres trwałości można zwiększyć przez utwardzenie powierzchni (obróbka końcowa Tenifer) lub przez zastosowanie powłoki.
Mosiądz (18.1; 18.2)	HSS			PM		W przypadku mosiądzu zaleca się używać krążka z metalu wykonanego technologią proszkową lub ze stopów twardych dopiero przy produkowaniu bardzo dużej liczby sztuk, ponieważ okres trwałości radełek ze stali HSS jest bardzo długi.
				HM		
Aluminium (17.0 - 17.2)	PM (szlifowane)			HM		Ze względu na skłonność do adhezji (przyczepność), krążki do obróbki aluminium powinny być szlifowane. Materiał może dzięki temu łatwiej ześlizgiwać się po powierzchni bocznej. Zastosowanie krążków ze stali HSS jest możliwe z ograniczeniami (okres trwałości, jakość powierzchni) przy produkowaniu małej liczby sztuk. Przy radełkowaniu aluminium zastosowanie stopów twardych jest godne polecenia dopiero przy bardzo dużej liczbie sztuk, natomiast okres trwałości krążków wykonanych z metalu wykonanego technologią proszkową jest bardzo długi.

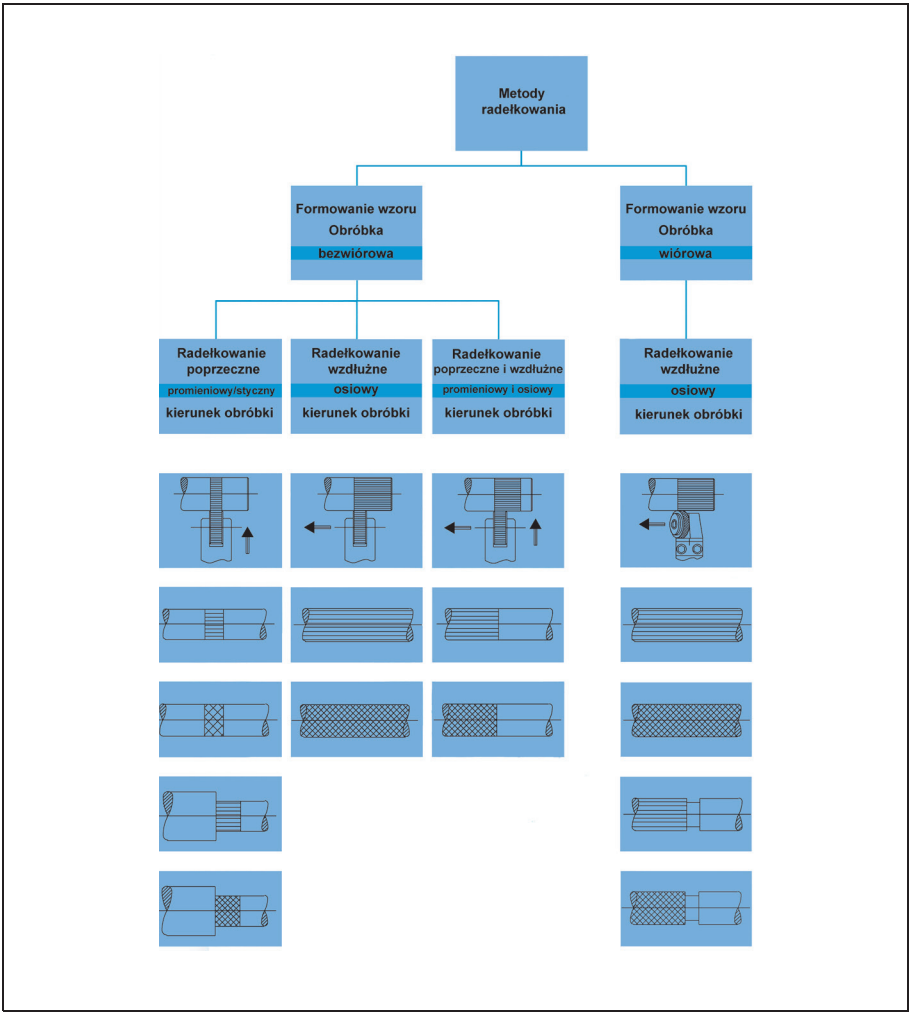
Tabela 9.6 Wskazówki do wyboru materiału radełka

13.3 Metody radełkowania

W technice radełkowania rozróżnia się dwie metody:

- kształtownie wzoru radełkowania (wyciskanie) metodą obróbki bezwiórowej, to znaczy że materiał jest poddawany obróbce plastycznej oraz
- frezowanie wzoru radełkowania metodą obróbki wiórowej, w której zachodzi skrawanie materiału.

Poniżej zamieszczono przegląd obu metod.



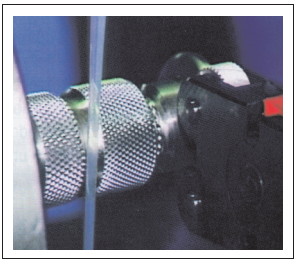
Rys. 9.31 Metody radełkowania

	Kształtowanie wzoru radełkowania	Frezowanie wzoru radełkowania
Zastosowanie	● Obróbka materiałów nadających się do obróbki plastycznej na zimno ● Kształtowanie wzoru na przedmiotach cienkościennych jest problematyczne ● Szeroki zakres zastosowania: – można wykonywać wszystkie wzory i zarysy radełkowania – nadaje się do radełkowania czołowego i wewnętrznego – możliwość wykonywania wzoru aż do odsadzenia – narzędzie może być stosowane w każdym miejscu obrabianego przedmiotu	● Istnieje możliwość obróbki prawie wszystkich materiałów ● Nadaje się do obróbki przedmiotów cienkościennych ● Ograniczony zakres zastosowania: – możliwość wykonywania jedynie profili RAA i RGE – obróbce mogą być poddawane wyłącznie przedmioty walcowe, w osiowym kierunku obróbki ● W celu dosunięcia narzędzia w środkowym obszarze obrabianego przedmiotu konieczne jest wykonanie podcięcia
Właściwości	● Wskutek wypływu materiału, średnica zewnętrzna obrabianego przedmiotu powiększa się ● Powierzchnia ulega utwardzeniu ● Większe obciążenie obrabiarki niż przy frezowaniu wzoru	● Nie występuje istotna zmiana średnicy zewnętrznej obrabianego przedmiotu ● Małe utwardzenie powierzchni ● Wysoka dokładność i jakość powierzchni wykonanego wzoru ● Mniejsze obciążenie obrabiarki niż przy formowaniu wzoru radełkowania
Spsób postępowania	● Z reguły nie jest konieczne przygotowanie obrabianego przedmiotu ● Bardzo łatwa obsługa narzędzia	● Konieczne jest precyzyjne dosunięcie narzędzia i dokładna regulacja ● Konieczne jest precyzyjne przygotowanie obrabianego przedmiotu

Tabela 9.7 Właściwości metod radełkowania

13.3.1 Kształtowanie wzoru radełkowania (wyciskanie)

Przy radełkowaniu metodą bezwiórową (wyciskanie wzoru radełkowania), w powierzchnię obrabianego przedmiotu wciska się obtaczające się po nim narzędzie, posiadające określony zarys radełkowania (radełko). Następuje przy tym odkształcenie powierzchni na zimno. Przy tego rodzaju odkształceniu materiał wypływa na zewnątrz i wskutek tego powiększa się średnica obrabianego przedmiotu.



Rys. 9.32 Wyciskanie radełkowanego wzoru

Przy większych średnicach zewnętrznych przyjmuje się empiryczną wartość powiększenia średnicy o około 40% zastosowanej podziałki radełkowania. Średnicę początkową można obliczyć według następującego wzoru:

$$d_2 = d_1 - (X \cdot t)$$

d_2 średnica początkowa (średnica toczenia) [mm]
d_1 średnica końcowa [mm]
X wartość z *Tabeli 9.8* (równ. 9.13)
t podziałka

Wzór wykonywanego radełkowania **	Wartość X
Równoległy do osi, kształt AA	0,5
Radełkowanie lewe, kształt BL	0,5
Radełkowanie lewe, kształt BR	0,5
Radełkowanie krzyżowe, wierzchołki podwyższone, kształt KE	0,67
Radełkowanie krzyżowe, wierzchołki zagłębione, kształt KV	0,33
Radełkowanie prawe i lewe, wierzchołki podwyższone, kształt GE	0,67
Radełkowanie prawe i lewe, wierzchołki zagłębione, kształt GV	0,33
** Porównaj również rozdział „Zarysy radełkowania“	

Tabela 9.8 Powiększenie średnicy obrabianego przedmiotu w zależności od podziałki

Możliwości zastosowania wyciskania radełkowanego wzoru:

- Gdy powstające siły nie odgrywają żadnej roli dla obrabiarki i obrabianego przedmiotu,
- Korzystna alternatywa cenowa w porównaniu do frezowania radełkowanego wzoru,
- Jednak **NIE** może być stosowane w przypadku przedmiotów cienkościennych.

Zalety obróbki plastycznej:

- Przebieg włókien nie zostaje przerwany. Wskutek tego obniża się wrażliwość na działanie karbu i zwiększa się wytrzymałość zmęczeniowa.
- Znacznie zwiększa się wytrzymałość obrabianego materiału, odpowiednio do występującego utwardzenia na zimno; wydłużenie maleje.
- Występuje wysoka odporność na zużycie, wskutek utwardzenia i starannie obrobionej, gładkiej powierzchni.

Wyciskanie radełkowanego wzoru ma następujące **wady**:

- Następuje powiększenie średnicy. Trzeba obliczać średnicę końcową (por. *Tabela 9.23*)
- Potrzebny jest większy nakład siły, niż przy frezowaniu radełkowanego wzoru. Wzrasta obciążenie maszyny i radełkowanego przedmiotu.
- Jeżeli radełko pozostaje w styczności z obrabianym przedmiotem w jednym miejscu przez więcej niż 2 do 3 obrotów, istnieje zagrożenie „łuszczenia się" powierzchni materiału, ze względu na zmęczenie materiału.
- Metoda ta nie nadaje się do przedmiotów cienkościennych, ze względu na niebezpieczeństwo odkształcenia wskutek działania dużych sił.

Parametry obróbki:

- Wskaźniki dla parametrów obróbki są podane w *Tabeli 9.23*.
- Dosuwanie za pomocą suportu poprzecznego następuje aż do momentu pojawienia się na obrabianym przedmiocie ostrego, wytłoczonego wzoru. W przypadku radełkowania wzdłużnego dopiero teraz włącza się posuw.
- Do chłodzenia i smarowania dobrze sprawdziła się emulsja stosowana przy wierceniu. Należy jednak zwracać uwagę na obfity dopływ emulsji.

Narzędzia do radełkowania z jednym krążkiem nadają się do radełkowania wcinającego, z różnymi zarysami wzoru (porównaj również *Tabela 9.5*). Radełkowanie wzdłużne jest możliwe do wykonania wyłącznie przy zastosowaniu krążków kształtu AA. Radełkowanie wcinające ma zawsze taką długość jak szerokość powierzchni roboczej krążków. Narzędzie mocuje się przy tym pod kątem 90° względem obrabianego przedmiotu, natomiast przy radełkowaniu wzdłużnym narzędzie mocuje się pod kątem 88° względem obrabianego przedmiotu. Pozostały kąt przyłożenia, wynoszący 2° względem przedniej krawędzi krążka, zapobiega spiętrzeniom materiału przy wzdłużnym ruchu narzędzia radełkującego.

Narzędzia do radełkowania z dwoma krążkami umożliwiają radełkowanie wcinające o różnych zarysach. Radełkowanie wzdłużne jest natomiast możliwe tylko przy zastosowaniu krążków o kształcie AA (radełkowanie równoległe do osi) oraz kształtów BL + BR (radełkowanie lewe - prawe). Linia śrubowa o kącie 30° lub 45° na krążkach określa również linię śrubową na obrabianym przedmiocie (30° lub 45°). Również w tym przypadku stosuje się ustawienie narzędzia przy radełkowaniu wcinającym pod kątem 90°, a przy radełkowaniu wzdłużnym pod kątem 88° względem obrabianego przedmiotu.

13.3.2 Frezowanie radełkowanego wzoru



Frezowanie radełkowanego wzoru jest to wykonywanie zarysu za pomocą obracającego się i wyposażonego w ostre zęby narzędzi (krążka), z jednoczesnym posuwem. Przy frezowaniu radełkowanego wzoru nie powstaje utwardzenie na zimno. Wióry są usuwane przez obtaczanie narzędzia, od dna frezowanych ząbków w kierunku do ich wierzchołka (wiórkowanie).

Rys. 9.33 Narzędzie do frezowania radełkowanego wzoru z dwoma radełkami

Zalety frezowania radełkowanego wzoru są następujące:

- nadaje się do zastosowania na przedmiotach cienkościennych (jak rury), ponieważ występujące siły są istotnie mniejsze niż przy wytłaczaniu radełkowanego wzoru,
- mniejsze obciążenie narzędzia i obrabiarki,
- średnica nie ulega powiększeniu podczas obróbki oraz
- uzyskuje się bardzo wysoką jakość powierzchni.

Wady frezowania radełkowanego wzoru są następujące:

- następuje przerwanie przebiegu włókien w obrabianym przedmiocie (działanie karbu)
- wysoki koszt.

Parametry obróbki:

- Obrabiany przedmiot powinien być sfazowany (30 do 45°). Wielkość sfazowania powinna odpowiadać co najmniej podziałce.
- Wskaźniki dla parametrów obróbki są podane w *Tabeli 9.24*.
- Konieczne jest używanie cieczy chłodząco-smarującej. Do chłodzenia i smarowania sprawdziła się emulsja używana przy wierceniu albo rzadkie oleje chłodząco-smarujące. Należy jednak zwracać uwagę na obfity dopływ emulsji.

Narzędzia do frezowania radełkowanego wzoru z jednym krążkiem nadają się wyłącznie do radełkowania równoległego do osi (RAA). Zawsze używa się krążka do frezowania wzoru BL 30° dla narzędzi lewych albo krążka do frezowania radełkowanego wzoru BR 30° dla narzędzi prawych. Każde narzędzie może zostać odpowiednio wyregulowane na głowicy. Narzędzia te należy zasadniczo mocować prostopadle do obrabianego przedmiotu. W celu wyregulowania dokładnej wysokości kłów, narzędzia te posiadają z boku oznaczenia na głowicy albo - w przypadku narzędzi do obrabiarek CNC - górna powierzchnia chwytu stanowi krawędź odniesienia do wysokości kłów.

Przy użyciu narzędzi do frezowania radełkowanego wzoru z dwoma krążkami radełkującymi możliwe jest wykonywanie radełkowania prawego i lewego (RGE), z linią śrubową 30° i 45°. Do radełkowania RGE 30° stosuje się w narzędziu dwa krążki frezujące AA. Do wykonania radełkowania RGE 45° należy umieścić w korpusie krążek frezujący BR 15° i krążek frezujący BL 15° (por. także *Tabela* 9.5). Narzędzia te posiadają skalę regulacyjną, umożliwiającą dostosowanie do średnicy obrabianego przedmiotu. Po nastawieniu średnicy obrabianego przedmiotu należy umieścić narzędzie dokładnie na wysokości kłów. Przed rozpoczęciem właściwego procesu frezowania należy dosunąć narzędzie do obrabianego przedmiotu i sprawdzić, czy krążki frezujące radełkowany wzór wchodzą w styczność z obrabianym przedmiotem jednocześnie. Przy frezowaniu wzoru dosuwa się krążki frezujące do obrabianego przedmiotu na około 1/3 szerokości krążków frezujących, aż radełkowany wzór zostanie w pełni wykonany i będzie ostry. Najczęściej następuje to w momencie dosunięcia na 70% podziałki radełkowanego wzoru. Następnie należy włączyć posuw.

13.4 Instrukcja obsługi frezów do radełkowania

Instrukcja obsługi narzędzia RF-1

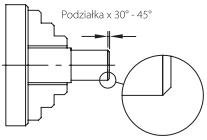
1. Montaż radełek

Zarys radełkowany na obrabianym przedmiocie według DIN 82	Narzędzie do frezowania radełkowanego wzoru nr	Zarys przewidzianego radełka
RAA	231/_R	BR 30°
RAA	231/_L	BL 30°
RBR 30°	231/_R	AA
RBL 30°	231/_L	AA

2. Wymagania w stosunku do obrabianego przedmiotu

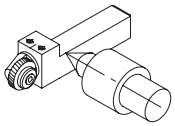
a) Wykonać sfazowanie (co najmniej podziałka x 30° – 45°) na początku przedmiotu albo po wycięciu.
Wskazówka: Sfazowanie jest potrzebne do wycentrowania radełkowanego wzoru.

b) dokładność ruchu obrotowego: ± 0,05 mm



3. Ustawić narzędzie na wysokość kłów

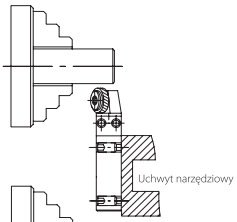
a) Tokarki konwencjonalne:
wysokość kłów odpowiada górnej powierzchni chwytu
b) Tokarki CNC:
mocowanie w odpowiednim uchwycie narzędziowym CNC
c) Automaty tokarskie do toczenia wzdłużnego:
wysokość kłów odpowiada górnej powierzchni chwytu
d) Automaty tokarskie wielowrzecionowe:
wysokość kłów odpowiada górnej powierzchni chwytu



4. Mocowanie narzędzia

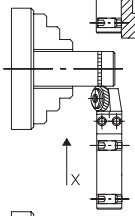
Narzędzie należy zamocować pod kątem 90° do obrabianego przedmiotu. Z reguły należy je dosunąć w odpowiednim uchwycie.

Uwaga:
W głowicy do frezowania radełkowanego wzoru przewidziany jest kąt przyłożenia 50°.

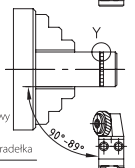


5.1 Ustawienie kąta przyłożenia

Lekko dosunąć narzędzie do radełkowania do obrabianego przedmiotu.



5.2 Sprawdzanie wykonanego wzoru (kąt przyłożenia)





5.3 Korekta kąta przyłożenia

Kąt przystawienia narzędzia do radełkowania względem obrabianego przedmiotu tak wyregulować za pomocą wkrętów bez łba, aż przy obwodzeniu na obrabianym przedmiocie zostanie wykonany radełkowany wzór o szerokości odpowiadającej 1/3 krążka

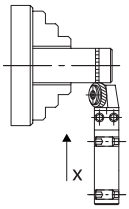


Rys. 9.34 Instrukcja obsługi narzędzia do frezowania radełkowanego wzoru

Rys. 9.34 Ciąg dalszy instrukcji obsługi narzędzia do frezowania radełkowanego wzoru

6. Położenie zerowe narzędzia

Wykonać obwiedzenie obrabianego przedmiotu w kierunku X = położenie zerowe obrabianego przedmiotu w osi X.

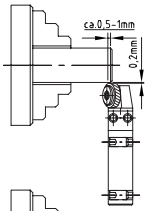


7. Ustawienie początkowe radełka frezującego

Krawędź skrawającą radełka przesunąć o około 0,5 - 1 mm w kierunku Z (za sfazowaniem) i w kierunku X, do punktu zerowego obrabianego przedmiotu X + 0,2 mm.

8. Chłodzenie / smarowanie

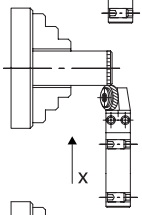
Od punktu 7. zalecamy stosowanie dużej ilości oleju/cieczy chłodząco-smarującej, aby zapobiec zwalcowaniu wiórów i aby zwiększyć okres trwałości krążka.



9. Dosuwanie na głębokość zarysu w kierunku X

Dosuwanie na głębokość zarysu w kierunku X: posuw zgodnie z tabelą parametrów skrawania. Po osiągnięciu wymaganej głębokości zarysu zatrzymać narzędzie na 0,5 - 1 sekundy.
Głębokość zarysu = głębokość zębów + 0,1 mm ± 0,5 mm.

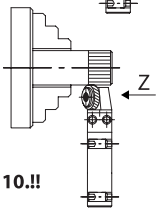
Przykład: z podziałki 1 mm i kąta zarysu 90° wynika głębokość zębów 0,5 mm.
Głębokość zarysu = 0,5 mm + 0,1 ± 0,05mm = 0,6 ± 0,05mm.



10. Posuw w kierunku Z

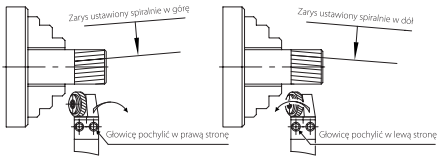
Wartości prędkości skrawania i posuwu znajdują się w katalogu radełek firmy H + K albo w internecie na stronie www.hommel-keller.de/service

Stosując odpowiedni posuw wzdłużny (patrz parametry skrawania), przesunąć się na żądaną długość.
Sprawdzić wykonany zarys.



Uwaga:
Należy koniecznie zachować kolejność punktów 7., (8.), 9., 10.!!

[11.] Ustawienie równoległe głowicy frezującej



Odpowiednio pochylić głowicę frezującą radełkowany wzór, w zależności od położenia linii spieralnej (patrz powyższy szkic).
Po ustawieniu ponownie mocno dokręcić wkręty bez łba w głowicy frezującej radełkowany wzór i sprawdzić równoległość ustawienia względem nowego, radełkowanego wzoru.

Rys. 9.34 Instrukcja obsługi narzędzia do frezowania radełkowanego wzoru - ciąg dalszy

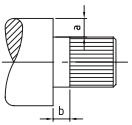
Możliwe usterki i sposób ich usunięcia

Opis usterki	Przyczyna	Sposób usunięcia
Radełkowany zarys RAA nie jest równoległy do osi, robi wrażenie przebiegającego spiralnie.	Głowica narzędzia do radełkowania nie jest ustawiona dokładnie równolegle.	Obrócić głowicę do frezowania radełkowanego wzoru w zależności od położenia spirali - patrz [11.].
Spiętrzenie materiału na końcu radełkowanego wzoru - zarys robi wrażenie „zgniecionego".	Nieprawidłowo ustawiony kąt przyłożenia. Narzędzie naciska na obrabiany przedmiot.	Ustawić prawidłowy kąt przyłożenia. Patrz (5.1 - 5.3).
Dno zęba zaokrąglone promieniem.	Niewłaściwa wysokość ostrzy narzędzia.	Sprawdzić lub wyregulować wysokość ostrzy. Patrz (3.).
Profil nie jest w pełni ukształtowany.	Dosuw mniejszy niż głębokość zarysu.	Dosunąć o wymagany wymiar, patrz (9.).
Profil ma niejednakową ostrość.	Obrabiany przedmiot wykazuje odchyłkę ruchu obrotowego - bicie czołowe.	Przetoczyć obrabiany przedmiot na średnicy - toczenie czołowe, patrz (2.).
Nie uzyskuje się żądanego wzoru.	Zamontowano niewłaściwy krążek.	Zamontować właściwy krążek, patrz (1.).
Początek radełkowanego wzoru jest wykonany niedokładnie.	Brak sfazowania na obrabianym przedmiocie albo za małe sfazowanie.	Patrz (2.), wymagania dla obrabianego przedmiotu.
Uzyskany zarys ma nierówną strukturę.	Krążek miejscami trudno się obraca - występują odkształcenia.	Wymontować krążek, wyczyścić, nasmarować i ponownie prawidłowo zamontować. Patrz (8.).
Zarys nierównomierny, występują odciski i wykruszenia, najczęściej na wierzchołkach.	Zwalcowywanie wiórów w wykonywanym zarysie.	Zwracać uwagę na chłodzenie i przepłukiwanie - w miarę możliwości pod wysokim ciśnieniem.
Zanika ostrość radełkowanego zarysu.	Zarys krążka zużyty.	Sprawdzić zarys i ewentualnie zamontować nowy krążek ZEUS.

Odległość pomiędzy frezem do radełkowania wzoru i częściowo lub całkowicie odsadzeniem na radełkowanym przedmiocie

Wskutek uwarunkowanego konstrukcyjnie ukośnego ustawienia (30^{o}) radełkowanej głowicy oraz wysięgu przedniej tarczki, zasadniczo nie można pracować narzędziem do frezowania radełkowanego wzoru w pobliżu istniejącego odsadzenia!

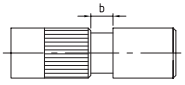
Wymiar a odpowiada wielkości odsadzenia [mm].
Wymiar b odpowiada minimalnej odległości dla danego krążka (wymiar ∅) [mm].



a	b (15x4x8)	b (25x6x8)	b (42x13x16)
1	2	2	2,5
3	4	3,5	4
5	5,5	5,5	6,5
7	6	6,5	8
10		8	12
12			13

Minimalna szerokość wcięcia

Jeżeli radełkowany wzór ma być wykonany w środkowej części obrabianego przedmiotu, wówczas wymagane jest „podcięcie na krążek" (krążek wymaga sfazowania w celu wycentrowania)!
Głębokość podcięcia minimum $^{1}/_{2}$ podziałki + 0,3 mm.



Wymiary krążka:	10x3x6	15x4x4	25x6x8	42x13x16
Minimalna szerokość podcięcia [b]:	3 mm	4 mm	6,5 mm	14 mm

HOMMEL KELLER Präzisionswerkzeuge GmbH
zeus
D-78550 Aldingen
Postfach 1160
Telefon: 07424 / 9705-0
Telefax: 07424 / 9705-50
e-mail: mail@hommel-keller.de
internet: www.hommel-keller.de

Instrukcja obsługi narzędzia RF-2

1. Montaż krążków do radełkowania

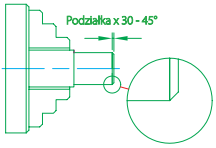
Zarys radełkowany na obrabianym przedmiocie według DIN 82	Narzędzie do frezowania radełkowanego wzoru nr	Zarys stosowanego krążka do radełkowania
RGE 30°	240 241 220 211	AA
RGE 45°	240 241 220 211	BL 15° i BR 15°



2. Warunki dla obrabianego przedmiotu

a) Na początku obrabianego przedmiotu albo po podtoczeniu wykonać sfazowanie (podziałka przynajmniej x 30°–45°)
Wskazówka: Sfazowanie jest potrzebne do wycentrowania krążka frezującego!

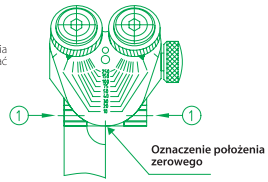
b) Dokładność ruchu obrotowego: ± 0,05 mm.



3. Ustawienie głowicy w pozycji zerowej

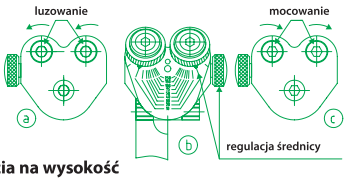
Sprawdzić położenie zerowe głowicy do frezowania radełkowanego wzoru, w razie potrzeby wyregulować położenie zerowe za pomocą obu wkrętów regulacyjnych (1).

Wskazówka: W przypadku narzędzi do frezowania przeznaczonych do użycia na tokarkach konwencjonalnych, wkręty bez łba (1) są zastąpione śrubami radełkowanymi.



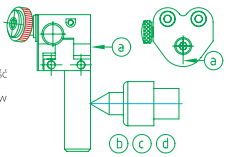
4. Wstępne ustawienie kąta przyłożenia krążków

Poluzować oba wkręty mocujące na korpusie narzędzia (a), przez obracanie wrzecion dokonać regulacji na średnicę obrabianego przedmiotu (b), następnie ponownie mocno dokręcić wkręty mocujące (c).



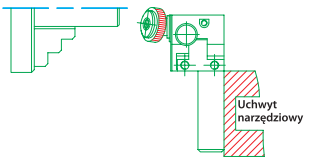
5. Ustawienie narzędzia na wysokość kłów

a) Tokarki konwencjonalne: wysokość kłów odpowiada osi sworznia łożyskowego
b) Tokarki CNC: zamontowanie w odpowiednim uchwycie narzędziowym CNC
c) Automaty tokarskie do toczenia wzdłużnego: wysokość kłów odpowiada górnej krawędzi chwytu
d) Automaty tokarskie wielowrzecionowe: wysokość kłów odpowiada górnej krawędzi chwytu



5.1 Mocowanie narzędzia

Zamocować narzędzie pod kątem 90° do obrabianego przedmiotu. Z reguły dosunąć w odpowiednim uchwycie.

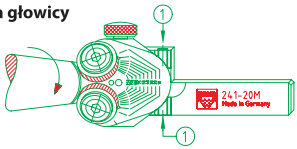


Rys. 9.35 Instrukcja obsługi narzędzia z dwoma radełkami

Rys. 9.35 Instrukcja obsługi narzędzia z krążkami do radełkowania - ciąg dalszy

6. Dokładna regulacja głowicy radełkującej

Dokonać delikatnego obwiedzenia obrabianego przedmiotu za pomocą narzędzia. tak długo regulować śruby regulacyjne(1), aż oba krążki radełkujące będą równomiernie dotykały obrabianego przedmiotu.



7. Sprawdzenie odciśniętego wzoru (kąt przyłożenia radełka)

Ponownie dokonać delikatnego obwiedzenia obrabianego przedmiotu i sprawdzić odcisk wzoru.

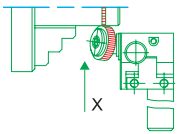


7.1 Korekta kąta przyłożenia (regulacja dokładna)

Tak wyregulować korpus radełka (patrz 4.), aż na obrabianym przedmiocie pozostanie odcisk odpowiadający 1/3 szerokości wzoru. Jeżeli np. widoczna jest cała szerokość wzoru, wówczas należy zmniejszyć średnicę na skali.

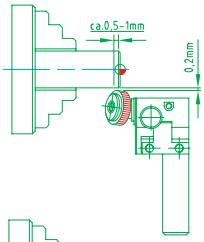
8. Ustawienie zerowe narzędzia

Wykonać obwiedzenie obrabianego przedmiotu w kierunku X = położenie zerowe obrabianego przedmiotu w osi X.



9. Ustawienie początkowe krążka frezującego

Krawędzie skrawające krążka przesunąć o około 0,5-1 mm w kierunku Z (za sfazowaniem) i w kierunku X do punktu zerowego na obrabianym przedmiocie X + 0,2 mm.



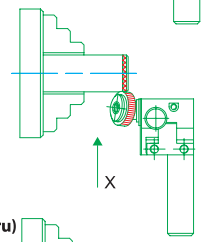
10. Chłodzenie / smarowanie

Od punktu 9. zalecamy obfite doprowadzanie cieczy chłodząco-smarującej lub oleju, aby zapobiec zawalcowywaniu wiórów i przedłużyć okres trwałości radełek

11. Dosuw na głębokość zarysu w kierunku X

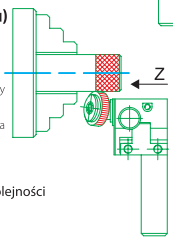
Dosuw na głębokość zarysu w kierunku X:
Posuw zgodnie z tabelą parametrów skrawania.
Po osiągnięciu głębokości zarysu zatrzymać narzędzie na 0,5-1 sekundy (centrowanie wzoru).
Głębokość zarysu = głębokość zębów + 0,1 mm ± 0,05 mm

Przykład: przy podziałce 1 mm i kącie zarysu 90° uzyskuje się głębokość zębów 0,5 mm.
Głębokość zarysu = 0,5 mm + 0,1 ±0,05 mm = 0,6 ± 0,05 mm



12. Posuw w kierunku Z (właściwe frezowanie radełkowanego wzoru)

Wartości prędkości skrawania i posuwu są podane w katalogu radełkowania H + K albo w internecie pod adresem:
www.hommel-keller.de/service
Z odpowiednim posuwem wzdłużnym (patrz parametry skrawania) przesunąć na żądany odcinek.
Sprawdzić wykonany zarys.
W przypadku niecałkowicie ukształtowanego zarysu można dokonać powtórnego dosunięcia.



Uwaga! należy bezwzględnie przestrzegać kolejności punktów 9., (10.), 11., 12.!

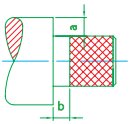
Rys. 9.35 Instrukcja obsługi narzędzia z krążkami do radełkowania - ciąg dalszy

Możliwe usterki i ich przyczyny

Opis usterki	Przyczyna	Sposób usunięcia
Trudna do zdefiniowania struktura radełkowanego wzoru.	Krążki są niewłaściwie zamontowane na korpusie.	Wymienić krążki, patrz (1).
Spiętrzenie materiału na końcu radełkowanego wzoru, zarys robi wrażenie "zgniecionego".	Niewłaściwie wyregulowany kąt przyłożenia, narzędzie naciska na obrabiany przedmiot	Wyregulować prawidłowo kąt przyłożenia, patrz (7. - 7.1).
Profil nie jest w pełni ukształtowany.	Dosuw mniejszy niż głębokość zarysu.	Zapewnić konieczną wielkość dosuwu, patrz (11).
Nierównomierna ostrość zarysu.	Obrabiany przedmiot wykazuje odchyłkę ruchu obrotowego. Bicie czołowe.	Przetoczyć obrabiany przedmiot na średnicy. Splanować - patrz (2).
Nierównomierna głębokość zarysu.	Niewłaściwie przeprowadzona regulacja dokładna, wskutek czego jeden z krążków frezuje głębiej.	Przeprowadzić ponownie regulację dokładną, patrz (6).
Początek radełkowanego wzoru wykonany niedokładnie.	Brak sfazowania na krawędzi obrabianego przedmiotu albo za małe sfazowanie.	Patrz (2) - wymagania dla obrabianego przedmiotu.
Zarys o nierównomiernej strukturze.	Krążki miejscami wykazują duże opory ruchu - występują zniekształcenia.	Wymontować krążki, wyczyścić, nasmarować i ponownie prawidłowo zamontować.
Zarys nierównomierny, występują miejsca odcisków i wyłamania najczęściej na wierzchołkach.	Zwalcowanie wiórów w zarys.	Zwracać uwagę na chłodzenie i płukanie! W miarę możliwości z użyciem wysokiego ciśnienia.(10).
Zanik ostrości radełowanego zarysu.	Zużyty zarys krążków lub częściowo zużyty.	Sprawdzić zarys i ewentualnie zamontować nowe krążki ZEUS.

Odległość pomiędzy krążkami frezującymi radełkowany wzór i odsadzeniem na obrabianym przedmiocie

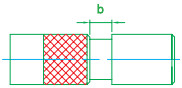
Ze względu na konstrukcyjnie uwarunkowane ukośne ustawienie (30°) głowicy radełkującej i wysięg tarczki przedniej, nie można narzędzia do frezowania radełkowanego wzoru dosunąć aż do odsadzenia!
Wymiar a odpowiada wielkości odsadzenia [mm].
Wymiar b odpowiada minimalnej odległości dla danego krążka (wymiar ∅) [mm].



a	b (10x3x6)	b (15x4x8)	b (25x6x8)	b (42x13x16)
1	5	1,5	2	3
3		3,5	3	5
5		6	5	7
7			8	9
10				12
12				13

Minimalna szerokość podcięcia

Jeżeli radełkowany wzór ma być wykonany w środkowej części obrabianego przedmiotu, potrzebne jest „podcięcie na krążek" (krążek wymaga sfazowania w celu wycentrowania!).
Głębokość podcięcia: minimum 1/2 podziałki + 0,3 mm



Wymiary krążków wykonujących wzór	10x3x6	15x4x4	25x6x8	42x13x16
Minimalna szerokość podcięcia	3 mm	4 mm	6,5 mm	14 mm

HOMMEL KELLER Präzisionswerkzeuge GmbH
zeus
D-78550 Aldingen
Postfach 1160
Telefon: 07424 / 9705-0
Telefax: 07424 / 9705-50
e-mail: mail@hommel-keller.de
internet: www.hommel-keller.de

14 Wytyczne technologiczne dla toczenia i radełkowania

Sposób posługiwania się tabelą wskaźników na przykładzie toczenia zewnętrznego

Zadanie obróbkowe:

Toczenie wzdłużne zewnętrznego przekroju okrągłego (średnica $D = 60$ mm) w materiale X210Cr12

Sposób postępowania:

1. Wybrać narzędzie z katalogu głównego
2. Wybrać grupę materiałową (rozdział „Materiały", podrozdział 1). Grupa mat. 8.2
3. Wybrać parametry skrawania:
   - 3.1 Wybrać tabelę wskaźników technologicznych Tabela 9.11
   - 3.2 Wybrać parametry skrawania

Tabela 9.11 GARANT Toczenie zewnętrzne 0° i 7° (obróbka średniodokładna)

Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]			Zalecane płytki skrawające 0°		7°		Środek chłodząco smarujący
	[N/mm²]	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.	Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	220	290	320	0,20	0,30	0,50	2,00	3,00	4,50	HB 7005	SM	–	–	na sucho
		180	220	280	0,20	0,35	0,60	2,00	3,50	5,00	HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	220	290	320	0,20	0,30	0,50	2,00	3,00	4,50	HB 7005	SM	–	–	na sucho
		180	220	280	0,20	0,35	0,60	2,00	3,50	5,00	HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
Stale automatowe	< 850	220	290	320	0,20	0,30	0,50	2,00	3,00	4,50	HB 7005	SM	–	–	na sucho
		180	220	280	0,20	0,35	0,60	2,00	3,50	5,00	HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
Stale automatowe	850 – 1000	180	240	280	0,20	0,30	0,50	2,00	3,00	4,00	HB 7005	SM	–	–	na sucho
		150	200	250	0,20	0,35	0,60	2,00	3,50	5,00	HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	<700	220	290	320	0,20	0,30	0,50	2,00	3,00	4,50	HB 7005	SM	–	–	na sucho
		180	220	280	0,20	0,35	0,60	2,00	3,50	5,00	HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	220	290	320	0,20	0,30	0,50	2,00	3,00	4,50	HB 7005	SM	–	–	na sucho
		180	220	280	0,20	0,35	0,60	2,00	3,50	5,00	HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	180	240	280	0,20	0,30	0,50	2,00	3,00	4,00	HB 7005	SM	–	–	na sucho
		150	200	250	0,20	0,35	0,60	2,00	3,50	5,00	HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	180	240	280	0,20	0,30	0,50	2,00	3,00	4,00	HB 7005	SM	–	–	na sucho
		150	200	250	0,20	0,35	0,60	2,00	3,50	5,00	HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	130	200	260	0,10	0,15	0,30	0,30	1,00	1,80	HB 7005	SM	–	–	emulsja
		80	100	150	0,12	0,20	0,35	0,50	1,50	2,20	HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
Niestopowe stale do nawęglania	<750	220	290	320	0,20	0,30	0,50	2,00	3,00	4,50	HB 7005	SM			na sucho
		180	220	280	0,20	0,35	0,60	2,00	3,50	5,00	HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
Stopowe stale do nawęglania	< 1000	180	240	280	0,20	0,30	0,50	2,00	3,00	4,00	HB 7005	SM	–	–	na sucho
		150	200	250	0,20	0,35	0,60	2,00	3,50	5,00	HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
Stopowe stale do nawęglania	> 1000	110	160	220	0,10	0,20	0,45	2,00	3,00	4,00	HB 7005	SM	–	–	emulsja
		50	80	120	0,20	0,30	0,50	2,00	3,50	5,00	HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
Stale do azotowania	< 1000	30	50	80	0,10	0,20	0,30	0,70	1,50	2,00	HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
		20	30	40	0,15	0,18	0,22	1,50	2,00	2,50	–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
Stale do azotowania	> 1000	30	50	80	0,10	0,20	0,30	0,70	1,50	2,00	HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
		20	30	40	0,15	0,18	0,22	1,50	2,00	2,50	–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
Stale narzędziowe	< 850	180	240	280	0,20	0,30	0,50	2,00	3,00	4,00	HB 7005	SM	–	–	na sucho
		150	200	250	0,20	0,35	0,60	2,00	3,50	5,00	HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
Stale narzędziowe	850 – 1100	110	160	220	0,10	0,20	0,45	2,00	3,00	4,00	HB 7005	SM	–	–	emulsja
		50	80	120	0,20	0,30	0,50	2,00	3,50	5,00	HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
Stale narzędziowe	1100 – 1400	30	50	80	0,10	0,20	0,30	0,70	1,50	2,00	HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
		20	30	40	0,15	0,18	0,22	1,50	2,00	2,50	–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
Stale szybkotnące	830 – 1200	30	50	80	0,10	0,20	0,30	0,70	1,50	2,00	HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja

Prędkość skrawania :	wartość startowa	v_c **= 50 m/min**	zakres:	30 ... 80 m/min
Posuw:	wartość startowa	f **= 0,2 mm/obr.**	zakres:	0,1 ... 0,3 mm/obr.
Prędkość skrawania:	wartość startowa	a_p **= 1,5 mm**	zakres:	0,7 ... 2,0 mm

4. Materiał narzędzia skrawającego: **HB 7120** Łamacz wiórów: **VS**

Tabela 9.9 GARANT Toczenie zewnętrzne 0° i 7° (obróbka wykańczająca bardzo dokładna)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	v_c [m/min] start	v_c [m/min] maks.	f [mm/obr.] min.	f [mm/obr.] start	f [mm/obr.] maks.	a_p [mm] min.	a_p [mm] start	a_p [mm] min.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	250	**300**	350	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	250	**300**	350	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
2.0	Stale automatowe	< 850	250	**300**	350	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	200	**250**	300	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	250	**300**	350	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	250	**300**	350	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	200	**250**	300	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	200	**250**	300	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	80	**100**	150	0,10	**0,12**	0,15	0,15	**0,50**	1,00
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	250	**300**	350	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	200	**250**	300	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	80	**100**	150	0,10	**0,12**	0,15	0,15	**0,50**	1,00
7.0	Stale do azotowania	< 1000	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
7.1	Stale do azotowania	> 1000	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
8.0	Stale narzędziowe	< 850	200	**250**	300	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	80	**100**	150	0,10	**0,12**	0,15	0,15	**0,50**	1,00
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	60	**120**	220	0,05	**0,10**	0,30	0,05	**0,10**	0,50
			60	**140**	220	0,05	**0,08**	0,30	0,05	**0,08**	0,50
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	60	**120**	220	0,05	**0,10**	0,30	0,05	**0,10**	0,50
			60	**140**	220	0,05	**0,08**	0,30	0,05	**0,08**	0,50
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	50	**100**	190	0,05	**0,10**	0,25	0,05	**0,10**	0,40
			50	**120**	190	0,05	**0,08**	0,25	0,05	**0,08**	0,40
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
12.0	Stale sprężynowe	<1500	80	**100**	150	0,10	**0,12**	0,15	0,15	**0,50**	1,00

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania obrabianego przedmiotu.

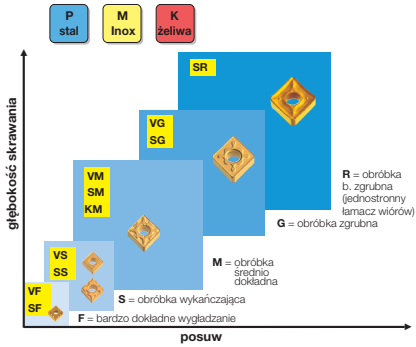
Garant® Płytki skrawające **0°**		P stal geom.	P stal gatunek	M Inox/nierdzewna geom.	M Inox/nierdzewna gatunek	K żeliwa geom.	K żeliwa gatunek	N metale nieżelazne geom.	N metale nieżelazne gatunek	S Ti geom.	S Ti gatunek	H > 48 HRC geom.	H > 48 HRC gatunek
	F (dokł.)	(VF) **SS**	(CU 7033) **HB 7010**	**VF VS**	**CU 7033 HB 7120**	**K**	**CE 720**					**F H**	**CBN 710 CE 730**
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM**	**HB 7010**	**VS VM** (VM)	**HB 7135 HB 7135** (HB 7120)	**KM** (KM)	**HB 7010** (HB 7010)	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			**G H**	**CBN 725 CE 730**
	G (zgr.)	**SG**	**HB 7025**	**VG**	**HB 7120**	**KM**	**HB 7010**					**T**	**CBN 725**
	R (b.zgr.)	**SR**	**HB 7025**										

Garant® Płytki skrawające **7°**		P stal geom.	P stal gatunek	M Inox / nierdzewne geom.	M Inox / nierdzewne gatunek	K żeliwa geom.	K żeliwa gatunek	N metale nieżelazne geom.	N metale nieżelazne gatunek	S Ti geom.	S Ti gatunek	H > 48 HRC geom.	H > 48 HRC gatunek
	F (dokł.)	**SF** (SS)	**HB 7025** (HB 7135)	**VF** (ALX)	**CU 7033** (HB 70AL)	**VF** (SS)	**CU 7033** (CU 7733)	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)	(ALX)	(HB 70AL)	**F**	**CBN 710** (CBN 720)
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM** (SM)	**HB 7025** (HB 7010)	**VM**	**HB 7135**	**SM**	**HB 7010**	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)			**G** (T)	**CBN 725** (CBN 725)

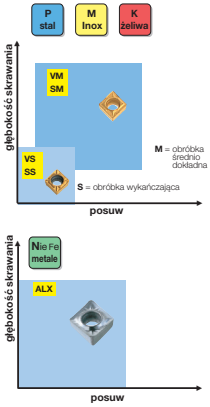


Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco-smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
CU 7033	SF	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SF	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SF	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SF	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SF	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SF	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SF	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SF	CU 7033	SS	na sucho
HB 7010	SF	HB 7010	SM	emulsja
CU 7033	SF	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SF	CU 7033	SS	na sucho
HB 7010	SF	HB 7010	SM	emulsja
HB 7120	VS	HB 6135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 6135	VS	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CU 7033	SF	CU 7033	SS	na sucho
HB 7010	SF	HB 7010	SM	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CBN 710	F	CBN 710	F	na sucho
CE 730	H	CE 730	H	na sucho
CBN 710	F	CBN 710	F	na sucho
CE 730	H	CE 730	H	na sucho
CBN 710	F	CBN 710	F	na sucho
CE 730	H	CE 730	H	na sucho
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SF	HB 7010	SM	emulsja

Ujemne płytki skrawające (0°)



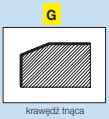
Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°



F = bardzo dokładne wygładzanie i skrawanie ciągłe (stal ponad 45 HRC)



H >48HRC

G = zasadniczo do wszystkiego, **uniwersalny zamiennik** (stal ponad 45 HRC)



T = specjalnie sfazowany model do skrawania przerywanego (stal ponad 45 HRC)

Tabela 9.9 GARANT Toczenie zewnętrzne 0° i 7° (obróbka wykańczająca bardzo dokładna)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	v_c start	v_c maks.	f [mm/obr.] min.	f start	f maks.	a_p [mm] min.	a_p start	a_p maks.
13.0	**Stale nierdzewne siarkowane**	**< 700**	220	**280**	320	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,25**	0,50
13.1	**Stale nierdz. austenityczne**	**< 700**	220	**280**	320	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,25**	0,50
13.2	**Stale nierdz. austenityczne**	**< 850**	180	**220**	250	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,25**	0,50
13.3	**Stale nierdz. martenzytyczne**	**< 1100**	180	**220**	250	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,25**	0,50
14.0	**Stopy specjalne**	**< 1200**	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
15.0	**Żeliwo (GG)**	**< 180 HB**	250	**300**	350	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	0,50
15.1	**Żeliwo (GG)**	**> 180 HB**	200	**250**	300	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	0,50
15.2	**Żeliwo (GGG, GT)**	**> 180 HB**	200	**250**	300	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	0,50
15.3	**Żeliwo (GGG, GT)**	**> 260 HB**	180	**200**	250	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	0,50
16.0	**Tytan, stopy tytanu**	**< 850**	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
16.1	**Tytan, stopy tytanu**	**850 – 1200**	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
17.0	**Al. dające dł. wiór; st. al. do przer. pl.; Mg**	**do 350**	500	**700**	1000	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
17.1	**Stopy alum. dające krótki**		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
17.2	**Stopy aluminium > 10% Si**		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
18.0	**Miedź niskostopowa**	**< 350**	250	**300**	400	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
18.1	**Mosiądz dający krótki wiór**	**< 600**	200	**250**	300	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
18.2	**Mosiądz dający długi wiór**	**< 600**	250	**300**	400	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
18.3	**Brąz dający krótki wiór**	**< 600**	200	**250**	300	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
18.4	**Brąz dający krótki wiór**	**650 – 850**	200	**250**	300	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
18.5	**Brąz dający długi wiór**	**< 850**	200	**250**	320	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
18.6	**Brąz dający długi wiór**	**850 – 1200**	200	**250**	320	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
19.0	**Grafit**		250	**300**	350	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,50**	1,00
20.0	**Termoplasty**		500	**700**	1000	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
20.1	**Duroplasty**		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
20.2	**GFK i CFK**		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

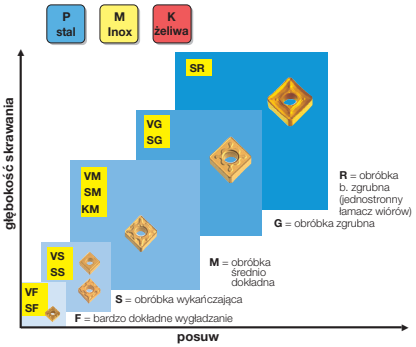
GARANT® Płytki skrawające **0°**		P stal geom.	P stal gatunek	M Inox/nierdzewna geom.	M Inox/nierdzewna gatunek	K żeliwa geom.	K żeliwa gatunek	N metale nieżelazne geom.	N metale nieżelazne gatunek	S Ti geom.	S Ti gatunek	H > 48 HRC geom.	H > 48 HRC gatunek
	F (dokł.)	(VF) **SS**	(CU 7033) **HB 7010**	**VF VS**	**CU 7033 HB 7120**	**K**	**CE 720**					**F H**	**CBN 710 CE 730**
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM**	**HB 7010**	**VS VM** (VM)	**HB 7135 HB 7135** (HB 7120)	**KM** (KM)	**HB 7010** (HB 7010)	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			**G H**	**CBN 725 CE 730**
	G (zgr.)	**SG**	**HB 7025**	**VG**	**HB 7120**	**KM**	**HB 7010**					**T**	**CBN 725**
	R (b.zgr.)	**SR**	**HB 7025**										

GARANT® Płytki skrawające **7°**		P stal geom.	P stal gatunek	M Inox / nierdzewne geom.	M Inox / nierdzewne gatunek	K żeliwa geom.	K żeliwa gatunek	N metale nieżelazne geom.	N metale nieżelazne gatunek	S Ti geom.	S Ti gatunek	H > 48 HRC geom.	H > 48 HRC gatunek
	F (dokł.)	**SF** (SS)	**HB 7025** (HB 7135)	**VF** (ALX)	**CU 7033** (HB 70AL)	**VF** (SS)	**CU 7033** (CU 7733)	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)	(ALX)	(HB 70AL)	**F**	**CBN 710** (CBN 720)
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM** (SM)	**HB 7025** (HB 7010)	**VM**	**HB 7135**	**SM**	**HB 7010**	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)			**G** (T)	**CBN 725** (CBN 725)

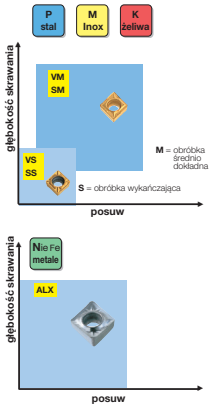


Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco-smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
CU 7033	VF	HB 7135	VM	na sucho
CU 7033	VF	HB 7135	VM	na sucho
CU 7033	VF	HB 7135	VM	emulsja
CU 7033	VF	CU 7033	VF	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	CU 7033	SM	na sucho
CE 720	K	CBN 725	G oder T	na sucho
–	–	CU 7033	SM	na sucho
CE 720	K	CBN 725	G oder T	na sucho
–	–	CU 7033	SM	na sucho
CE 720	K	CBN 725	G oder T	na sucho
–	–	CU 7033	SM	na sucho
CE 720	K	–	–	na sucho
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CU 7033	SF	CU 7033	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CU 7033	SF	CU 7033	SM	na sucho
CU 7033	SF	CU 7033	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CU 7033	SF	CU 7033	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja

Ujemne płytki skrawające (0°)



Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°

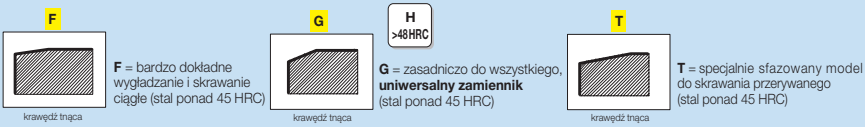


Tabela 9.10 GARANT Toczenie zewnętrzne 0° i 7° (obróbka wykańczająca)



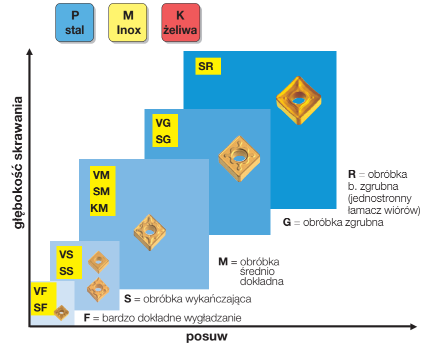
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]		
		[N/mm²]	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	200	**280**	320	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
			260	**320**	390	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,00
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	200	**280**	320	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
			260	**320**	390	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,00
2.0	Stale automatowe	< 850	200	**280**	320	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
			260	**320**	390	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,00
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	180	**230**	280	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
			260	**320**	390	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,00
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	200	**280**	320	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
			260	**320**	390	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,00
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	200	**280**	320	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
			260	**320**	390	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,00
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	180	**230**	280	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
			210	**280**	320	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,00
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	180	**230**	280	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
			210	**280**	320	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,00
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	130	**200**	260	0,10	**0,15**	0,30	0,30	**1,00**	1,80
			80	**100**	150	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	200	**280**	320	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
			260	**320**	390	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,00
6.0	Stopowe stale do nawęglania	<1000	180	**230**	280	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
			210	**280**	320	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,00
6.1	Stopowe stale do nawęglania	>1000	130	**200**	260	0,10	**0,15**	0,30	0,30	**1,00**	1,80
			80	**100**	150	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
7.0	Stale do azotowania	<1000	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
7.1	Stale do azotowania	>1000	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
8.0	Stale narzędziowe	< 850	180	**230**	280	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
			210	**280**	320	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,00
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	130	**200**	260	0,10	**0,15**	0,30	0,30	**1,00**	1,80
			80	**100**	150	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	60	**120**	220	0,05	**0,10**	0,30	0,05	**0,10**	0,50
			60	**140**	220	0,05	**0,08**	0,30	0,05	**0,08**	0,50
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	60	**120**	220	0,05	**0,10**	0,30	0,05	**0,10**	0,50
			60	**140**	220	0,05	**0,08**	0,30	0,05	**0,08**	0,50
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	50	**100**	190	0,05	**0,10**	0,25	0,05	**0,10**	0,40
			50	**120**	190	0,05	**0,08**	0,25	0,05	**0,08**	0,40
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
12.0	Stale sprężynowe	<1500	130	**200**	260	0,10	**0,15**	0,30	0,30	**1,00**	1,80
			80	**100**	150	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

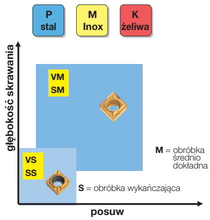


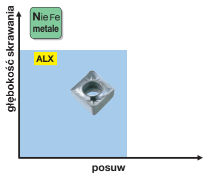
Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco--smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
CU 7033 / CB 7035	SS	CU 7033/CB 7035	SS	na sucho
HB 7005	SS	HB 7010	SM	na sucho
CU 7033 / CB 7035	SS	CU 7033/CB 7035	SS	na sucho
HB 7005	SS	HB 7010	SM	na sucho
CU 7033 / CB 7035	SS	CU 7033/CB 7035	SS	na sucho
HB 7005	SS	HB 7010	SM	na sucho
CU 7033 / CB 7035	SS	CU 7033/CB 7035	SS	na sucho
HB 7005	SS	HB 7010	SM	na sucho
CU 7033 / CB 7035	SS	CU 7033/CB 7035	SS	na sucho
HB 7005	SS	HB 7010	SM	na sucho
CU 7033 / CB 7035	SS	CU 7033/CB 7035	SS	na sucho
HB 7005	SS	HB 7010	SM	na sucho
CU 7033 / CB 7035	SS	CU 7033/CB 7035	SS	na sucho
HB 7005	SS	HB 7010	SM	na sucho
CU 7033 / CB 7035	SS	CU 7033/CB 7035	SS	na sucho
HB 7005	SS	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SS	–	–	emulsja
HB 7010	SS	HB 7010	SM	emulsja
CU 7033 / CB 7035	SS	CU 7033/CB 7035	SS	na sucho
HB 7005	SS	HB 7010	SM	na sucho
CU 7033 / CB 7035	SS	CU 7033/CB 7035	SS	na sucho
HB 7005	SS	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SS	–	–	emulsja
HB 7010	SS	HB 7010	SM	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CU 7033 / CB 7035	SS	CU 7033/CB 7035	SS	na sucho
HB 7005	SS	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SS	–	–	emulsja
HB 7010	SS	HB 7010	SM	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CBN 710	F	CBN 720	F	na sucho
CE 730	H	CBN 710	F	na sucho
CBN 710	F	CBN 720	F	na sucho
CE 730	H	CBN 710	F	na sucho
CBN 710	F	CBN 720	F	na sucho
CE 730	H	CBN 710	F	na sucho
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SS	–	–	emulsja
HB 7010	SS	HB 7010	SM	emulsja

Ujemne płytki skrawające (0°)



Dodatnie płytki skrawające (7°)





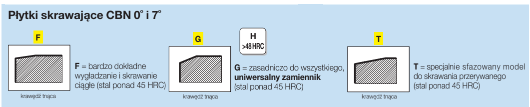


Tabela 9.10 GARANT Toczenie zewnętrzne 0° i 7° (obróbka wykańczająca)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	v_c start	v_c maks.	f [mm/obr.] min.	f start	f maks.	a_p [mm] min.	a_p start	a_p maks.
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	180	**220**	260	0,10	**0,20**	0,30	1,50	**2,20**	3,00
			140	**180**	220	0,15	**0,25**	0,30	1,50	**2,20**	3,00
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	180	**220**	260	0,10	**0,20**	0,30	1,50	**2,20**	3,00
			140	**180**	220	0,15	**0,25**	0,30	1,50	**2,20**	3,00
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	140	**180**	220	0,10	**0,20**	0,30	1,20	**1,80**	3,00
			120	**150**	200	0,15	**0,25**	0,30	1,50	**2,20**	3,00
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	140	**180**	220	0,10	**0,20**	0,30	1,20	**1,80**	3,00
			120	**150**	200	0,15	**0,25**	0,30	1,50	**2,20**	3,00
14.0	Stopy specjalne	< 1200	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	200	**250**	320	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,20
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	0,50
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	170	**200**	280	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,20
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	0,50
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	170	**200**	280	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,20
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	0,50
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	150	**180**	250	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,20
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	0,50
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer.	do 350	500	**700**	1000	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	200	**250**	350	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	200	**250**	320	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,20
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	200	**250**	350	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	200	**250**	320	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,20
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	200	**250**	320	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,20
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	150	**180**	220	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	120	**150**	200	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
19.0	Grafit		200	**250**	320	0,12	**0,20**	0,30	0,50	**1,50**	2,20
20.0	Termoplasty		500	**700**	1000	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
20.1	Duroplasty		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
20.2	GFK i CFK		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

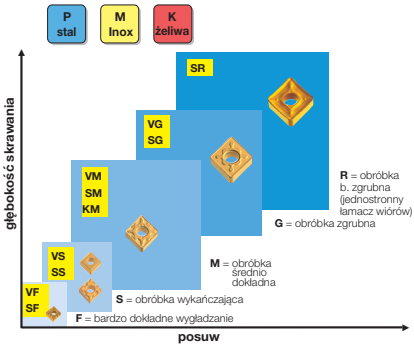
Garant® Płytki skrawające **0°**		P stal geom.	P stal gatunek	M Inox/nierdzewna geom.	M Inox/nierdzewna gatunek	K żeliwa geom.	K żeliwa gatunek	N metale nieżelazne geom.	N metale nieżelazne gatunek	S Ti geom.	S Ti gatunek	H > 48 HRC geom.	H > 48 HRC gatunek
	F (dokł.)	(VF) **SS**	(CU 7033) **HB 7010**	**VF VS**	**CU 7033 HB 7120**	**K**	**CE 720**					**F H**	**CBN 710 CE 730**
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM**	**HB 7010**	**VS VM** (VM)	**HB 7135 HB 7135** (HB 7120)	**KM** (KM)	**HB 7010** (HB 7010)	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			**G H**	**CBN 725 CE 730**
	G (zgr.)	**SG**	**HB 7025**	**VG**	**HB 7120**	**KM**	**HB 7010**					**T**	**CBN 725**
	R (b.zgr.)	**SR**	**HB 7025**										

Garant® Płytki skrawające **7°**		P stal geom.	P stal gatunek	M Inox / nierdzewne geom.	M Inox / nierdzewne gatunek	K żeliwa geom.	K żeliwa gatunek	N metale nieżelazne geom.	N metale nieżelazne gatunek	S Ti geom.	S Ti gatunek	H > 48 HRC geom.	H > 48 HRC gatunek
	F (dokł.)	**SF** (SS)	**HB 7025** (HB 7135)	**VF** (ALX)	**CU 7033** (HB 70AL)	**VF** (SS)	**CU 7033** (CU 7733)	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)	(ALX)	(HB 70AL)	**F**	**CBN 710** (CBN 720)
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM** (SM)	**HB 7025** (HB 7010)	**VM**	**HB 7135**	**SM**	**HB 7010**	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)			**G** (T)	**CBN 725** (CBN 725)

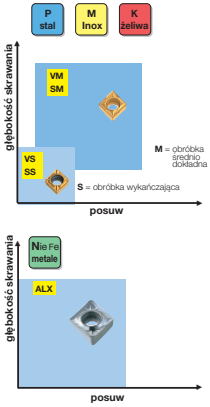


Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco-smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
HB 7120	VS	–	–	na sucho
HB 7135	VS	HB 7135	VM	na sucho
HB 7120	VS	–	–	na sucho
HB 7135	VS	HB 7135	VM	na sucho
HB 7120	VS	–	–	emulsja
HB 7135	VS	HB 7135	VM	emulsja
HB 7120	VS	–	–	emulsja
HB 7135	VS	HB 7135	VM	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	CU 7033	SS	na sucho
CE 720	K	–	–	na sucho
–	–	CU 7033	SS	na sucho
CE 720	K	–	–	na sucho
–	–	CU 7033	SS	na sucho
CE 720	K	–	–	na sucho
–	–	CU 7033	SS	na sucho
CE 720	K	–	–	na sucho
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
		HU 70AL	ALX	emulsja
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja

Ujemne płytki skrawające (0°)



Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°

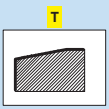


F = bardzo dokładne wygładzanie i skrawanie ciągłe (stal ponad 45 HRC)





G = zasadniczo do wszystkiego, **uniwersalny zamiennik** (stal ponad 45 HRC)



T = specjalnie sfazowany model do skrawania przerywanego (stal ponad 45 HRC)

Tabela 9.11 GARANT Toczenie zewnętrzne 0° i 7° (obróbka średniodokładna)



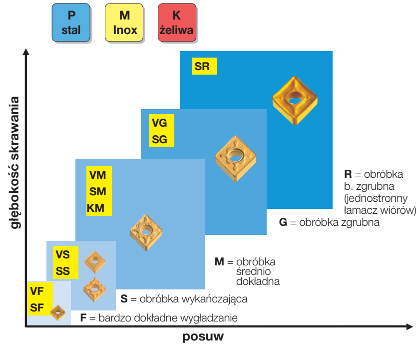
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]		
		[N/mm²]	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	220	**290**	320	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	4,50
			180	**220**	280	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**3,50**	5,00
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	220	**290**	320	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	4,50
			180	**220**	280	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**3,50**	5,00
2.0	Stale automatowe	< 850	220	**290**	320	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	4,50
			180	**220**	280	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**3,50**	5,00
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	4,00
			150	**200**	250	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**3,50**	5,00
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	220	**290**	320	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	4,50
			180	**220**	280	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**3,50**	5,00
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	220	**290**	320	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	4,50
			180	**220**	280	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**3,50**	5,00
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	4,00
			150	**200**	250	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**3,50**	5,00
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	4,00
			150	**200**	250	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**3,50**	5,00
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	130	**200**	260	0,10	**0,15**	0,30	0,30	**1,00**	1,80
			80	**100**	150	0,12	**0,20**	0,35	0,50	**1,50**	2,20
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	220	**290**	320	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	4,50
			180	**220**	280	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**3,50**	5,00
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	4,00
			150	**200**	250	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**3,50**	5,00
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	110	**160**	220	0,10	**0,20**	0,45	2,00	**3,00**	4,00
			50	**80**	120	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,50**	5,00
7.0	Stale do azotowania	< 1000	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
7.1	Stale do azotowania	> 1000	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
8.0	Stale narzędziowe	< 850	180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	4,00
			150	**200**	250	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**3,50**	5,00
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	110	**160**	220	0,10	**0,20**	0,45	2,00	**3,00**	4,00
			50	**80**	120	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,50**	5,00
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	60	**120**	220	0,05	**0,10**	0,30	0,05	**0,10**	0,50
			60	**140**	220	0,05	**0,08**	0,30	0,05	**0,08**	0,50
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	60	**120**	220	0,05	**0,10**	0,30	0,05	**0,10**	0,50
			60	**140**	220	0,05	**0,08**	0,30	0,05	**0,08**	0,50
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	50	**100**	190	0,05	**0,10**	0,25	0,05	**0,10**	0,40
			50	**120**	190	0,05	**0,08**	0,25	0,05	**0,08**	0,40
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	110	**160**	220	0,10	**0,20**	0,45	2,00	**3,00**	4,00
			50	**80**	120	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,50**	5,00

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

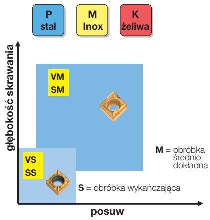


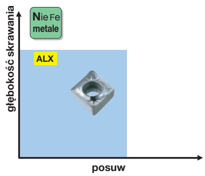
Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco--smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
HB 7005	SM	–	–	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SM	–	–	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SM	–	–	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SM	–	–	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SM	–	–	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SM	–	–	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SM	–	–	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SM	–	–	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SM	–	–	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
HB 7005	SM			na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SM	–	–	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SM	–	–	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SM	–	–	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SM	–	–	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CBN 725	G	CBN 725	G	na sucho
CE 730	H	–	–	na sucho
CBN 725	G	CBN 725	G	na sucho
CE 730	H	–	–	na sucho
CBN 725	G	CBN 725	G	na sucho
CE 730	H	–	–	na sucho
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SM	–	–	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja

Ujemne płytki skrawające (0°)

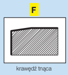


Dodatnie płytki skrawające (7°)

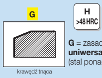




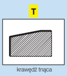
Płytki skrawające CBN 0° i 7°



F = bardzo dokładne wygładzanie i skrawanie ciągłe (stal ponad 45 HRC)



G = zasadniczo do wszystkiego, **uniwersalny zamiennik** (stal ponad 45 HRC)



T = specjalnie sfazowany model do skrawania przerywanego (stal ponad 45 HRC)

Tabela 9.11 GARANT Toczenie zewnętrzne 0° i 7° (obróbka średniodokładna)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	v_c [m/min] start	v_c [m/min] maks.	f [mm/obr.] min.	f [mm/obr.] start	f [mm/obr.] maks.	a_p [mm] min.	a_p [mm] start	a_p [mm] maks.
13.0	**Stale nierdz. siarkowane**	**< 700**	180	**220**	260	0,10	**0,20**	0,30	1,50	**2,20**	**3,00**
			140	**180**	220	0,15	**0,25**	0,30	1,50	**2,20**	**3,00**
13.1	**Stale nierdz. austenityczne**	**< 700**	180	**220**	260	0,10	**0,20**	0,30	1,50	**2,20**	**3,00**
			140	**180**	220	0,15	**0,25**	0,30	1,50	**2,20**	**3,00**
13.2	**Stale nierdz. austenityczne**	**< 850**	140	**180**	220	0,10	**0,20**	0,30	1,20	**1,80**	**3,00**
			120	**150**	200	0,15	**0,25**	0,30	1,50	**2,20**	**3,00**
13.3	**Stale nierdz. martenzytyczne**	**< 1100**	140	**180**	220	0,10	**0,20**	0,30	1,20	**1,80**	**3,00**
			120	**150**	200	0,15	**0,25**	0,30	1,50	**2,20**	**3,00**
14.0	**Stopy specjalne**	**< 1200**	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	**2,00**
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	**2,50**
15.0	**Żeliwo (GG)**	**< 180 HB**	180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	**5,00**
			180	**200**	250	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**4,00**	**6,00**
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	**0,50**
15.1	**Żeliwo (GG)**	**> 180 HB**	130	**190**	230	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	**5,00**
			100	**140**	180	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**4,00**	**6,00**
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	**0,50**
15.2	**Żeliwo (GGG, GT)**	**> 180 HB**	130	**190**	230	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	**5,00**
			100	**140**	180	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**4,00**	**6,00**
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	**0,50**
15.3	**Żeliwo (GGG, GT)**	**> 260 HB**	100	**160**	200	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	**5,00**
			80	**120**	160	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**4,00**	**6,00**
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	**0,50**
16.0	**Tytan, stopy tytanu**	**< 850**	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	**2,00**
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	**2,50**
16.1	**Tytan, stopy tytanu**	**850 – 1200**	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	**2,00**
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	**2,50**
17.0	**Al. dające dł.wiór; st. al. do przer.**	**do 350**	500	**700**	1000	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	**6,00**
17.1	**Stopy alum. dające krótki wiór**		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	**6,00**
17.2	**Stopy aluminium > 10% Si**		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	**6,00**
18.0	**Miedź niskostopowa**	**< 400**	200	**250**	350	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	**6,00**
18.1	**Mosiądz dający krótki wiór**	**< 600**	180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	**5,00**
18.2	**Mosiądz dający długi wiór**	**< 600**	200	**250**	350	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	**6,00**
18.3	**Brąz dający krótki wiór**	**< 600**	180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	**5,00**
18.4	**Brąz dający krótki wiór**	**650 – 850**	180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	**5,00**
18.5	**Brąz dający długi wiór**	**< 850**	150	**180**	220	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	**6,00**
18.6	**Brąz dający długi wiór**	**850 – 1200**	120	**150**	200	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	**6,00**
19.0	**Grafit**		180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	**5,00**
20.0	**Termoplasty**		500	**700**	1000	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	**6,00**
20.1	**Duroplasty**		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	**6,00**
20.2	**GFK i CFK**		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	**6,00**

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

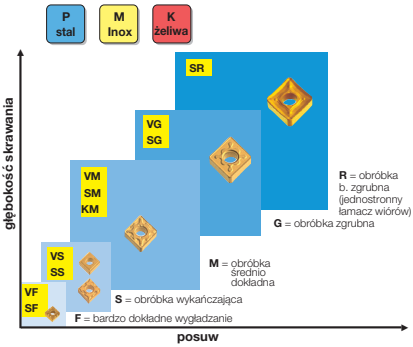
Garant Płytki skrawające 0°		P stal geom.	P stal gatunek	M Inox/nierdzewna geom.	M Inox/nierdzewna gatunek	K żeliwo geom.	K żeliwo gatunek	N metale nieżelazne geom.	N metale nieżelazne gatunek	S Ti geom.	S Ti gatunek	H > 48 HRC geom.	H > 48 HRC gatunek
	F (dokł.)	(VF) **SS**	(CU 7033) **HB 7010**	**VF VS**	**CU 7033 HB 7120**	**K**	**CE 720**					**F H**	**CBN 710 CE 730**
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM**	**HB 7010**	**VS VM** (VM)	**HB 7135 HB 7135** (HB 7120)	**KM** (KM)	**HB 7010** (HB 7010)	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			**G H**	**CBN 725 CE 730**
	G (zgr.)	**SG**	**HB 7025**	**VG**	**HB 7120**	**KM**	**HB 7010**					**T**	**CBN 725**
	R (b.zgr.)	**SR**	**HB 7025**										

Garant Płytki skrawające 7°		P stal geom.	P stal gatunek	M Inox / nierdzewne geom.	M Inox / nierdzewne gatunek	K żeliwo geom.	K żeliwo gatunek	N metale nieżelazne geom.	N metale nieżelazne gatunek	S Ti geom.	S Ti gatunek	H > 48 HRC geom.	H > 48 HRC gatunek
	F (dokł.)	**SF** (SS)	**HB 7025** (HB 7135)	**VF** (ALX)	**CU 7033** (HB 70AL)	**VF** (SS)	**CU 7033** (CU 7733)	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)	(ALX)	(HB 70AL)	**F**	**CBN 710** (CBN 720)
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM** (SM)	**HB 7025** (HB 7010)	**VM**	**HB 7135**	**SM**	**HB 7010**	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)			**G** (T)	**CBN 725** (CBN 725)

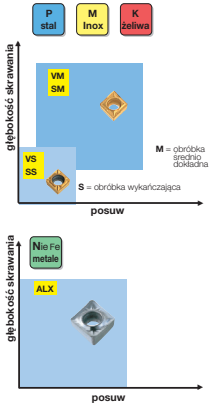


Zalecane płytki skrawające 0° Gatunek	Łamacz wióra	7° Gatunek	Łamacz wióra	Środek chłodząco-smarujący
HB 7120	VS	–	–	na sucho
HB 7135	VS	HB 7135	VM	na sucho
HB 7120	VS	–	–	na sucho
HB 7135	VS	HB 7135	VM	na sucho
HB 7120	VS	–	–	emulsja
HB 7135	VS	HB 7135	VM	emulsja
HB 7120	VS	–	–	emulsja
HB 7135	VS	HB 7135	VM	emulsja
HB 7120	VS	–	–	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7010	KM	HB 7405	KM	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7010	KM	HB 7405	KM	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7010	KM	HB 7405	KM	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7010	KM	HB 7405	KM	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SG	HB 7005	SG	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SG	HB 7010	SM	na sucho
HB 7005	SG	HB 7010	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SG	HB 7010	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja

Ujemne płytki skrawające (0°)



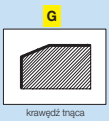
Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°

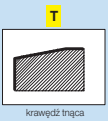


F = bardzo dokładne wygładzanie i skrawanie ciągłe (stal ponad 45 HRC)



H >48HRC

G = zasadniczo do wszystkiego, **uniwersalny zamiennik** (stal ponad 45 HRC)



T = specjalnie sfazowany model do skrawania przerywanego (stal ponad 45 HRC)

Tabela 9.12 GARANT Toczenie zewnętrzne 0° i 7° (obróbka zgrubna)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]		
			min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	160	**190**	230	0,40	**0,50**	0,70	3,50	**5,00**	6,00
			150	**180**	220	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	160	**190**	230	0,40	**0,50**	0,70	3,50	**5,00**	6,00
			150	**180**	220	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
2.0	Stale automatowe	< 850	120	**160**	200	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	100	**150**	200	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	160	**190**	230	0,40	**0,50**	0,70	3,50	**5,00**	6,00
			150	**180**	220	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	120	**160**	200	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	100	**150**	200	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
4.0	Stopowe stale do ulepszania ciepl.	850 – 1000	100	**150**	200	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
4.1	Stopowe stale do ulepszania ciepl.	1000 – 1200	50	**80**	100	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	160	**190**	230	0,40	**0,50**	0,70	3,50	**5,00**	6,00
			150	**180**	220	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	100	**150**	200	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50	**80**	100	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
7.0	Stale azotowe	< 1000	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
7.1	Stale azotowe	> 1000	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
8.0	Stale do nawęglania	< 850	100	**150**	200	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
8.1	Stale do nawęglania	850 – 1100	50	**80**	100	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
8.2	Stale do nawęglania	1100 – 1400	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	60	**120**	220	0,05	**0,10**	0,30	0,05	**0,10**	0,50
			60	**140**	220	0,05	**0,08**	0,30	0,05	**0,08**	0,50
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	60	**120**	220	0,05	**0,10**	0,30	0,05	**0,10**	0,50
			60	**140**	220	0,05	**0,08**	0,30	0,05	**0,08**	0,50
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	50	**100**	190	0,05	**0,10**	0,25	0,05	**0,10**	0,40
			50	**120**	190	0,05	**0,08**	0,25	0,05	**0,08**	0,40
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

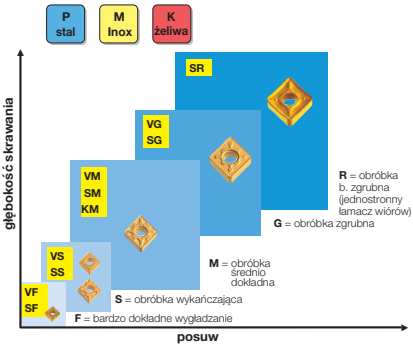
GARANT Płytki skrawające **0°**		P stal geom.	P stal gatunek	M Inox/nierdzewna geom.	M Inox/nierdzewna gatunek	K żeliwa geom.	K żeliwa gatunek	N metale nieżelazne geom.	N metale nieżelazne gatunek	S Ti geom.	S Ti gatunek	H > 48 HRC geom.	H > 48 HRC gatunek
	F (dokł.)	(VF) **SS**	(CU 7033) **HB 7010**	**VF VS**	**CU 7033 HB 7120**	**K**	**CE 720**					**F H**	**CBN 710 CE 730**
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM**	**HB 7010**	**VS VM** (VM)	**HB 7135** (HB 7135) (HB 7120)	**KM** (KM)	**HB 7010** (HB 7010)	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			**G H**	**CBN 725 CE 730**
	G (zgr.)	**SG**	**HB 7025**	**VG**	**HB 7120**	**KM**	**HB 7010**					**T**	**CBN 725**
	R (b.zgr.)	**SR**	**HB 7025**										

GARANT Płytki skrawające **7°**		P stal geom.	P stal gatunek	M Inox / nierdzewne geom.	M Inox / nierdzewne gatunek	K żeliwa geom.	K żeliwa gatunek	N metale nieżelazne geom.	N metale nieżelazne gatunek	S Ti geom.	S Ti gatunek	H > 48 HRC geom.	H > 48 HRC gatunek
	F (dokł.)	**SF** (SS)	**HB 7025** (HB 7135)	**VF** (ALX)	**CU 7033** (HB 70AL)	**VF** (SS)	**CU 7033** (CU 7733)	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)	(ALX)	(HB 70AL)	**F**	**CBN 710** (CBN 720)
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM** (SM)	**HB 7025** (HB 7010)	**VM**	**HB 7135**	**SM**	**HB 7010**	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)			**G** (T)	**CBN 725** (CBN 725)

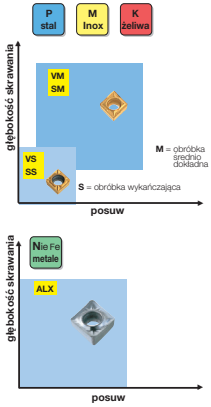


Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco-smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB 7035	SM	na sucho
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB 7035	SM	na sucho
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB 7035	SM	na sucho
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB 7035	SM	na sucho
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB 7035	SM	na sucho
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB 7035	SM	na sucho
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB 7035	SM	na sucho
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB 7035	SM	na sucho
HB 7010	SG	–	–	emulsja
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB 7035	SM	na sucho
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB 7035	SG	na sucho
HB 7010	SG	HB 7010	SG	emulsja
HB 7120	VS	HB 7120	VS	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7120	VS	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010 / HB 7035	SG	HB 7010 / HB 7035	SG	na sucho
HB 7010	SG	HB 7010	SG	emulsja
HB 7120	VS	HB 7120	VS	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7120	VS	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CBN 725	G	–	–	na sucho
CBN 720	G	–	–	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
CBN 720	G	–	–	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
CBN 720	G	–	–	na sucho
HB 7120	VS	HB 7120	VS	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	HB 7120	VS	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja

Ujemne płytki skrawające (0°)



Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°

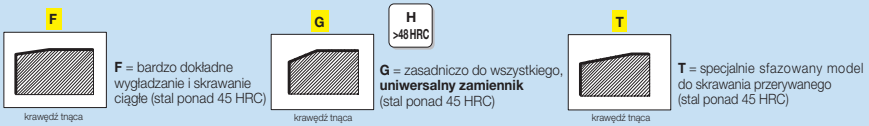


Tabela 9.12 GARANT Toczenie zewnętrzne 0° i 7° (obróbka zgrubna)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]		
			min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	50	**80**	100	0,50	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	80	**120**	150	0,40	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	80	**120**	150	0,40	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	60	**100**	120	0,40	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	60	**100**	120	0,40	**0,60**	0,80	4,00	**6,00**	8,00
14.0	Stopy specjalne	< 1200	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	5,00
			180	**200**	250	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**4,00**	6,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	0,50
15.1	żeliwo (GG)	> 180 HB	130	**190**	230	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	5,00
			100	**140**	180	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**4,00**	6,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	0,50
15.2	żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	130	**190**	230	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	5,00
			100	**140**	180	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**4,00**	6,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	0,50
15.3	żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	100	**160**	200	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	5,00
			80	**120**	160	0,20	**0,35**	0,60	2,00	**4,00**	6,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,15**	0,50
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast. Mg	do 350	500	**700**	1000	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	200	**250**	350	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	5,00
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	200	**250**	350	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	5,00
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	5,00
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	150	**180**	220	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	120	**150**	200	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
19.0	Grafit		180	**240**	280	0,20	**0,30**	0,50	2,00	**3,00**	5,00
20.0	Termoplasty		500	**700**	1000	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
20.1	Duroplasty		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00
20.2	GFK i CFK		350	**500**	600	0,10	**0,25**	0,40	0,50	**4,00**	6,00

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

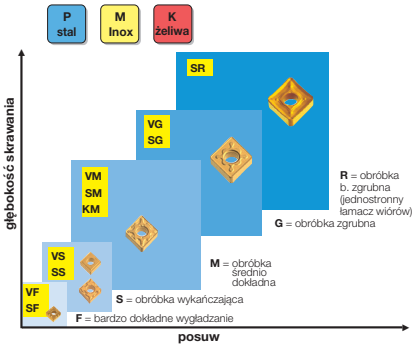
GARANT Płytki skrawające **0°**		P stal		M Inox/nierdzewna		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	(VF) **SS**	(CU 7033) **HB 7010**	**VF VS**	**CU 7033 HB 7120**	**K**	**CE 720**					**F H**	**CBN 710 CE 730**
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM**	**HB 7010**	**VS VM** (VM)	**HB 7135 HB 7135** (HB 7120)	**KM** (KM)	**HB 7010** (HB 7010)	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			**G H**	**CBN 725 CE 730**
	G (zgr.)	**SG**	**HB 7025**	**VG**	**HB 7120**	**KM**	**HB 7010**					**T**	**CBN 725**
	R (b.zgr.)	**SR**	**HB 7025**										

GARANT Płytki skrawające **7°**		P stal		M Inox / nierdzewne		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	**SF** (SS)	**HB 7025** (HB 7135)	**VF** (ALX)	**CU 7033** (HB 70AL)	**VF** (SS)	**CU 7033** (CU 7733)	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)	(ALX)	(HB 70AL)	**F**	**CBN 710** (CBN 720)
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM** (SM)	**HB 7025** (HB 7010)	**VM**	**HB 7135**	**SM**	**HB 7010**	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)			**G** (T)	**CBN 725** (CBN 725)

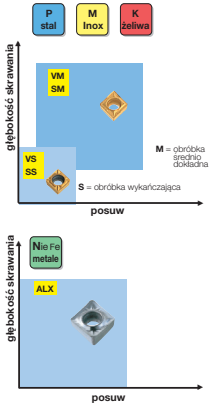


Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco-smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
HB 7010	SG	HB 7010	SM	emulsja
HB 7135	VG	HB 7135	VM	na sucho
HB 7135	VG	HB 7135	VM	na sucho
HB 7135	VG	HB 7135	VM	emulsja
HB 7135	VG	HB 7135	VM	emulsja
HB 7120	VS	HB 7135	VM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7405	KM	HB 7035	SM	na sucho
CE 720	G	–	–	na sucho
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7405	KM	HB 7035	SM	na sucho
CE 720	G	–	–	na sucho
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7405	KM	HB 7035	SM	na sucho
CE 720	G	–	–	na sucho
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7405	KM	HB 7035	SM	na sucho
CE 720	G	–	–	na sucho
HB 7120	VS	–	–	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VS	–	–	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SG	–	–	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7005	SG	–	–	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SG	–	–	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja

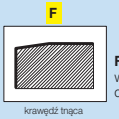
Ujemne płytki skrawające (0°)



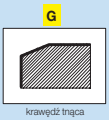
Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°

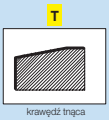


F = bardzo dokładne wygładzanie i skrawanie ciągłe (stal ponad 45 HRC)





G = zasadniczo do wszystkiego, **uniwersalny zamiennik** (stal ponad 45 HRC)



T = specjalnie sfazowany model do skrawania przerywanego (stal ponad 45 HRC)

Tabela 9.13 Toczenie zewnętrzne 0° i 7° (obróbka wstępna)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]		
		[N/mm²]	min.	Start	maks.	min.	Start	maks.	min.	Start	maks.
1.0	**Stale konstr. ogóln. przeznaczenia**	**< 500**	100	**120**	150	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	10,00
1.1	**Stale konstr. ogóln. przeznaczenia**	**500 – 850**	100	**120**	150	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	10,00
2.0	**Stale automatowe**	**< 850**	80	**100**	130	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	10,00
2.1	**Stale automatowe**	**850 – 1000**	80	**100**	130	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	10,00
3.0	**Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.**	**< 700**	100	**120**	150	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	10,00
3.1	**Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.**	**700 – 850**	80	**100**	130	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	10,00
3.2	**Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.**	**850 – 1000**	80	**100**	130	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	10,00
4.0	**Stopowe stale do ulepsz. cieplн.**	**850 – 1000**	80	**100**	130	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	10,00
4.1	**Stopowe stale do ulepsz. cieplн.**	**1000 – 1200**	50	**80**	100	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	8,00
5.0	**Niestopowe stale do nawęglania**	**< 750**	100	**120**	150	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	10,00
6.0	**Stopowe stale do nawęglania**	**< 1000**	80	**100**	130	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	10,00
6.1	**Stopowe stale do nawęglania**	**> 1000**	50	**80**	100	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	8,00
7.0	**Stale do azotowania**	**< 1000**	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
7.1	**Stale do azotowania**	**> 1000**	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
8.0	**Stale narzędziowe**	**< 850**	80	**100**	130	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	10,00
8.1	**Stale narzędziowe**	**850 – 1100**	50	**80**	100	0,60	**0,80**	1,00	4,00	**7,00**	8,00
8.2	**Stale narzędziowe**	**1100 – 1400**	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
9.0	**Stale szybkotnące**	**830 – 1200**	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
10.0	**Stale hartowane**	**45–55 HRC**	60	**120**	220	0,05	**0,10**	0,30	0,05	**0,10**	0,50
			60	**140**	220	0,05	**0,08**	0,30	0,05	**0,08**	0,50
10.1	**Stale hartowane**	**55–60 HRC**	60	**120**	220	0,05	**0,10**	0,30	0,05	**0,10**	0,50
			60	**140**	220	0,05	**0,08**	0,30	0,05	**0,08**	0,50
10.2	**Stale hartowane**	**60–67 HRC**	50	**100**	190	0,05	**0,10**	0,25	0,05	**0,10**	0,40
			50	**120**	190	0,05	**0,08**	0,25	0,05	**0,08**	0,40
11.0	**Stale konstr. odporne na ścieranie**	**1350**	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50
11.1	**Stale konstr. odporne na ścieranie**	**1800**	30	**50**	80	0,10	**0,20**	0,30	0,70	**1,50**	2,00
			20	**30**	40	0,15	**0,18**	0,22	1,50	**2,00**	2,50

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

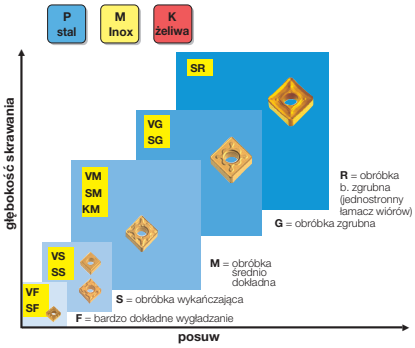
Garant® Płytki skrawające **0°**		P stal		M Inox/nierdzewna		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	(VF) **SS**	(CU 7033) **HB 7010**	**VF VS**	**CU 7033 HB 7120**	**K**	**CE 720**					**F H**	**CBN 710 CE 730**
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM**	**HB 7010**	**VS VM** (VM)	**HB 7135 HB 7135** (HB 7120)	**KM** (KM)	**HB 7010** (HB 7010)	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			**G H**	**CBN 725 CBN 725 CE 730**
	G (zgr.)	**SG**	**HB 7025**	**VG**	**HB 7120**	**KM**	**HB 7010**					**T**	**CBN 725**
	R (b.zgr.)	**SR**	**HB 7025**										

Garant® Płytki skrawające **7°**		P stal		M Inox / nierdzewne		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	**SF** (SS)	**HB 7025** (HB 7135)	**VF** (ALX)	**CU 7033** (HB 70AL)	**VF** (SS)	**CU 7033** (CU 7733)	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)	(ALX)	(HB 70AL)	**F**	**CBN 710** (CBN 720)
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM** (SM)	**HB 7025** (HB 7010)	**VM**	**HB 7135**	**SM**	**HB 7010**	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)			**G** (T)	**CBN 725** (CBN 725)

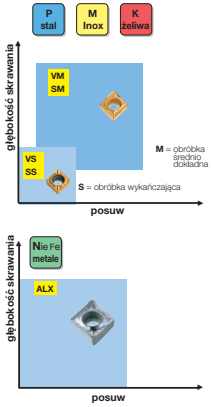


Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco-smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
HB 7025	SR	–	–	na sucho
HB 7025	SR	–	–	na sucho
HB 7025	SR	–	–	na sucho
HB 7025	SR	–		na sucho
HB 7025	SR	–	–	na sucho
HB 7025	SR	–	–	na sucho
HB 7025	SR	–	–	na sucho
HB 7025	SR	–	–	na sucho
HB 7010	SR	–	–	emulsja
HB 7025	SR	–	–	na sucho
HB 7025	SR	–	–	na sucho
HB 7010	SR	–	–	emulsja
HB 7120	VM	–	–	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VM	–	–	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7035	SR	–	–	na sucho
HB 7010	SR	–	–	emulsja
HB 7120	VM	–	–	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VM	–	–	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CBN 725	G	–	–	na sucho
CBN 720	G	–	–	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
CBN 720	G	–	–	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
CBN 720	G	–	–	na sucho
HB 7120	VM	–	–	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VM	–	–	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja

Ujemne płytki skrawające (0°)



Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°

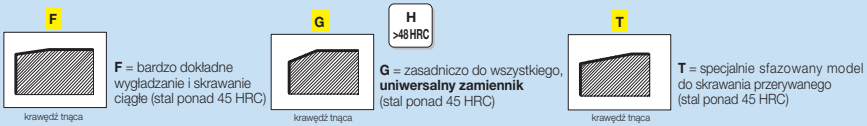


Tabela 9.13 GARANT Toczenie zewnętrzne 0° i 7° (obróbka wstępna)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]		
			min.	Start	maks.	min.	Start	maks.	min.	Start	maks.
12.0	Stale sprężynowe	< 1500	50 –	**80** –	100	0,60 –	**0,80** –	1,00	4,00 –	**7,00** –	8,00
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	80 –	**120** –	150	0,40 –	**0,60** –	0,80	4,00 –	**6,00** –	8,00
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	80 –	**120** –	150	0,40 –	**0,60** –	0,80	4,00 –	**6,00** –	8,00
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	60 –	**100** –	120	0,40 –	**0,60** –	0,80	4,00 –	**6,00** –	8,00
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	60 –	**100** –	120	0,40 –	**0,60** –	0,80	4,00 –	**6,00** –	8,00
14.0	Stopy specjalne	< 1200	30 –	**50** –	80	0,10 –	**0,20** –	0,30	0,70 –	**1,50** –	2,00
			20 –	**30** –	40	0,15 –	**0,18** –	0,22	1,50 –	**2,00** –	2,50
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	180 –	**240** –	280	0,20 –	**0,30** –	0,50	2,00 –	**3,00** –	5,00
			180 –	**200** –	250	0,20 –	**0,35** –	0,60	2,00 –	**4,00** –	6,00
			300 –	**400** –	700	0,05 –	**0,15** –	0,30	0,05 –	**0,15** –	0,50
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	130 –	**190** –	230	0,20 –	**0,30** –	0,50	2,00 –	**3,00** –	5,00
			100 –	**140** –	180	0,20 –	**0,35** –	0,60	2,00 –	**4,00** –	6,00
			300 –	**400** –	700	0,05 –	**0,15** –	0,30	0,05 –	**0,15** –	0,50
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	130 –	**190** –	230	0,20 –	**0,30** –	0,50	2,00 –	**3,00** –	5,00
			100 –	**140** –	180	0,20 –	**0,35** –	0,60	2,00 –	**4,00** –	6,00
			300 –	**400** –	700	0,05 –	**0,15** –	0,30	0,05 –	**0,15** –	0,50
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	100 –	**160** –	200	0,20 –	**0,30** –	0,50	2,00 –	**3,00** –	5,00
			80 –	**120** –	160	0,20 –	**0,35** –	0,60	2,00 –	**4,00** –	6,00
			300 –	**400** –	700	0,05 –	**0,15** –	0,30	0,05 –	**0,15** –	0,50
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	30 –	**50** –	80	0,10 –	**0,20** –	0,30	0,70 –	**1,50** –	2,00
			20 –	**30** –	40	0,15 –	**0,18** –	0,22	1,50 –	**2,00** –	2,50
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	30 –	**50** –	80	0,10 –	**0,20** –	0,30	0,70 –	**1,50** –	2,00
			20 –	**30** –	40	0,15 –	**0,18** –	0,22	1,50 –	**2,00** –	2,50
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast. Mg	do 350	500 –	**700** –	1000	0,10 –	**0,25** –	0,40	0,50 –	**4,00** –	6,00
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		350 –	**500** –	600	0,10 –	**0,25** –	0,40	0,50 –	**4,00** –	6,00
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		350 –	**500** –	600	0,10 –	**0,25** –	0,40	0,50 –	**4,00** –	6,00
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	200 –	**250** –	350	0,10 –	**0,25** –	0,40	0,50 –	**4,00** –	6,00
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	180 –	**240** –	280	0,20 –	**0,30** –	0,50	2,00 –	**3,00** –	5,00
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	200 –	**250** –	350	0,10 –	**0,25** –	0,40	0,50 –	**4,00** –	6,00
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	180 –	**240** –	280	0,20 –	**0,30** –	0,50	2,00 –	**3,00** –	5,00
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	180 –	**240** –	280	0,20 –	**0,30** –	0,50	2,00 –	**3,00** –	5,00
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	150 –	**180** –	220	0,10 –	**0,25** –	0,40	0,50 –	**4,00** –	6,00
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	120 –	**150** –	200	0,10 –	**0,25** –	0,40	0,50 –	**4,00** –	6,00
19.0	Grafit		180 –	**240** –	280	0,20 –	**0,30** –	0,50	2,00 –	**3,00** –	5,00
20.0	Termoplasty		500 –	**700** –	1000	0,10 –	**0,25** –	0,40	0,50 –	**4,00** –	6,00
20.1	Duroplasty		350 –	**500** –	600	0,10 –	**0,25** –	0,40	0,50 –	**4,00** –	6,00
20.2	GFK i CFK		350 –	**500** –	600	0,10 –	**0,25** –	0,40	0,50 –	**4,00** –	6,00

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

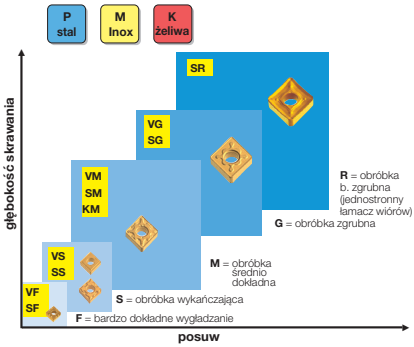
GARANT Płytki skrawające **0°**		P stal		M Inox/nierdzewna		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	(VF) **SS**	(CU 7033) **HB 7010**	**VF VS**	**CU 7033 HB 7120**	**K**	**CE 720**					**F H**	**CBN 710 CE 730**
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM**	**HB 7010**	**VS VM** (VM)	**HB 7135 HB 7135** (HB 7120)	**KM** (KM)	**HB 7010** (HB 7010)	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			**G H**	**CBN 725 CE 730**
	G (zgr.)	**SG**	**HB 7025**	**VG**	**HB 7120**	**KM**	**HB 7010**					**T**	**CBN 725**
	R (b.zgr.)	**SR**	**HB 7025**										

GARANT Płytki skrawające **7°**		P stal		M Inox / nierdzewne		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	**SF** (SS)	**HB 7025** (HB 7135)	**VF** (ALX)	**CU 7033** (HB 70AL)	**VF** (SS)	**CU 7033** (CU 7733)	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)	(ALX)	(HB 70AL)	**F**	**CBN 710** (CBN 720)
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM** (SM)	**HB 7025** (HB 7010)	**VM**	**HB 7135**	**SM**	**HB 7010**	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)			**G** (T)	**CBN 725** (CBN 725)

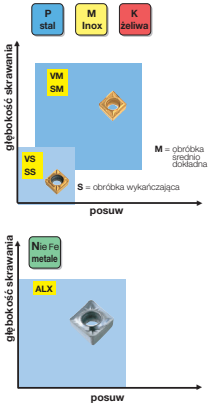


Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco-smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
HB 7010	SR	–	–	emulsja
HB 7135	VG	–	–	na sucho
HB 7135	VG	–	–	na sucho
HB 7135	VG	–	–	emulsja
HB 7135	VG	–	–	emulsja
HB 7120	VM	–	–	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7010	SG	–	–	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7010	SG	–	–	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7010	SG	–	–	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7010	SG	–	–	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
HB 7120	VM	–	–	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7120	VM	–	–	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SG	–	–	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SG	–	–	na sucho
HB 7005	SG	–	–	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7005	SG	–	–	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja

Ujemne płytki skrawające (0°)



Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°

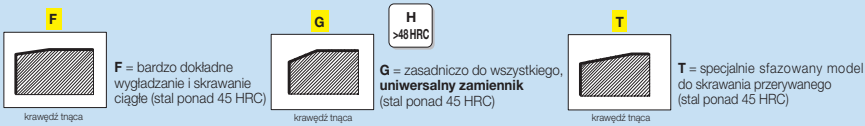


Tabela 9.14 GARANT Toczenie wewnętrzne 0° i 7° przy stosunku L/D < 3 (obróbka wykańczająca i obróbka wykańczająca bardzo dokładna)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]		
		[N/mm²]	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	90	**140**	160	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	90	**140**	160	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
2.0	Stale automatowe	< 850	80	**100**	120	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	80	**100**	120	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	<700	90	**140**	160	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	80	**100**	120	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	80	**100**	120	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	80	**100**	120	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	80	**100**	120	0,10	**0,15**	0,20	0,10	**0,15**	0,20
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	<750	90	**140**	160	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
6.0	Stopowe stale do nawęglania	<1000	80	**100**	120	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
6.1	Stopowe stale do nawęglania	>1000	80	**100**	120	0,10	**0,15**	0,20	0,10	**0,15**	0,20
7.0	Stale do azotowania	<1000	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
7.1	Stale do azotowania	>1000	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
8.0	Stale narzędziowe	< 850	80	**100**	120	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	80	**100**	120	0,10	**0,15**	0,20	0,10	**0,15**	0,20
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	60	**120**	180	0,05	**0,10**	0,20	0,05	**0,10**	0,20
			60	**120**	180	0,05	**0,10**	0,20	0,05	**0,10**	0,20
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	60	**120**	180	0,05	**0,10**	0,20	0,05	**0,10**	0,20
			60	**120**	180	0,05	**0,10**	0,20	0,05	**0,10**	0,20
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	50	**100**	150	0,05	**0,12**	0,20	0,05	**0,12**	0,20
			50	**100**	150	0,05	**0,12**	0,20	0,05	**0,12**	0,20
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

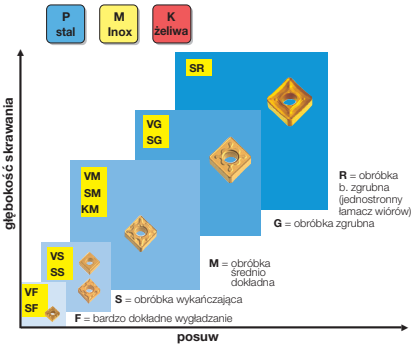
Płytki skrawające **0°**		P stal		M Inox/nierdzewna		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	(VF) **SS**	(CU 7033) **HB 7010**	**VF VS**	**CU 7033 HB 7120**	**K**	**CE 720**					**F H**	**CBN 710 CE 730**
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM**	**HB 7010**	**VS VM** (VM)	**HB 7135 HB 7135** (HB 7120)	**KM** (KM)	**HB 7010** (HB 7010)	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			**G H**	**CBN 725 CE 730**
	G (zgr.)	**SG**	**HB 7025**	**VG**	**HB 7120**	**KM**	**HB 7010**					**T**	**CBN 725**
	R (b.zgr.)	**SR**	**HB 7025**										

Płytki skrawające **7°**		P stal		M Inox / nierdzewne		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	**SF** (SS)	**HB 7025** (HB 7135)	**VF** (ALX)	**CU 7033** (HB 70AL)	**VF** (SS)	**CU 7033** (CU 7733)	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)	(ALX)	(HB 70AL)	**F**	**CBN 710** (CBN 720)
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM** (SM)	**HB 7025** (HB 7010)	**VM**	**HB 7135**	**SM**	**HB 7010**	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)			**G** (T)	**CBN 725** (CBN 725)

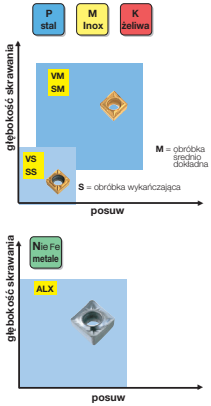


Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco-smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CBN 725	G	–	–	na sucho
CBN 720	G	–	–	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
CBN 720	G	–	–	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
CBN 720	G	–	–	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja

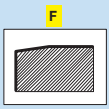
Ujemne płytki skrawające (0°)



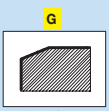
Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°

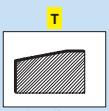


F = bardzo dokładne wygładzanie i skrawanie ciągłe (stal ponad 45 HRC)





G = zasadniczo do wszystkiego, **uniwersalny zamiennik** (stal ponad 45 HRC)



T = specjalnie sfazowany model do skrawania przerywanego (stal ponad 45 HRC)

Tabela 9.14 GARANT Toczenie wewnętrzne 0° i 7° przy stosunku L/D < 3 (obróbka wykańczająca i obróbka wykańczająca bardzo dokładna)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]		
		[N/mm²]	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
12.0	Stale sprężynowe	<1500	80	**100**	120	0,10	**0,15**	0,20	0,10	**0,15**	0,20
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	100	**140**	180	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	100	**140**	180	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	80	**110**	140	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	80	**110**	140	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
14.0	Stopy specjalne	< 1200	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	60	**120**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,20**	0,40
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	60	**110**	140	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,20**	0,40
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	60	**110**	140	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,20**	0,40
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	50	**90**	120	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,20**	0,40
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast. Mg	do 350	150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
18.0	Miedź niskostopowa	<400	120	**160**	350	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	60	**120**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	120	**160**	350	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	60	**120**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	60	**120**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	110	**140**	300	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	90	**120**	250	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
19.0	Grafit		60	**120**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
20.0	Termoplasty		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
20.1	Duroplasty		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
20.2	GFK i CFK		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia..

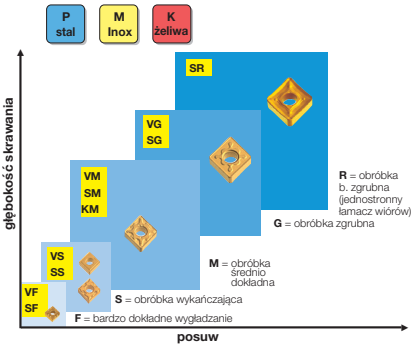
Płytki skrawające **0°**		P stal		M Inox/nierdzewna		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	(VF) **SS**	(CU 7033) **HB 7010**	**VF VS**	**CU 7033 HB 7120**	**K**	**CE 720**					**F H**	**CBN 710 CE 730**
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM**	**HB 7010**	**VS VM** (VM)	**HB 7135 HB 7135** (HB 7120)	**KM** (KM)	**HB 7010** (HB 7010)	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			**G H**	**CBN 725 CE 730**
	G (zgr.)	**SG**	**HB 7025**	**VG**	**HB 7120**	**KM**	**HB 7010**					**T**	**CBN 725**
	R (b.zgr.)	**SR**	**HB 7025**										

Płytki skrawające **7°**		P stal		M Inox / nierdzewne		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	**SF** (SS)	**HB 7025** (HB 7135)	**VF** (ALX)	**CU 7033** (HB 70AL)	**VF** (SS)	**CU 7033** (CU 7733)	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)	(ALX)	(HB 70AL)	**F**	**CBN 710** (CBN 720)
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM** (SM)	**HB 7025** (HB 7010)	**VM**	**HB 7135**	**SM**	**HB 7010**	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)			**G** (T)	**CBN 725** (CBN 725)

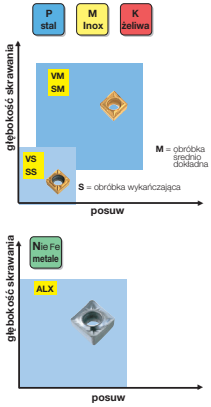


Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco-smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	emulsja
CU 7033	SS	CU 7033	SS	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
CE 720	K	–	–	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
CE 720	K	–	–	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
CE 720	K	–	–	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
CE 720	K	–	–	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja

Ujemne płytki skrawające (0°)



Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°

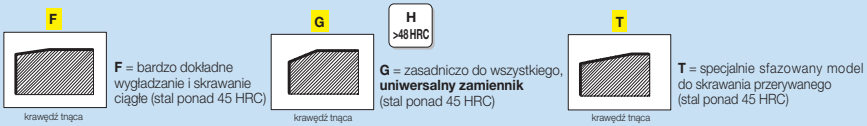


Tabela 9.15 GARANT Toczenie wewnętrzne 0° i 7° przy stosunku L/D < 3 (obróbka średniodokładna)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]		
		[N/mm²]	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	60	**90**	120	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**2,00**	3,00
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	60	**90**	120	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**2,00**	3,00
2.0	Stale automatowe	< 850	50	**70**	100	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**2,50**	3,00
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	50	**70**	100	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**2,50**	3,00
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	60	**90**	120	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**2,00**	3,00
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	50	**70**	100	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**2,50**	3,00
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	**70**	100	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**2,50**	3,00
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	**70**	100	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**2,50**	3,00
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	80	**100**	120	0,10	**0,15**	0,20	0,10	**0,15**	0,20
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	60	**90**	120	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**2,00**	3,00
6.0	Stopowe stale do nawęglania	<1000	50	**70**	100	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**2,50**	3,00
6.1	Stopowe stale do nawęglania	>1000	80	**100**	120	0,10	**0,15**	0,20	0,10	**0,15**	0,20
7.0	Stale do azotowania	<1000	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
7.1	Stale do azotowania	>1000	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
8.0	Stale narzędziowe	< 850	50	**70**	100	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**2,50**	3,00
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	80	**100**	120	0,10	**0,15**	0,20	0,10	**0,15**	0,20
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	60	**120**	180	0,05	**0,10**	0,20	0,05	**0,10**	0,20
			60	**120**	180	0,05	**0,10**	0,20	0,05	**0,10**	0,20
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	60	**120**	180	0,05	**0,10**	0,20	0,05	**0,10**	0,20
			60	**120**	180	0,05	**0,10**	0,20	0,05	**0,10**	0,20
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	50	**100**	150	0,05	**0,12**	0,20	0,05	**0,12**	0,20
			50	**100**	150	0,05	**0,12**	0,20	0,05	**0,12**	0,20
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

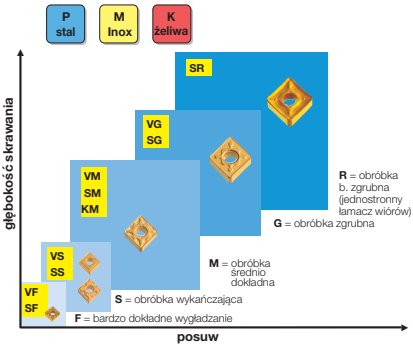
Garant® Płytki skrawające **0°**		P stal		M Inox/nierdzewna		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	(VF) **SS**	(CU 7033) **HB 7010**	**VF VS**	**CU 7033 HB 7120**	**K**	**CE 720**					**F H**	**CBN 710 CE 730**
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM**	**HB 7010**	**VS VM** (VM)	**HB 7135 HB 7135** (HB 7120)	**KM** (KM)	**HB 7010** (HB 7010)	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			**G H**	**CBN 725 CE 730**
	G (zgr.)	**SG**	**HB 7025**	**VG**	**HB 7120**	**KM**	**HB 7010**					**T**	**CBN 725**
	R (b.zgr.)	**SR**	**HB 7025**										

Garant® Płytki skrawające **7°**		P stal		M Inox / nierdzewne		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	**SF** (SS)	**HB 7025** (HB 7135)	**VF** (ALX)	**CU 7033** (HB 70AL)	**VF** (SS)	**CU 7033** (CU 7733)	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)	(ALX)	(HB 70AL)	**F**	**CBN 710** (CBN 720)
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM** (SM)	**HB 7025** (HB 7010)	**VM**	**HB 7135**	**SM**	**HB 7010**	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)			**G** (T)	**CBN 725** (CBN 725)

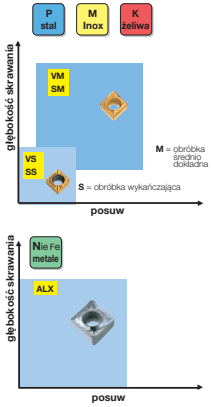


Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco-smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
CBN 725	G	–	–	na sucho
CBN 720	G	–	–	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
CBN 720	G	–	–	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
CBN 720	G	–	–	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja

Ujemne płytki skrawające (0°)



Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°

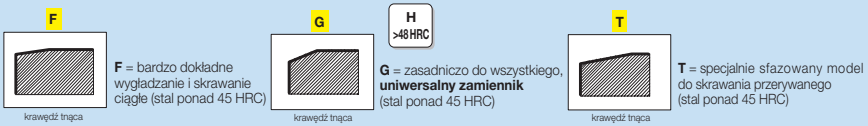


Tabela 9.15 GARANT Toczenie wewnętrzne 0° i 7° przy stosunku L/D < 3 (obróbka średniodokładna)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			f [mm/U]			a_p [mm]		
		[N/mm²]	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
12.0	Stale sprężynowe	<1500	80	**100**	120	0,10	**0,15**	0,20	0,10	**0,15**	0,20
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	50	**70**	90	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**2,50**	3,00
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	50	**70**	90	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**2,50**	3,00
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	40	**60**	80	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**1,50**	2,00
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	40	**60**	80	0,15	**0,20**	0,25	1,00	**1,50**	2,00
14.0	Stopy specjalne	< 1200	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	60	**120**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,20**	0,40
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	60	**110**	140	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,20**	0,40
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	60	**110**	140	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,20**	0,40
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	50	**90**	120	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
			300	**400**	700	0,05	**0,15**	0,30	0,05	**0,20**	0,40
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast. Mg	do 350	150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
18.0	Miedź niskostopowa	<400	120	**160**	350	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	60	**120**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	120	**160**	350	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	60	**120**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	60	**120**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	110	**140**	300	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	90	**120**	250	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
19.0	Grafit		60	**120**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**2,00**	3,00
20.0	Termoplasty		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
20.1	Duroplasty		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00
20.2	GFK i CFK		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,25	0,10	**1,50**	3,00

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

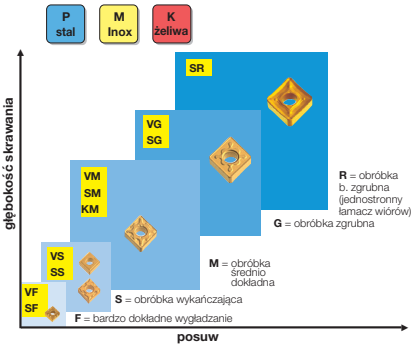
Garant® Płytki skrawające **0°**		P stal		M Inox/nierdzewna		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	(VF) **SS**	(CU 7033) **HB 7010**	**VF VS**	**CU 7033 HB 7120**	**K**	**CE 720**					**F H**	**CBN 710 CE 730**
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM**	**HB 7010**	**VS VM** (VM)	**HB 7135 HB 7135** (HB 7120)	**KM** (KM)	**HB 7010** (HB 7010)	(KNUX R1/R2)	(HB 7010)			**G H**	**CBN 725 CE 730**
	G (zgr.)	**SG**	**HB 7025**	**VG**	**HB 7120**	**KM**	**HB 7010**					**T**	**CBN 725**
	R (b.zgr.)	**SR**	**HB 7025**										

Garant® Płytki skrawające **7°**		P stal		M Inox / nierdzewne		K żeliwa		N metale nieżelazne		S Ti		H > 48 HRC	
		geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek	geom.	gatunek
	F (dokł.)	**SF** (SS)	**HB 7025** (HB 7135)	**VF** (ALX)	**CU 7033** (HB 70AL)	**VF** (SS)	**CU 7033** (CU 7733)	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)	(ALX)	(HB 70AL)	**F**	**CBN 710** (CBN 720)
szeroki wybór	**M** (śr.)	**SM** (SM)	**HB 7025** (HB 7010)	**VM**	**HB 7135**	**SM**	**HB 7010**	**ALX** (ALX)	**HU 70AL** (HB 70AL)			**G** (T)	**CBN 725** (CBN 725)

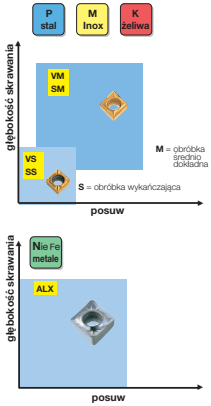


Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco-smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
HB 7135 / HB 7035	SM	HB 7035	SM	na sucho
HB 7135 / HB 7035	SM	HB 7035	SM	na sucho
HB 7135 / HB 7035	SM	HB 7035	SM	emulsja
HB 7135 / HB 7035	SM	HB 7035	SM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7405	KM	HB 7010	SM	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
HB 7405	KM	HB 7010	SM	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
HB 7405	KM	HB 7010	SM	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
HB 7405	KM	HB 7010	SM	na sucho
CBN 725	G	–	–	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	na sucho

Ujemne płytki skrawające (0°)



Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°

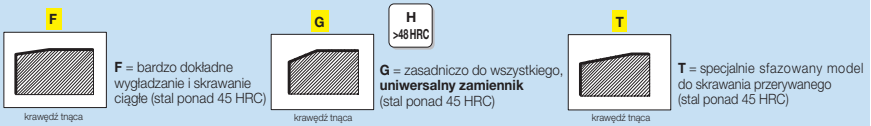


Tabela 9.16 GARANT Toczenie wewnętrzne 0° i 7° przy stosunku L/D = 3 do 4 (obróbka wykańczająca bardzo dokładna i obr. wykańczająca)



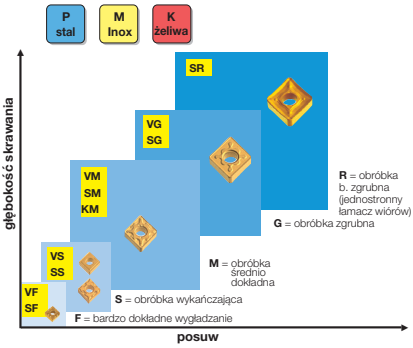
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]		
		[N/mm²]	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	80	**100**	140	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	80	**100**	140	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
2.0	Stale automatowe	< 850	50	**80**	110	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	50	**80**	110	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	80	**100**	140	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	50	**80**	110	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	**80**	110	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	50	**80**	110	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	40	**50**	80	0,10	**0,15**	0,20	0,10	**0,15**	0,20
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	80	**100**	140	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	50	**80**	110	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	40	**50**	80	0,10	**0,15**	0,20	0,10	**0,15**	0,20
7.0	Stale do azotowania	< 1000	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
7.1	Stale do azotowania	> 1000	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
8.0	Stale narzędziowe	< 850	50	**80**	110	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	40	**50**	80	0,10	**0,15**	0,20	0,10	**0,15**	0,20
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
12.0	Stale sprężynowe	<1500	40	**50**	80	0,10	**0,15**	0,20	0,10	**0,15**	0,20
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	80	**120**	160	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	80	**120**	160	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	50	**70**	90	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	50	**70**	90	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
14.0	Stopy specjalne	< 1200	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	60	**100**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,10	**0,25**	1,00
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	60	**90**	140	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**1,00**	2,00
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	60	**90**	140	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**1,00**	2,00
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	50	**70**	120	0,15	**0,20**	0,30	0,20	**1,00**	2,00
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	20	**40**	60	0,05	**0,10**	0,15	0,10	**0,20**	1,00
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,20	0,10	**1,50**	2,50
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,20	0,10	**1,50**	2,50
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,20	0,10	**1,50**	2,50
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	120	**160**	350	0,05	**0,10**	0,20	0,10	**1,50**	2,50
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	60	**100**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,10	**0,25**	1,00
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	120	**160**	350	0,05	**0,10**	0,20	0,10	**1,50**	2,50
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	60	**100**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,10	**0,25**	1,00
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	60	**100**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,10	**0,25**	1,00
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	110	**140**	300	0,05	**0,10**	0,20	0,10	**1,50**	2,50
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	90	**120**	250	0,05	**0,10**	0,20	0,10	**1,50**	2,50
19.0	Grafit		60	**100**	150	0,15	**0,20**	0,30	0,10	**0,25**	1,00
20.0	Termoplasty		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,20	0,10	**1,50**	2,50
20.1	Duroplasty		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,20	0,10	**1,50**	2,50
20.2	GFK i CFK		150	**200**	400	0,05	**0,10**	0,20	0,10	**1,50**	2,50

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

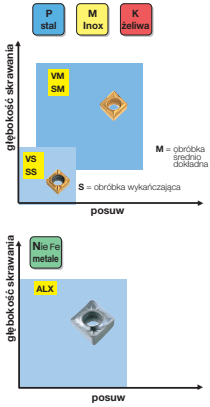


Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco--smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	na sucho
CU 7033	SS	CU 7033	SS	emulsja
CU 7033	SS	CU 7033	SS	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7405	KM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7405	KM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7405	KM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7405	KM	HB 7010	SM	na sucho
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja
HU 70AL	ALX	HU 70AL	ALX	emulsja

Ujemne płytki skrawające (0°)



Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°

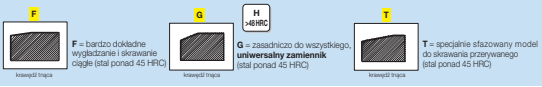


Tabela 9.17 GARANT Toczenie wewnętrzne 0° i 7° przy stosunku L/D = 3 do 4 (obróbka średniodokładna)



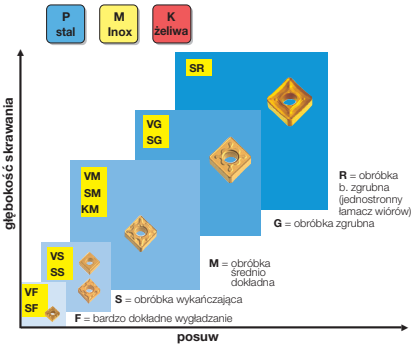
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]		
		[N/mm²]	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	50	80	110	0,10	0,15	0,20	0,50	1,00	1,50
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	50	80	110	0,10	0,15	0,20	0,50	1,00	1,50
2.0	Stale automatowe	< 850	40	60	80	0,10	0,15	0,20	0,50	0,80	1,00
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	40	60	80	0,10	0,15	0,20	0,50	0,80	1,00
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	50	80	110	0,10	0,15	0,20	0,50	1,00	1,50
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	40	60	80	0,10	0,15	0,20	0,50	0,80	1,00
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	40	60	80	0,10	0,15	0,20	0,50	0,80	1,00
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	40	60	80	0,10	0,15	0,20	0,50	0,80	1,00
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	40	50	80	0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,20
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	50	80	110	0,10	0,15	0,20	0,50	1,00	1,50
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	40	60	80	0,10	0,15	0,20	0,50	0,80	1,00
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	40	50	80	0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,20
7.0	Stale do azotowania	< 1000	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
7.1	Stale do azotowania	> 1000	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
8.0	Stale narzędziowe	< 850	40	60	80	0,10	0,15	0,20	0,50	0,80	1,00
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	40	50	80	0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,20
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
12.0	Stale sprężynowe	<1500	40	50	80	0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,20
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	40	60	80	0,10	0,15	0,20	0,10	0,25	1,00
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	40	60	80	0,10	0,15	0,20	0,10	0,25	1,00
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	40	50	70	0,10	0,15	0,20	0,10	0,25	1,00
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	40	50	70	0,10	0,15	0,20	0,10	0,25	1,00
14.0	Stopy specjalne	< 1200	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	60	100	150	0,15	0,20	0,30	0,10	0,25	1,00
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	60	90	140	0,15	0,20	0,30	0,20	1,00	2,00
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	60	90	140	0,15	0,20	0,30	0,20	1,00	2,00
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	40	60	120	0,15	0,20	0,30	0,20	1,00	2,00
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	20	40	60	0,05	0,10	0,15	0,10	0,20	1,00
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	150	200	400	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		150	200	400	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		150	200	400	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	120	160	350	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	60	100	150	0,15	0,20	0,30	0,10	0,25	1,00
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	120	160	350	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	60	100	150	0,15	0,20	0,30	0,10	0,25	1,00
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	60	100	150	0,15	0,20	0,30	0,10	0,25	1,00
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	110	140	300	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	90	120	250	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
19.0	Grafit		60	100	150	0,15	0,20	0,30	0,10	0,25	1,00
20.0	Termoplasty		150	200	400	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
20.1	Duroplasty		150	200	400	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50
20.2	GFK i CFK		150	200	400	0,05	0,10	0,20	0,10	1,50	2,50

Wskazówka: Wytyczne zakładają istnienie stabilnych warunków obróbki i sztywnego zamocowania narzędzia.

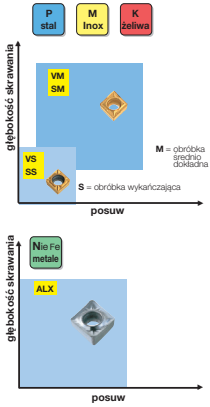


Zalecane płytki skrawające				Środek chłodząco-smarujący
0°		7°		
Gatunek	Łamacz wióra	Gatunek	Łamacz wióra	
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	emulsja
HB 7135 / HB 7035	SM	HB 7035	SM	na sucho
HB 7135 / HB 7035	SM	HB 7035	SM	na sucho
HB 7135 / HB 7035	SM	HB 7035	SM	emulsja
HB 7135 / HB 7035	SM	HB 7035	SM	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7405	KM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7405	KM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7405	KM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7405	KM	HB 7010	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
HB 7010	SM	HB 7010	SM	na sucho
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja
–	–	HU 70AL	ALX	emulsja

Ujemne płytki skrawające (0°)



Dodatnie płytki skrawające (7°)



Płytki skrawające CBN 0° i 7°

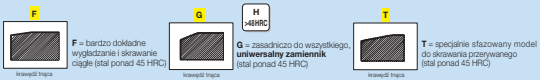
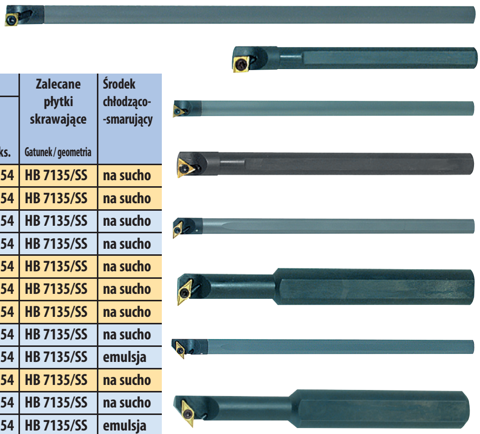


Tabela 9.18 Toczenie dokładne za pomocą płytek skrawających 0° i 7°

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Geometria płytki skrawającej CDCT						Geometria płytki skrawającej TDAT					
			v_c [m/min]		f [mm/obr.]		a_p [mm]		v_c [m/min]		f [mm/obr.]		a_p [mm]	
		[N/mm²]	min.	maks.	min.	maks.	min.	maks.	min.	maks.	min.	maks.	min.	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	46	107	0,254	0,076	0,050	0,229	46	107	0,229	0,050	0,076	0,229
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	46	107	0,254	0,076	0,050	0,229	46	107	0,229	0,050	0,076	0,229
2.0	Stale automatowe	< 850	46	107	0,254	0,076	0,050	0,229	46	107	0,229	0,050	0,076	0,229
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	46	107	0,254	0,076	0,050	0,229	46	107	0,229	0,050	0,076	0,229
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	< 700	46	107	0,254	0,076	0,050	0,229	46	107	0,229	0,050	0,076	0,229
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	700 – 850	46	107	0,254	0,076	0,050	0,229	46	107	0,229	0,050	0,076	0,229
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	46	107	0,254	0,076	0,050	0,229	46	107	0,229	0,050	0,076	0,229
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	850 – 1000	46	107	0,254	0,076	0,050	0,229	46	107	0,229	0,050	0,076	0,229
4.1	Stopowe stale do ulepsz. cieplн.	1000 – 1200	30	76	0,254	0,076	0,050	0,229	30	76	0,229	0,050	0,076	0,229
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	30	76	0,254	0,076	0,050	0,229	30	76	0,229	0,050	0,050	0,229
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	30	76	0,254	0,076	0,050	0,229	30	76	0,229	0,050	0,050	0,229
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	30	76	0,254	0,076	0,050	0,229	30	76	0,229	0,050	0,050	0,229
7.0	Stale do azotowania	< 1000	23	61	0,229	0,076	0,050	0,178	23	61	0,102	0,025	0,050	0,178
7.1	Stale do azotowania	> 1000	23	61	0,229	0,076	0,050	0,178	23	61	0,102	0,025	0,050	0,178
8.0	Stale narzędziowe	< 850	30	76	0,254	0,076	0,050	0,229	30	76	0,229	0,050	0,076	0,229
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	30	76	0,254	0,076	0,050	0,229	30	76	0,229	0,050	0,076	0,229
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	23	61	0,229	0,076	0,050	0,178	23	61	0,102	0,025	0,050	0,178
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	23	61	0,229	0,076	0,050	0,178	23	61	0,102	0,025	0,050	0,178
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–		–		–		–		–		–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–		–		–		–		–		–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–		–		–		–		–		–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	23	61	0,229	0,076	0,050	0,178	23	61	0,102	0,025	0,050	0,178
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	23	61	0,229	0,076	0,050	0,178	23	61	0,102	0,025	0,050	0,178
12.0	Stale sprężynowe	<1500	30	76	0,254	0,076	0,050	0,229	30	76	0,229	0,050	0,076	0,229
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	46	107	0,254	0,076	0,050	0,229	46	107	0,229	0,050	0,076	0,229
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	46	91	0,254	0,076	0,050	0,229	46	91	0,229	0,050	0,076	0,229
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	46	76	0,229	0,050	0,076	0,254	46	76	0,229	0,050	0,076	0,254
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	–		–		–		–		–		–	
14.0	Stopy specjalne	< 1200	23	61	0,229	0,076	0,050	0,178	23	61	0,102	0,025	0,050	0,178
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	46	114	0,305	0,076	0,050	0,229	46	114	0,305	0,050	0,076	0,254
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	46	114	0,305	0,076	0,050	0,229	46	114	0,305	0,050	0,076	0,254
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	46	107	0,254	0,076	0,050	0,229	46	107	0,229	0,050	0,076	0,254
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	46	107	0,254	0,076	0,050	0,229	46	107	0,229	0,050	0,076	0,254
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	21	43	0,229	0,076	0,050	0,178	21	43	0,102	0,025	0,050	0,178
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	21	43	0,229	0,076	0,050	0,178	21	43	0,102	0,025	0,050	0,178
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	53	610	0,305	0,050	0,050	0,178	53	610	0,305	0,050	0,050	0,178
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		53	610	0,305	0,050	0,050	0,178	53	610	0,305	0,050	0,050	0,178
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		46	183	0,305	0,050	0,050	0,762	46	183	0,305	0,050	0,050	0,762
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	53	457	0,305	0,050	0,050	0,762	53	457	0,305	0,050	0,050	0,762
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	53	457	0,305	0,050	0,050	0,762	53	457	0,305	0,050	0,050	0,762
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	53	213	0,305	0,050	0,050	0,762	53	213	0,305	0,050	0,050	0,762
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	53	213	0,305	0,050	0,050	0,762	53	213	0,305	0,050	0,050	0,762
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	53	213	0,305	0,050	0,050	0,762	53	213	0,305	0,050	0,050	0,762
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	53	213	0,305	0,050	0,050	0,762	53	213	0,305	0,050	0,050	0,762
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	53	213	0,305	0,050	0,050	0,762	53	213	0,305	0,050	0,050	0,762
19.0	Grafit		–		–		–		–		–		–	
20.0	Termoplasty		53	610	0,305	0,050	0,050	0,178	53	610	0,305	0,050	0,050	0,762
20.1	Duroplasty		53	610	0,305	0,050	0,050	0,178	53	610	0,305	0,050	0,050	0,762
20.2	GFK i CFK		46	183	0,305	0,050	0,050	0,762	46	183	0,305	0,050	0,050	0,762

Wskazówka: Przy długich odcinkach niepodpartych stosować wytaczadła ze stopów twardych.



	Geometria płytki skrawającej GCCT			Geometria płytki skrawającej GPCT			Zalecane płytki skrawające	Środek chłodząco--smarujący
	v_c [m/min] min. – maks.	f [mm/obr.] min. – maks.	a_p [mm] min. – maks.	v_c [m/min] min. – maks.	f [mm/obr.] min. – maks.	a_p [mm] min. – maks.	Gatunek / geometria	
	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	emulsja
	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	emulsja
	23 – 61	0,178 – 0,050	0,050 – 0,178	23 – 61	0,178 – 0,050	0,076 – 0,229	HB 7135/SS	emulsja
	23 – 61	0,178 – 0,050	0,050 – 0,178	23 – 61	0,178 – 0,050	0,076 – 0,229	HB 7135/SS	emulsja
	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	emulsja
	23 – 61	0,178 – 0,050	0,050 – 0,178	23 – 61	0,178 – 0,050	0,076 – 0,229	HB 7135/SS	emulsja
	23 – 61	0,178 – 0,050	0,050 – 0,178	23 – 61	0,178 – 0,050	0,076 – 0,229	HB 7135/SS	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–
	–	–	–	–	–	–	–	–
	23 – 61	0,178 – 0,050	0,050 – 0,178	23 – 61	0,178 – 0,050	0,050 – 0,229	HB 7135/SS	emulsja
	23 – 61	0,178 – 0,050	0,050 – 0,178	23 – 61	0,178 – 0,050	0,050 – 0,229	HB 7135/SS	emulsja
	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	30 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	emulsja
	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	46 – 91	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	46 – 91	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	46 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,381	46 – 76	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–
	23 – 61	0,178 – 0,050	0,050 – 0,178	23 – 61	0,178 – 0,050	0,076 – 0,229	HB 7135/SS	emulsja
	46 – 114	0,229 – 0,050	0,076 – 0,431	46 – 114	0,229 – 0,050	0,076 – 0,305	HB 7135/SS	na sucho
	46 – 114	0,229 – 0,050	0,076 – 0,431	46 – 114	0,229 – 0,050	0,076 – 0,305	HB 7135/SS	na sucho
	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,431	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,431	46 – 107	0,229 – 0,050	0,076 – 0,254	HB 7135/SS	na sucho
	21 – 43	0,178 – 0,050	0,050 – 0,305	21 – 43	0,178 – 0,050	0,076 – 0,229	HB 7135/SS	emulsja
	21 – 43	0,178 – 0,050	0,050 – 0,305	21 – 43	0,178 – 0,050	0,076 – 0,229	HB 7135/SS	emulsja
	53 – 610	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	53 – 610	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	HU 70AL/AL	emulsja
	53 – 610	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	53 – 610	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	HU 70AL/AL	emulsja
	46 – 183	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	46 – 183	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	HU 70AL/AL	emulsja
	53 – 457	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	53 – 457	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	HU 70AL/AL	emulsja
	53 – 457	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	53 – 457	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	HU 70AL/AL	na sucho
	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	HU 70AL/AL	emulsja
	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	HU 70AL/AL	na sucho
	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	HU 70AL/AL	na sucho
	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	HU 70AL/AL	emulsja
	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	HU 70AL/AL	emulsja
	–	–	–	–	–	–	–	–
	53 – 610	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	HU 70AL/AL	emulsja
	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	HU 70AL/AL	emulsja
	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	53 – 213	0,305 – 0,076	0,076 – 1,651	HU 70AL/AL	emulsja

Geometria płytek skrawających:

CDCT



TDAT



GCCT
GPCT

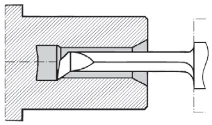


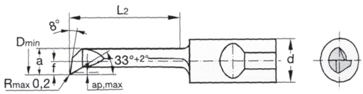
Tabela 9.19 KOMET UniTurnToczenie bardzo dokładne

Numery katalogowe: 240110; 240111; 240114; 240115; 240118; 240119; 240122; 240123; 240126; 240127; 240130; 240131; 240134; 240135

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	$L_2 / D_{min.} < 3$								
			v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]		
		[N/mm²]	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	30	100	180	0,010	0,02	0,030	0,02	0,08	0,15
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	30	100	180	0,010	0,02	0,030	0,02	0,08	0,15
2.0	Stale automatowe	< 850	30	100	180	0,010	0,02	0,030	0,02	0,08	0,15
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	30	100	180	0,010	0,02	0,030	0,02	0,08	0,15
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	30	100	180	0,010	0,02	0,030	0,02	0,08	0,15
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	30	100	180	0,010	0,02	0,030	0,02	0,08	0,15
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	30	100	180	0,010	0,02	0,030	0,02	0,08	0,15
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	20	80	120	0,005	0,01	0,025	0,02	0,08	0,15
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	20	80	120	0,005	0,01	0,025	0,02	0,08	0,15
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	20	80	120	0,005	0,01	0,025	0,02	0,08	0,15
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	20	80	120	0,005	0,01	0,025	0,02	0,08	0,15
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	20	80	120	0,005	0,01	0,025	0,02	0,08	0,15
7.0	Stale do azotowania	< 1000	5	30	50	0,005	0,01	0,025	0,02	0,05	0,08
7.1	Stale do azotowania	> 1000	5	30	50	0,005	0,01	0,025	0,02	0,05	0,08
8.0	Stale narzędziowe	< 850	15	70	100	0,005	0,01	0,025	0,02	0,07	0,10
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	15	70	100	0,005	0,01	0,025	0,02	0,07	0,10
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	15	70	100	0,005	0,01	0,025	0,02	0,07	0,10
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	15	70	100	0,005	0,01	0,025	0,02	0,07	0,10
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	5	30	50	0,005	0,01	0,025	0,02	0,05	0,08
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	5	30	50	0,005	0,01	0,025	0,02	0,05	0,08
12.0	Stale sprężynowe	<1500	5	30	50	0,005	0,01	0,025	0,02	0,05	0,08
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	10	50	80	0,005	0,01	0,025	0,02	0,07	0,10
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	10	50	80	0,005	0,01	0,025	0,02	0,07	0,10
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	10	50	80	0,005	0,01	0,025	0,02	0,07	0,10
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	10	50	80	0,005	0,01	0,025	0,02	0,07	0,10
14.0	Stopy specjalne	< 1200	5	30	50	0,005	0,01	0,025	0,02	0,05	0,08
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	15	55	90	0,010	0,02	0,035	0,05	0,10	0,25
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	15	55	90	0,010	0,02	0,035	0,05	0,10	0,25
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	15	55	90	0,010	0,02	0,035	0,05	0,10	0,25
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	15	55	90	0,010	0,02	0,035	0,05	0,10	0,25
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	5	30	50	0,005	0,01	0,025	0,02	0,05	0,08
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	5	30	50	0,005	0,01	0,025	0,02	0,05	0,08
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	30	180	300	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		30	180	300	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		30	160	250	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	30	160	250	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	30	160	250	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	30	160	250	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	30	160	250	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	30	160	250	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	30	160	250	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	30	160	250	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5
19.0	Grafit		30	160	250	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5
20.0	Termoplasty		30	180	300	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5
20.1	Duroplasty		30	180	300	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5
20.2	GFK i CFK		30	180	300	0,010	0,02	0,040	0,02	0,4	0,5







L_2 / D_{min} = 3 do 5								
v_c [m/min]			f [mm/obr.]			a_p [mm]		
min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
30 –	120	– 150	0,010 –	0,02	– 0,025	0,02 –	0,07	– 0,10
30 –	120	– 150	0,010 –	0,02	– 0,025	0,02 –	0,07	– 0,10
30 –	120	– 150	0,010 –	0,02	– 0,025	0,02 –	0,07	– 0,10
30 –	120	– 150	0,010 –	0,02	– 0,025	0,02 –	0,07	– 0,10
30 –	120	– 150	0,010 –	0,02	– 0,025	0,02 –	0,07	– 0,10
30 –	120	– 150	0,010 –	0,02	– 0,025	0,02 –	0,07	– 0,10
30 –	120	– 150	0,010 –	0,02	– 0,025	0,02 –	0,07	– 0,10
20 –	80	– 120	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
20 –	80	– 120	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
30 –	120	– 150	0,010 –	0,02	– 0,025	0,02 –	0,07	– 0,10
20 –	80	– 120	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
20 –	80	– 120	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
5 –	30	– 50	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
5 –	30	– 50	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
15 –	70	– 100	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
15 –	70	– 100	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
15 –	70	– 100	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
15 –	70	– 100	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
	–			–			–	
	–			–			–	
	–			–			–	
5 –	30	– 50	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,06	– 0,10
5 –	30	– 50	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,06	– 0,10
5 –	30	– 50	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,06	– 0,10
10 –	50	– 80	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
10 –	50	– 80	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
10 –	50	– 80	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
10 –	50	– 80	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,07	– 0,10
5 –	30	– 50	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,06	– 0,10
15 –	55	– 90	0,010 –	0,02	– 0,030	0,03 –	0,10	– 0,20
15 –	55	– 90	0,010 –	0,02	– 0,030	0,03 –	0,10	– 0,20
15 –	55	– 90	0,010 –	0,02	– 0,030	0,03 –	0,10	– 0,20
15 –	55	– 90	0,010 –	0,02	– 0,030	0,03 –	0,10	– 0,20
5 –	30	– 50	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,06	– 0,10
5 –	30	– 50	0,005 –	0,01	– 0,020	0,02 –	0,06	– 0,10
30 –	180	– 300	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30
30 –	180	– 300	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30
30 –	160	– 250	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30
30 –	160	– 250	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30
30 –	160	– 250	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30
30 –	160	– 250	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30
30 –	160	– 250	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30
30 –	160	– 250	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30
30 –	160	– 250	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30
30 –	160	– 250	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30
30 –	160	– 250	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30
30 –	180	– 300	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30
30 –	180	– 300	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30
30 –	180	– 300	0,010 –	0,02	– 0,040	0,03 –	0,15	– 0,30

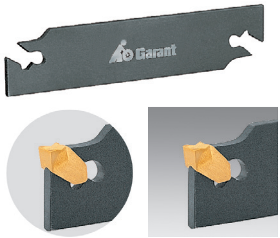
Tabela 9.20 GARANT Przecinanie

Numer katalogowy: 273550

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	Szerokość przecinania								
			2 mm						3 mm		
			v_c [m/min]			f [mm/obr.]			f [mm/obr.]		
		[N/mm²]	min.	start	maks.	min.	start	maks.	min.	start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	100 –	120 –	140	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	100 –	120 –	140	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
2.0	Stale automatowe	< 850	80 –	100 –	120	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	80 –	100 –	120	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	100 –	120 –	140	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	80 –	100 –	120	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	80 –	100 –	120	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	80 –	100 –	120	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	60 –	80 –	100	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	100 –	120 –	140	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	80 –	100 –	120	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	60 –	80 –	100	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
7.0	Stale do azotowania	< 1000	20 –	40 –	60	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
7.1	Stale do azotowania	> 1000	20 –	40 –	60	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
8.0	Stale narzędziowe	< 850	80 –	100 –	120	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	60 –	80 –	100	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	20 –	40 –	60	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	20 –	40 –	60	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	20 –	40 –	60	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	<1500	40 –	60 –	80	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	100 –	120 –	140	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	100 –	120 –	140	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	60 –	80 –	100	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	60 –	80 –	100	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
14.0	Stopy specjalne	< 1200	20 –	40 –	60	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	100 –	120 –	160	0,08 –	0,15 –	0,22	0,08 –	0,18 –	0,30
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	60 –	80 –	120	0,08 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,15 –	0,25
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	60 –	80 –	120	0,08 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,15 –	0,25
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	60 –	70 –	100	0,08 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,15 –	0,25
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	20 –	40 –	60	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	20 –	40 –	60	0,05 –	0,12 –	0,18	0,08 –	0,15 –	0,25
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	160 –	200 –	300	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		160 –	200 –	300	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		160 –	200 –	300	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	100 –	120 –	160	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	100 –	120 –	160	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	100 –	120 –	160	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	100 –	120 –	160	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	100 –	120 –	160	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	100 –	120 –	160	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	100 –	120 –	160	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
19.0	Grafit		100 –	120 –	160	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
20.0	Termoplasty		160 –	200 –	300	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
20.1	Duroplasty		160 –	200 –	300	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30
20.2	GFK i CFK		160 –	200 –	300	0,05 –	0,12 –	0,20	0,08 –	0,18 –	0,30

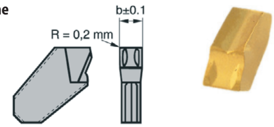
Garant® Przecinanie		P stal	M Inox/nierdzewne	K żeliwa	N metale nieżelazne	S Ti	H > 48 HRC
	F (dokł.)	HB 7035 (CU 7033)	HB 7135	HB 7035	(HB 7135)	HB 7135	
szeroki wybór	M (śr.)	HB 7035	HB 7135	HB 7035	(HB 7135)	HB 7135	

Szerokość przecinania						Zalecane płytki skrawające	Powłoka	Środek chłodząco-smarujący
4 mm			5 mm					
f [mm/obr.]			f [mm/obr.]					
min.	start	maks.	min.	start	maks.			
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	CU 7033 / HB 7035	bez / TiN	na sucho
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	CU 7033 / HB 7035	bez / TiN	na sucho
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	CU 7033 / HB 7035	bez / TiN	na sucho
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	CU 7033 / HB 7035	bez / TiN	na sucho
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	CU 7033 / HB 7035	bez / TiN	na sucho
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	CU 7033 / HB 7035	bez / TiN	na sucho
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	CU 7033 / HB 7035	bez / TiN	na sucho
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	CU 7033 / HB 7035	bez / TiN	na sucho
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7035	TiN	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	CU 7033 / HB 7035	bez / TiN	na sucho
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	CU 7033 / HB 7035	bez / TiN	na sucho
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7035	TiN	emulsja
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7035	TiN	emulsja
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7035	TiN	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	CU 7033 / HB 7035	bez / TiN	na sucho
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7035	TiN	emulsja
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7035	TiN	emulsja
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7035	TiN	emulsja
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
	–			–		–	–	–
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7035	TiN	emulsja
	–			–		–	–	–
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7035	TiN	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7035/HB 7135	TiN	na sucho
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7035/HB 7135	TiN	na sucho
0,08	0,15	0,30	0,08	0,15	0,30	HB 7035/HB 7135	TiN	emulsja
0,08	0,15	0,30	0,08	0,15	0,30	HB 7035/HB 7135	TiN	emulsja
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7035	TiN	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7035	bez	na sucho
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7035	bez	na sucho
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7035	bez	na sucho
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7035	bez	na sucho
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7135	bez	emulsja
0,08	0,15	0,25	0,08	0,15	0,25	HB 7135	bez	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7135	bez	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7135	bez	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7135	bez	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7135	bez	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7035	TiN	na sucho
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7135	bez	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7035	TiN	na sucho
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7035	TiN	na sucho
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7135	bez	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7135	bez	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7035	TiN	na sucho
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7135	bez	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7135	bez	emulsja
0,08	0,18	0,30	0,08	0,18	0,30	HB 7135	bez	emulsja

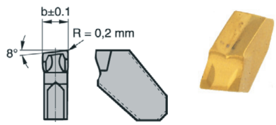


Płytki do przecinania:

neutralne



prawe



lewe

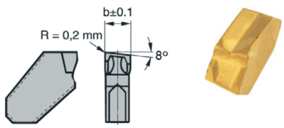


Tabela 9.21 SECO MDT Toczenie poprzeczne

MDT 16 i MDT 13 toczenie poprzeczne / toczenie wzdłużne

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Prędkość skrawania v_c [m/min]			
			Materiał narzędzia skrawającego CP500		Materiał narzędzia skrawającego TP200	
			Szerokość płytki		Szerokość płytki	
			3/4	5/6	3/4	5/6
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	90 – 190	75 – 170	135 – 225	115 – 205
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	90 – 190	75 – 170	135 – 225	115 – 205
2.0	Stale automatowe	< 850	90 – 190	75 – 170	135 – 225	115 – 205
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	80 – 180	70 – 160	130 – 220	110 – 200
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	90 – 190	75 – 170	135 – 225	115 – 205
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	90 – 190	75 – 170	135 – 225	115 – 205
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	80 – 180	70 – 160	130 – 220	110 – 200
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	80 – 110	60 – 100	130 – 160	105 – 150
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	50 – 105	40 – 90	85 – 140	75 – 125
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	90 – 190	75 – 170	135 – 225	115 – 205
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	80 – 110	60 – 100	130 – 160	105 – 150
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	50 – 105	40 – 90	85 – 140	75 – 125
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50 – 90	40 – 80	–	–
7.1	Stale do azotowania	> 1000	40 – 80	30 – 70	–	–
8.0	Stale narzędziowe	< 850	80 – 110	60 – 100	130 – 160	105 – 150
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	50 – 105	40 – 90	85 – 140	75 – 125
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	50 – 105	40 – 90	85 – 140	75 – 125
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200	50 – 105	40 – 90	85 – 140	75 – 125
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC	–	–	–	–
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC	–	–	–	–
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC	–	–	–	–
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350	50 – 90	40 – 80	–	–
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800	40 – 80	30 – 70	–	–
12.0	Stale sprężynowe	<1500	40 – 80	30 – 70	–	–
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	110 – 150	80 – 135	130 – 170	100 – 155
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	110 – 150	80 – 135	130 – 170	100 – 155
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	90 – 130	70 – 120	105 – 145	80 – 135
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	90 – 130	70 – 120	105 – 145	80 – 135
14.0	Stopy specjalne	< 1200	40 – 80	30 – 70	–	–
15.0	Żeliwo (GG	< 180 HB	60 – 155	50 – 135	90 – 170	80 – 150
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	55 – 85	45 – 75	75 – 105	60 – 95
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	60 – 155	50 – 135	90 – 170	80 – 150
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	55 – 85	45 – 75	75 – 105	60 – 95
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	50 – 90	40 – 80	–	–
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	40 – 80	30 – 70	–	–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	450 – 550	450 – 550	600 – 700	600 – 700
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		450 – 550	450 – 550	600 – 700	600 – 700
17.2	Stopy aluminium > 10% Si		300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
18.0	Miedź niskostopowa	< 400	450 – 550	450 – 550	600 – 700	600 – 700
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850	300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850	300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200	300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
19.0	Grafit		300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550
20.0	Termoplasty		450 – 550	450 – 550	600 – 700	600 – 700
20.1	Duroplasty		450 – 550	450 – 550	600 – 700	600 – 700
20.2	GFK i CFK		300 – 400	300 – 400	450 – 550	450 – 550

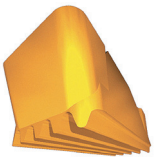
MDT 16 Obróbka zewnętrzna

Wariant obróbki	Geometria	Posuw f [mm] Szerokość 3 mm	4 mm	5 mm	6 mm
Toczenie poprzeczne	FT	0,10 – 0,20	0,10 – 0,25	0,10 – 0,30	0,10 – 0,35
	MT	0,10 – 0,25	0,12 – 0,30	0,12 – 0,35	0,15 – 0,40
	MP	0,10 – 0,40	0,10 – 0,60	0,10 – 0,70	0,10 – 0,80
Toczenie wzdłużne	FT	0,05 – 0,18*	0,08 – 0,25*	0,10 – 0,30	0,10 – 0,35
	MT	0,10 – 0,25	0,15 – 0,35	0,18 – 0,40	0,20 – 0,50
	MP	0,10 – 0,40	0,10 – 0,60	0,10 – 0,70	0,10 – 0,80

Wariant obróbki	Geometria	Głębokość toczenia poprzecznego a_r [mm] lub głębokość skrawania a_p [mm] Szerokość 3 mm	4 mm	5 mm	6 mm
Toczenie poprzeczne	FT	maks. 9	maks. 12	maks. 12 (** 15)	maks. 12 (** 18)
	MT				
	MP				
Toczenie wzdłużne	FT	0,30 – 3,00	0,40 – 3,00	0,50 – 3,00	0,60 – 3,00
	MT	0,30 – 3,00	0,40 – 3,00	0,50 – 3,00	0,60 – 3,00
	MP	0,15 – 1,20	0,20 – 1,60	0,22 – 2,00	0,25 – 2,40

** Maksymalna głębokość toczenia poprzecznego wynikająca z konstrukcji uchwytu, przy czym w styczność z obrabianym przedmiotem wchodzą 2 ostrza płytki skrawającej.





Płytki do toczenia poprzecznego MDT 16 :



FT



MT



MP

MDT 13 Toczenie poprzeczne (planowanie), wcinanie czołowe i toczenie wewnętrzne

Wariant obróbki	Geometria	Posuw f [mm] Szerokość 3 mm	4 mm	Uwagi
Wcinanie czołowe i wcinanie wewnętrzne	FT	0,05 – 0,20	0,10 – 0,25	Istniejący rowek (powiększanie)
	FT	0,05 – 0,08	0,05 – 0,08	1. wcięcie w pełnym materiale
Toczenie poprzeczne (planowanie) i toczenie wewnętrzne	FT	0,05 – 0,18**	0,08 – 0,25**	

Wariant obróbki	Geometria	Głębokość toczenia poprzecznego a_r [mm] lub głębokość skrawania a_p [mm] Szerokość 3 mm	4 mm
Wcinanie czołowe i wcinanie wewnętrzne	patrz uchwyt		
Toczenie poprzeczne (planowanie) i toczenie wewnętrzne	FT	0,30 – 2,50	0,40 – 2,50

** Maksymalna głębokość toczenia poprzecznego wynikająca z konstrukcji uchwytu, przy czym w styczność z obrabianym przedmiotem wchodzą 2 ostrza płytki skrawającej.

Płytki do toczenia poprzecznego MDT 13:



MP



FT

Tabela 9.22 GARANT – Narzędzie do toczenia i wiercenia "5 w 1" 1,15xD/2,25xd

Numery katalogowe268900/268901; 268905/268906

Liczba ostrzy efektywnych 1

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	HB 7130			HB 7120			HU 70AL		
			v_c [m/min]			v_c [m/min]			v_c [m/min]		
		[N/mm²]	min.	Start	maks.	min.	start	maks.	min.	Start	maks.
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	160	200	280	180	220	320		–	
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	140	190	260	150	200	300		–	
2.0	Stale automatowe	< 850	160	220	300	180	230	350		–	
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	140	190	280	160	210	320		–	
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	120	180	250	170	200	300		–	
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	100	140	200	150	180	255		–	
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	70	110	180	100	140	200		–	
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	70	110	160	80	130	160		–	
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	50	90	150	70	110	140		–	
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	80	120	200	150	180	250		–	
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	70	110	180	120	150	200		–	
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	70	120	150	90	130	160		–	
7.0	Stale do azotowania	< 1000	50	100	180	130	160	215		–	
7.1	Stale do azotowania	> 1000	50	80	120	80	110	140		–	
8.0	Stale narzędziowe	< 850	70	120	150	120	140	180		–	
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	60	110	140	100	120	160		–	
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	50	90	100	70	110	120		–	
9.0	Stale szybkotnące	830 – 1200		–			–			–	
10.0	Stale hartowane	45–55 HRC		–			–			–	
10.1	Stale hartowane	55–60 HRC		–			–			–	
10.2	Stale hartowane	60–67 HRC		–			–			–	
11.0	Stale konstr. odporne na ścieranie	1350		–			–			–	
11.1	Stale konstr. odporne na ścieranie	1800		–			–			–	
12.0	Stale sprężynowe	<1500		–			–			–	
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	90	120	160	90	120	160		–	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	80	110	150		–			–	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	50	90	125		–			–	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	70	100	120	120	150	220		–	
14.0	Stopy specjalne	< 1200		–			–			–	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB		–			–			–	
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB		–			–			–	
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB		–			–			–	
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB		–			–			–	
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850		–			–			–	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200		–			–			–	
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350		–			–		400	600	2400
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			–			–		240	400	950
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			–			–		160	300	800
18.0	Miedź niskostopowa	< 400		–			–		200	350	520
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600		–			–		200	400	800
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600		–			–		200	350	600
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600		–			–		120	200	320
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		–			–		100	190	280
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		–			–		100	180	230
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		–			–		80	110	180
19.0	Grafit			–			–			–	
20.0	Termoplasty			–			–		400	600	2400
20.1	Duroplasty			–			–		240	400	950
20.2	GFK i CFK			–			–		160	300	800

Wskazówka: W przypadku materiałów o większej wytrzymałości (≥1000 N/mm²) rozpoczynać obróbkę z najmniejszymi wartościami posuwu (f=0,01/0,02 mm) i po osiągnięciu głębokości otworu 1 mm zwiększyć posuw zgodnie z tabelą. Parametry wiercenia są podane w Tabeli 3.49 (rozdział „Wiercenie").



Narzędzia tokarskie i wiertarskie „5 w 1“ – parametry skrawania

Informacja

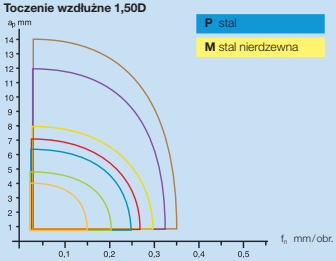
▶ Kontynuacja

Toczenie

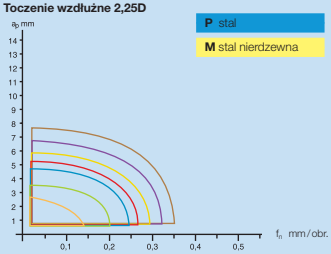
D= 08 10 11 15 18 20 26 33



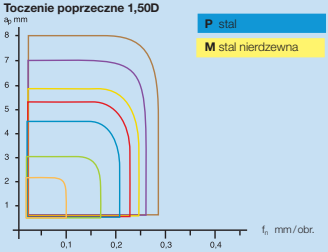
Toczenie wzdłużne 1,50D



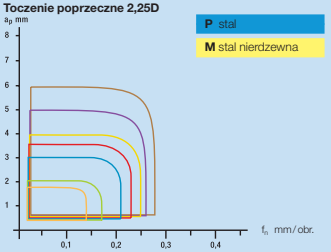
Toczenie wzdłużne 2,25D



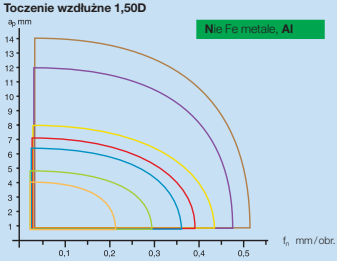
Toczenie poprzeczne 1,50D



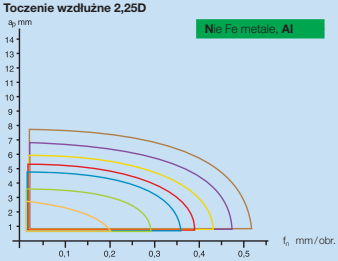
Toczenie poprzeczne 2,25D



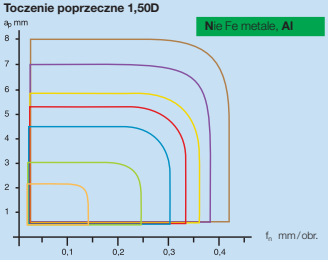
Toczenie wzdłużne 1,50D



Toczenie wzdłużne 2,25D



Toczenie poprzeczne 1,50D



Toczenie poprzeczne 2,25D

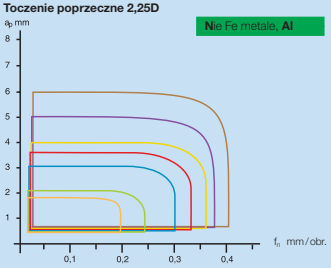


Tabela 9.23 Kształty radełkowanych wzorów - obróbka bezwiórowa

Numery katalogowe 290100–200140

Spiętrzanie materiału przy kształtowaniu radełkowanego wzoru



Zarys radełkowania według DIN 82: RAA (zarys radełkowania na obrabianym przedmiocie)
Zarys radełkowania według DIN 403: AA (zarys radełkowania na krążku)

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Śr. obrabianego przedmiotu [mm]	Podziałka 0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0
				Powiększenie średnicy obrabianego przedmiotu [mm]												
2.0	Stale automatowe	< 850	5	0,08	0,14	0,18	0,22	0,27	0,29	0,33	0,35	0,50	–	–	–	–
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	15	0,08	0,14	0,18	0,23	0,30	0,40	0,41	0,44	0,50	0,60	0,65	0,67	0,70
			25	0,08	0,15	0,23	0,24	0,28	0,35	0,38	0,44	0,53	0,62	0,70	0,70	0,98
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	5	0,10	0,15	0,20	0,25	0,28	0,30	0,35	0,42	0,41	–	–	–	–
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	15	0,10	0,15	0,19	0,25	0,30	0,34	0,40	0,45	0,51	0,60	–	–	–
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	25	0,10	0,14	0,20	0,26	0,31	0,33	0,38	0,43	0,50	0,62	–	–	–
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	5	0,09	0,15	0,19	0,23	0,28	0,30	0,34	0,41	0,40	–	–	–	–
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		15	0,10	0,15	0,19	0,26	0,29	0,33	0,39	0,45	0,51	0,57	0,65	–	–
			25	0,09	0,15	0,19	0,26	0,29	0,32	0,37	0,45	0,52	0,59	0,65	0,78	0,75
18.1	Stale nierdzewne siarkowane	< 600	5	0,08	0,12	0,18	0,20	0,21	0,22	0,23	0,25	0,28	–	–	–	–
18.2	Stale nierdzewne siarkowane	< 600	15	0,10	0,14	0,20	0,26	0,28	0,29	0,31	0,35	0,41	0,44	0,48	0,50	0,55
			25	0,10	0,15	0,20	0,25	0,28	0,30	0,32	0,36	0,43	0,48	0,50	0,53	0,53

Zarys radełkowania według DIN 82: RBL 30°/RBR 30° (zarys radełkowania na obrabianym przedmiocie)
Zarys radełkowania według DIN 403: BR 30°/BL 30° (zarys radełkowania na krążku)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Śr. obrabianego przedmiotu [mm]	Podziałka 0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0
				Powiększenie średnicy obrabianego przedmiotu [mm]												
2.0	Stale automatowe	< 850	5	0,11	0,15	0,20	0,24	0,28	0,34	0,38	0,45	0,55	–	–	–	–
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	15	0,11	0,15	0,22	0,26	0,30	0,35	0,42	0,45	0,52	0,67	0,73	0,75	0,85
			25	0,11	0,14	0,23	0,25	0,28	0,36	0,42	0,45	0,56	0,70	0,72	0,78	0,90
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	5	0,09	0,14	0,19	0,25	0,31	0,34	0,39	0,45	0,52	–	–	–	–
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	15	0,12	0,20	0,23	0,31	0,35	0,40	0,45	0,51	0,62	0,66	0,73	0,85	0,97
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	25	0,12	0,18	0,24	0,27	0,37	0,39	0,43	0,49	0,59	0,80	0,84	0,93	0,96
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	5	0,12	0,14	0,21	0,24	0,29	0,34	0,39	0,41	0,51	–	–	–	–
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		15	0,12	0,18	0,23	0,26	0,36	0,40	0,43	0,50	0,56	0,56	0,61	0,74	0,75
			25	0,12	0,18	0,25	0,28	0,37	0,39	0,46	0,50	0,58	0,77	0,82	0,84	0,96
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	5	0,10	0,14	0,20	0,23	0,24	0,28	0,30	0,33	0,37	–	–	–	–
18.2	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	15	0,10	0,15	0,21	0,23	0,24	0,31	0,36	0,41	0,47	0,53	0,55	0,64	0,63
			25	0,11	0,15	0,22	0,22	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,55	0,61	0,62	0,68

Zarys radełkowania według DIN 82:RGE 30° (zarys radełkowania na obrabianym przedmiocie)
Zarys radełkowania według DIN 403:BR 30° + BL 30° (zarys radełkowania na krążku)



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Śr. obrabianego przedmiotu [mm]	Podziałka 0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0
				Powiększenie średnicy obrabianego przedmiotu [mm]												
2.0	Stale automatowe	< 850	5	0,12	0,16	0,20	0,25	0,33	0,41	0,45	0,55	0,65	–	–	–	–
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	15	0,13	0,22	0,30	0,32	0,35	0,41	0,43	0,52	0,62	0,67	0,81	0,86	0,95
			25	0,12	0,18	0,28	0,32	0,35	0,38	0,43	0,55	0,67	0,77	0,87	0,98	0,98
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	5	0,11	0,20	0,25	0,30	0,36	0,39	0,41	0,55	0,55	–	–	–	–
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	15	0,10	0,14	0,21	0,24	0,29	0,34	0,40	0,43	0,53	0,66	0,72	0,70	0,88
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	25	0,11	0,13	0,20	0,25	0,28	0,32	0,41	0,44	0,52	0,67	0,70	0,71	0,83
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	5	0,10	0,15	0,21	0,25	0,33	0,36	0,41	0,50	0,57	–	–	–	–
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		15	0,11	0,14	0,20	0,25	0,28	0,33	0,39	0,43	0,54	0,67	0,71	0,76	0,89
			25	0,11	0,15	0,22	0,25	0,29	0,34	0,40	0,44	0,53	0,68	0,69	0,71	0,88
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	5	0,12	0,13	0,16	0,20	0,24	0,28	0,30	0,32	0,38	–	–	–	–
18.2	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	15	0,12	0,16	0,18	0,24	0,28	0,30	0,37	0,39	0,40	0,48	0,52	0,55	0,63
			25	0,12	0,17	0,22	0,23	0,27	0,30	0,34	0,38	0,41	0,48	0,50	0,63	0,63









Prędkość skrawania i posuw

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Śr. obrabianego przedmiotu [mm]	Średnica radełka [mm]	v_c [m/min]	f [mm/obr.]				
						Promieniowo	Osiowo			
							Podziałka			
							>0,3< 0,5	>0,5< 1,0	>1,0< 1,5	>1,5< 2,0
2.0	Stale automatowe	< 850	< 10	10/15	20 – 50	0,04 – 0,0	0,20	0,13	0,08	0,07
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	10–40	15/20	25 – 55	0,05 – 0,1	0,28	0,18	0,14	0,10
			40–100	20/25	30 – 60	0,05 – 0,1	0,35	0,25	0,17	0,11
			100–250	20/25	30 – 60	0,05 – 0,1	0,42	0,28	0,18	0,13
			>250	25	30 – 60	0,05 – 0,1	0,45	0,29	0,20	0,14
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	< 10	10/15	15 – 40	0,04 – 0,0	0,14	0,09	0,06	0,05
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	10–40	15/20	20 – 50	0,05 – 0,1	0,20	0,13	0,10	0,07
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	40–100	20/25	25 – 50	0,05 – 0,1	0,25	0,18	0,12	0,08
			100–250	20/25	25 – 50	0,05 – 0,1	0,29	0,20	0,13	0,09
			>250	25	25 – 50	0,05 – 0,1	0,31	0,21	0,14	0,10
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	< 10	10/15	25 – 60	0,04 – 0,0	0,12	0,08	0,05	0,04
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór		10–40	15/20	30 – 65	0,05 – 0,1	0,17	0,11	0,08	0,06
			40–100	20/25	35 – 70	0,05 – 0,1	0,21	0,15	0,10	0,07
			100–250	20/25	35 – 70	0,05 – 0,1	0,25	0,17	0,11	0,08
			>250	25	35 – 70	0,05 – 0,1	0,27	0,18	0,12	0,08
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	< 10	10/15	30 – 75	0,04 – 0,0	0,22	0,14	0,09	0,08
18.2	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	10–40	15/20	40 – 85	0,05 – 0,1	0,31	0,20	0,15	0,11
			40–100	20/25	45 – 90	0,05 – 0,1	0,39	0,28	0,18	0,12
			100–250	20/25	45 – 90	0,05 – 0,1	0,46	0,31	0,20	0,14
			>250	25	45 – 90	0,05 – 0,1	0,49	0,32	0,22	0,15

Tabela 9.24 Frezowanie radełkowanego wzoru - obróbka wiórowa

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	Grupa materiałowa radełka	Średnica krążka frezującego [mm]	∅ obrabianego przedmiotu- [mm] < 12	
					v_c [m/min]	f [mm/obr.]
1.0	Stale konstr. ogólnego przeznaczenia	< 500	stal do 600 N/mm²	10	35	0,05 – 0,08
				14,5	45	0,07 – 0,09
				20/21,5	60	0,07 – 0,14
				25	60	0,07 – 0,15
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	stal do 900 N/mm²	10	25	0,04 – 0,07
2.0	Stale automatowe	< 850				
2.1	Stale automatowe	850 – 1000				
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	< 700		14,5	35	0,06 – 0,08
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	700 – 850				
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. cieplne.	850 – 1000				
4.0	Stopowe stale do ulepsz. cieplne.	850 – 1000		20/21,5	50	0,06 – 0,12
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750				
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000				
7.0	Stale do azotowania	< 1000		25	40	0,05 – 0,10
8.0	Stale narzędziowe	< 850				
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100				
13.0	Stale nierdzewne siarkowane	< 700	stale nierdzewne	10	22	0,04 – 0,06
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700		14,5	30	0,06 – 0,08
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850		20/21,5	40	0,06 – 0,12
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100		25	35	0,05 – 0,10
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	żeliwo szare	10	22	0,04 – 0,06
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB		14,5	30	0,06 – 0,08
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB		20/21,5	40	0,06 – 0,12
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB		25	40	0,05 – 0,10
17.0	Al. dające dł.wiór; st. al. do przer. plast.; Mg	do 350	aluminium	10	70	0,06 – 0,13
17.1	Stopy alum. dające krótki wiór			14,5	80	0,08 – 0,18
17.2	Stopy aluminium > 10% Si			20/21,5	120	0,10 – 0,25
				25	100	0,10 – 0,20
18.1	Mosiądz dający krótki wiór	< 600	mosiądz do 580 N/mm²	10	60	0,06 – 0,10
				14,5	70	0,08 – 0,12
				20/21,5	100	0,08 – 0,20
				25	90	0,10 – 0,15
18.2	Mosiądz dający długi wiór	< 600	mosiądz do 600 N/mm²	10	50	0,05 – 0,09
				14,5	60	0,06 – 0,10
				20/21,5	90	0,07 – 0,15
				25	80	0,06 – 0,10
18.3	Brąz dający krótki wiór	< 600	brąz	10	35	0,05 – 0,08
18.4	Brąz dający krótki wiór	650 – 850		14,5	45	0,07 – 0,09
18.5	Brąz dający długi wiór	< 850		20/21,5	60	0,07 – 0,14
18.6	Brąz dający długi wiór	850 – 1200		25	50	0,06 – 0,10
20.0	Termoplasty		tworzywa sztuczne	na zapytanie ofertowe		
20.1	Duroplasty					
20.2	GFK i CFK					

∅ obrabianego przedmiotu [mm] 12-40				∅ obrabianego przedmiotu [mm] 40-250			
v_c [m/min]	f [mm/obr.]			v_c [m/min]	f [mm/obr.]		
–	–			–	–		
40	0,07	–	0,09	–	–		
60	0,07	–	0,15	55	0,07	–	0,15
60	0,10	–	0,15	50	0,10	–	0,15
–	–			–	–		
30	0,06	–	0,08	–	–		
45	0,06	–	0,12	40	0,06	–	0,12
40	0,05	–	0,10	35	0,05	–	0,10
–	–			–	–		
28	0,06	–	0,08	–	–		
35	0,06	–	0,12	32	0,06	–	0,12
30	0,05	–	0,10	30	0,05	–	0,10
–	–			–	–		
28	0,06	–	0,08	–	–		
35	0,06	–	0,12	32	0,06	–	0,12
30	0,05	–	0,10	30	0,05	–	0,10
–	–			–	–		
70	0,08	–	0,18		–		
110	0,10	–	0,25	100	0,10	–	0,25
90	0,10	–	0,20	80	0,10	–	0,20
–	–			–	–		
60	0,08	–	0,12	–	–		
100	0,08	–	0,20	90	0,08	–	0,20
90	0,10	–	0,15	80	0,10	–	0,15
–	–			–	–		
60	0,06	–	0,10	–	–		
90	0,07	–	0,15	80	0,07	–	0,15
80	0,06	–	0,10	60	0,06	–	0,10
–	–			–	–		
40	0,07	–	0,09	–	–		
60	0,07	–	0,14	55	0,07	–	0,14
55	0,06	–	0,10	50	0,06	–	0,10





AA



AA



BL 15°



BL 30°



BL 30°



BR 15°



BR 30°



BR 30°



Spis treści





Spis tabel znormalizowanych chwytów narzędzi 697
Cechy techniczne uchwytów narzędziowych (GARANT, KELCH, HOLEX) 697

1 Uchwyty narzędzi 698
1.1 Uchwyty ze stożkiem niesamohamownym (SK) 698
1.2 Stożkowe chwyty drążone (HSK) 700

2 Uchwyty zaciskowe 702
2.1 Uchwyty zaciskowe 702
2.2 Uchwyty zaciskowe do tulei zaciskowych 703
2.3 Uchwyty zaciskowe hydrauliczne (HD) 704
2.4 Uchwyty zaciskowe precyzyjne (APC) 705
2.5 Technologia skurczowa 707
2.5.1 Uchwyty termoskurczowe według DIN 69871 707
2.5.2 Przyrządy zaciskowe firmy KELCH 708
2.5.3 GARANT Uchwyty termoskurczowe 711
2.5.4 KELCH Uchwyty termoskurczowe 712
2.5.5 Technologia skurczowa - informacje o wyposażeniu 715
2.6 Granice zastosowania uchwytów zaciskowych 716
2.6.1 Porównanie uchwytów zaciskowych 716
2.6.2 Graniczne prędkości obrotowe uchwytów zaciskowych 718
2.6.3 Siły osadzania uchwytu narzędzi we wrzeciono obrabiarki 718
2.7 Narzędzia napędzane przeznaczone do centrów obróbkowych 719

3 Wyważanie uchwytów narzędziowych 721
3.1 Wyważanie niewyważenia statycznego 722
3.2 Wyważanie niewyważenia dynamicznego 723
3.3 Stopień dokładności wyważenia i niewyważenie końcowe 723

4 Uchwyty narzędzi VDI 727

5 Narzędzia napędzane dla centrów tokarskich 728
5.1 Monoblokowe narzędzia napędzane do centrów tokarskich 728
5.1.1 Nazwy i wykonania głowic narzędziowych 728
5.1.2 Możliwości zastosowania głowicy rewolwerowej 730
5.2 Narzędzia napędzane (AGW) o konstrukcji modułowej 731
5.3 Zalety i wady różnych napędów 732

6 Tabele chwytów narzędzi według DIN 228 i DIN 2080 733

Spis tabel znormalizowanych chwytów narzędzi

Nazwa	Nr tabeli	Strona
Chwyty narzędziowe według DIN 228 i DIN 2080 (wymiary główne)	10.10	725
Mocowanie poprzeczne według DIN 1806		
Chwyty nasadzane uchwytów wiertarskich według DIN 238		

Cechy techniczne chwytów narzędzi (GARANT, KELCH, HOLEX)



GARANT:

Gatunek Premium.

- Wysoka jakość, dojrzałe rozwiązanie techniczne
- Wysoki stopień dokładności wyważania G 2,5 /25 000 min^{-1} (standard)
- Uchwyty z otworami kanałów chłodzących (KKB), standardowo z gwintami zamykającymi
- Powierzchnie ustalające uchwytów HSK obrobione po obróbce cieplnej
- Wszystkie chwyty toczone po ulepszeniu, w celu zapewnienia większej dokładności ruchu obrotowego
- Wymiary pośrednie wymiaru A: 120, 130 i 200 mm



KELCH:

Precyzja i dynamika.

- Kompleksowy producent narzędzi precyzyjnych, przyrządów ustawczych, technologii skurczowej, TUL i sprawdzianów pomiarowych, posiadający duże moce produkcyjne
- Producent całego asortymentu uchwytów HSK
- Wyłączny partner Hoffmann Group w Europie
- Bezpośredni dostęp do interfejsu TDM
- Doradztwo w miejscu pracy za pomocą ekspozycji objazdowej
- Kompletne wyposażenie obrabiarek NC
- Innowacyjne wyroby o bardzo wysokiej dokładności
- Wysoki stopień dokładności wyważania G 2,5/25 000 min^{-1} (standard)



HOLEX:

Dobra jakość przemysłowa za atrakcyjną cenę.

- Stopień dokładności wyważania G 6,3/12 000 min^{-1} Wyjątek: DIN 2080, 228
- Wykonanie w kształcie AD lub A
- Wersje chwytów:
  – krótki = czerniony,
  – długi = toczony po ulepszeniu,
  – bardzo długi = toczony po ulepszeniu.

1 Uchwyty narzędzi

Utrzymującej się tendencji skracania czasów obróbki, z jednoczesnym zachowaniem bardzo wysokich wymagań, odnoszących się do dokładności wytwarzania i niezawodności procesu produkcyjnego, można sprostać tylko przez skoordynowanie układu obrabiarka--narzędzie-uchwyt. Powstają przy tym następujące szczegółowe **wymagania**, wynikające z procesu roboczego:

Dla obrabiarki:	Wysoka sztywność Izolacja fundamentu zabezp. przed przenoszeniem drgań Lekka konstrukcja części ruchomych Duża dokładność ruchu obrotowego wrzeciona Odpowiednia siła osadzenia wrzecion obrabiarki Inteligentne sterowanie
Dla narzędzia:	Wysoka dokładność ruchu obrotowego Wysoki stopień dokład. wyważania (geom., ukształt. chwytu) Wysoka trwałość (materiał narzędzia skraw., powłoka)
Dla uchwytu narzędziowego:	Wysoka dokładność ruchu obrotowego Odpowiedni stopień dokładności wyważania Odpowiedni stopień dokładności wyważania

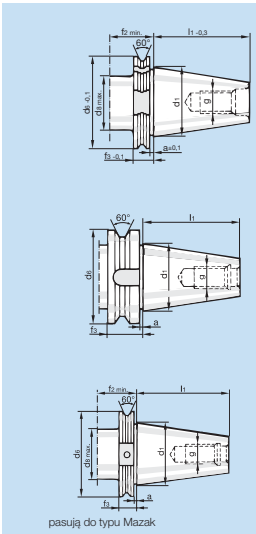
Prowadzi to do powstania następujących **podstawowych wymagań** dla nowoczesnych konstrukcji uchwytów:

- wysoka sztywność statyczna,
- bardzo wysoka obciążalność dynamiczna,
- bardzo wysoka dokładność,
- przydatność do wysokich prędkości obrotowych.

1.1 Uchwyty ze stożkiem niesamohamownym (SK)

Do automatycznej albo ręcznej wymiany wierteł lub frezów stosowane są uchwyty ze stożkiem niesamohamownym, zwłaszcza według DIN 69871, DIN 2080 albo JIS B6339 (MAS-BT). Stożki niesamohamowne narzędzi (stożek 7:24) są łączone z wrzecionem maszyny za pomocą dodatkowych przyrządów mocujących. Różne powierzchnie ustalające zabieraków służą do utrzymywania i pozycjonowania narzędzia w przyrządach lub magazynie obrabiarki. **Najczęściej stosowanymi uchwytami SK** jest **według DIN 69871 kształt AD/B** z rowkiem trapezowym i rowkiem ustawczym. Kształt AD/B jest kombinacją otworu przelotowego (AD) do **centralnego doprowadzania cieczy chłodząco-smarującej** lub centralnego **doprowadzania cieczy chłodząco-smarującej bocznie, przez kołnierz** (B).

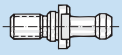
Przy małych obciążeniach moment obrotowy jest przenoszony przez zamocowanie stożka siłą tarcia. Przy większych momentach i obciążeniach udarowych, główny udział w przenoszeniu momentu obrotowego mają **kamienie zabierakowe.** Są one asymetrycznie rozmieszczone na powierzchni czołowej wrzeciona, aby zagwarantować odpowiednie ustawienie narzędzia.



kształt A: bez otworu przelotowego
kształt AD: z otworem przelotowym **do centr. doprow. chłodziwa**
kształt B: **do bocznego doprowadzania** chłodziwa przez kołnierz narzędzia



sworznie dociągające wg DIN 69872 lub ISO 7388/II, typ B lub z rowkiem pierścieniowym



sworznie dociągające wg normy JIS

**) dostawa od producenta



sworznie dociągające wg normy ANSI

*) połączenie norm ANSI i Caterpillar

DIN 69871/1

	SK 40	SK 50
l 1	68,4	101,75
d 1	44,45	69,85
d 6	63,55	97,50
d 8	50	80
f 2	35	35
f 3	19,1	19,1
a	3,2	3,2
g	M 16	M 24

JIS B 6339 (norma japońska)
(stara norma MAS-BT)

	SK 40	SK 50
l 1	65,4	101,8
d 1	44,45	69,85
d 6	63	100
f 3	27	38
a	2	3
g	M 16	M 24

ANSI (norma amerykańska)**

	SK 40	SK 50*
l 1	68,3	101,75
d 1	44,45	69,85
d 6	63,55	98,45
d 8	44,45	69,85
f 2	35	35
f 3	19,1	19,1
a	3,18	3,18
g	M 16	M 24

Rys. 10.1 Chwyty obrabiarek NC i centrów obróbkowych

Chwyty narzędzi według DIN 69871/JIS B6339 są wyposażone w sworznie dociągające i przy zastosowaniu wymiennika narzędzi mogą być bardzo szybko wymieniane automatycznie.

Chwyty narzędzi według DIN 2080 są wkręcane we wrzeciono ręcznie, za pomocą pręta dociągającego z gwintowanym sworzniem. Wskutek ręcznego wkręcania wymiana narzędzia wymaga dłuższego czasu niż wymiana automatyczna. Dlatego DIN 2080 odgrywa coraz bardziej drugorzędną rolę.

Zaletami stożków niesamohamownych są symetryczna konstrukcja, łatwość produkcji i samoczynne centrowanie. **Wadą** jest jednak powiększanie się stożka wrzeciona wskutek wysokiej prędkości obrotowej (odkształcenie pod wpływem siły odśrodkowej) i możliwość przesunięcia osiowego narzędzia wskutek działania siły wciągającej we wrzeciono, utrzymującego się także po zatrzymaniu wrzeciona (pasowanie wtłaczane). Poza tym odkształcenie pod wpływem siły odśrodkowej ma tę wadę, że przylegające powierzchnie ulegają zmniejszeniu i tym samym zmniejsza się możliwość przenoszenia momentu obrotowego przez siłę tarcia. W najbardziej niekorzystnym przypadku może dojść do przesunięcia narzędzia.

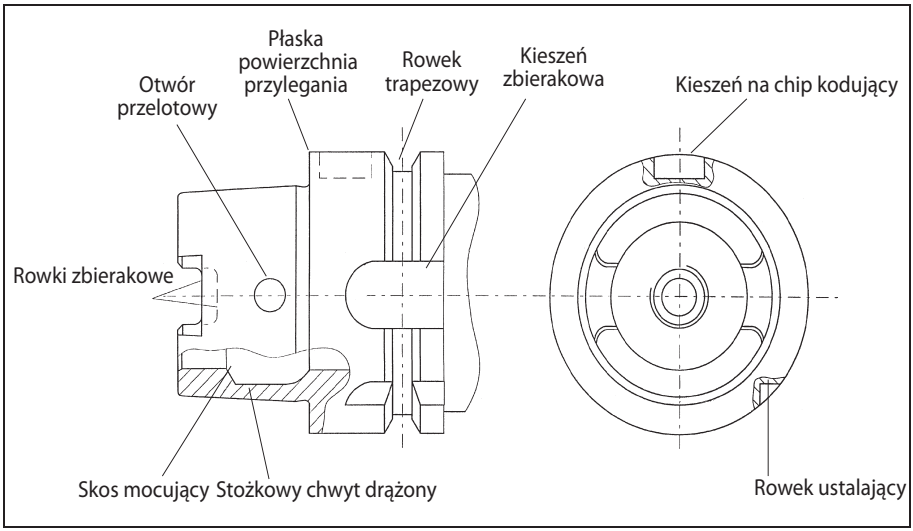
Wskutek osiowego przesunięcia przy dużych prędkościach obrotowych zostaje również utracone wstępne ustawienie długości narzędzia za pomocą przyrządu ustawczego. Niekorzystny wpływ może mieć też sworzeń dociągający (AB). Po pierwsze AB jest częścią ulegającą zużyciu (= dodatkowe koszty!), po drugie, sworzeń AB o obniżonej jakości może spowodować niewłaściwy rezultat obróbki (wciąganie ukośne, jednostronne obciążenie łożyska wrzeciona i stożka, mała dokładność ruchu obrotowego) i tym samym krótszą trwałość narzędzia i ułożyskowania wrzeciona.

1.2 Stożkowe chwyty drążone (HSK)

W przypadku drążonego chwytu walcowego chodzi o narzędzie ze stożkowym zarysem zewnętrznym (stożek 1:10) i otworem przelotowym (*Rys. 10.2*). Chwyt ten znalazł szerokie zastosowanie w obróbce skrawaniem. W nowoczesnych centrach obróbkowych jest stosowany częściej, niż uchwyt ze stożkiem niesamohamownym, z uwagi na niżej wymienione **zalety**:

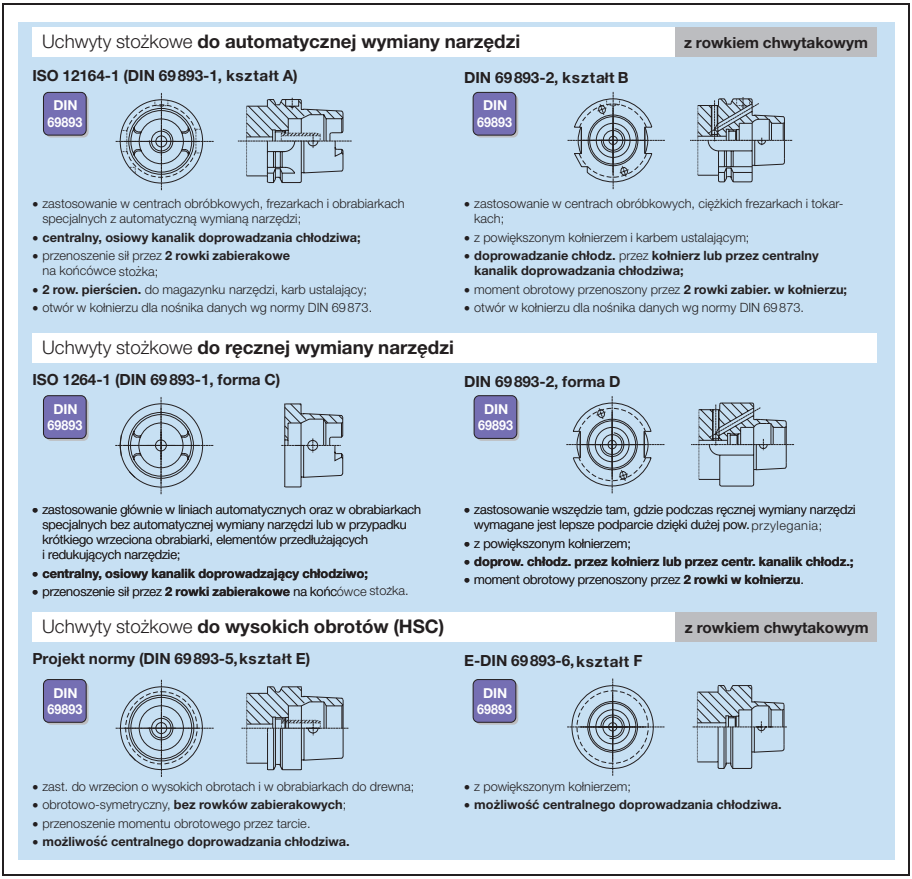
- dokładność (stałe ustawienie osiowe, dzięki czołowej powierzchni przylegania),
- sztywność (możliwość przejmowania dużych momentów zginających),
- przydatność do wysokich prędkości obrotowych (przenoszenie dużego momentu ob.),
- duża powtarzalność przy wymianie narzędzi,
- wyeliminowanie konieczności używania sworznia dociągającego.

Moment obrotowy jest przenoszony przez połączenie kształtowe, wykonane w postaci dwóch rowków zabierakowych na końcu chwytu o równej szerokości i różnej głębokości, oraz przez połączenie cierne, dzięki istniejącemu wciskowi pomiędzy chwytem i uchwytem. Przyleganie do powierzchni czołowej służy do osiowego ustalenia uchwytu HSK w zamocowaniu i do zwiększenia sztywności przy obciążeniu zginającym. Stożkowy chwyt drążony ustala złącze promieniowo i zapewnia miejsce dla umieszczonego wewnątrz systemu mocowania. Otwór przelotowy w chwycie jest konieczny do uruchamiania ręcznych systemów mocowania. Rowek trapezowy, rowki zabierakowe oraz rowek ustalający na kołnierzu służą jako powierzchnie ustalające do automatycznej i zapewniającej właściwe ustawienie wymiany narzędzi. Średnica wewnętrzna kołnierza określa wielkość uchwytu HSK.



Rys. 10.2 Elementy funkcjonalne uchwytu HSK z płaską powierzchnią przylegania według DIN69893, kształt A

Poniżej zamieszczono przegląd kształtów i cech uchwytów HSK (*Rys. 10.3*). Najczęściej stosowanymi wykonaniami są kształty A (do wymiany automatycznej i ręcznej) oraz C (tylko do wymiany ręcznej). Do obróbki z wysokimi prędkościami przeznaczony jest kształt E, pozbawiony kamieni zabierakowych, w którym moment obrotowy przenoszony jest wyłącznie przez połączenie cierne, ze względu na większy wcisk pomiędzy stożkiem a uchwytem, lub przez powierzchnię cierną na czołowej powierzchni przylegania. Do automatycznej wymiany, bez potrzeby orientowania narzędzia, przewidziano tylko rowek trapezowy.



Rys. 10.3 Kształty i cechy uchwytów HSK

W porównaniu ze stożkiem niesamohamownym, uchwyt HSK ma następujące zalety:

- duża powtarzalność dokładności przy wymianie narzędzi,
- stałe ustawienie osiowe, dzięki czołowej powierzchni przylegania,
- przydatność do wysokich prędkości obrotowych,
- wyeliminowanie konieczności stosowania sworznia dociągającego (część ulegająca zużyciu!),
- szybsza wymiana narzędzi, dzięki małej długości.

2 Uchwyty zaciskowe

2.1 Uchwyty zaciskowe

W *Tabeli 10.1* przedstawiono warianty, cechy i obszary zastosowania uchwytów zaciskowych:

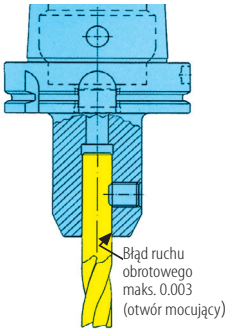
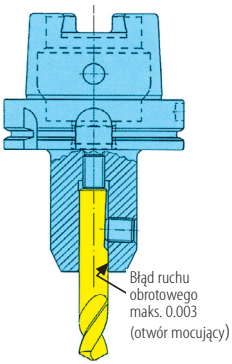
Uchwyty zaciskowe z boczną powierzchnią zabierakową (uchwyt Weldon) według DIN 1835 B i DIN 6535 HB	
	Cecha: ● dokładność ruchu obrotowego **0,010 mm** (cały układ). Zastosowanie: ● mocowanie narzędzi z boczną powierzchnią zabierakową, ● uchwyt uniwersalny do wiercenia i frezowania (obróbka zgrubna i wykańczająca).
Uchwyty zaciskowe ze zbieżną powierzchnią mocującą (uchwyt Whistle-Notch) według DIN 1835 E i DIN 6535 HE	
	Cecha: ● dokładność ruchu obrotowego: **0,010 mm** (cały układ). Zastosowanie: ● mocowanie narzędzi z chwytem walcowym i zbieżną powierzchnią mocowania (2°), ● uchwyt uniwersalny do frezowania (obróbka zgrubna i wykańczająca), a zwłaszcza do wiercenia, ponieważ skrócenie wskutek kolejnych ostrzeń powierzchni czołowej wiertła może zostać skorygowane przez osiową regulację długości w uchwycie narzędzia.

Tabela 10.1 Uchwyty zaciskowe według DIN 1835 i DIN 6535

2.2 Uchwyty zaciskowe do tulei zaciskowych

Uchwyty do tulei zaciskowych stosuje się najczęściej do gładkich chwytów walcowych. Można je opisać w następujący sposób (*Tabela 10.2*):

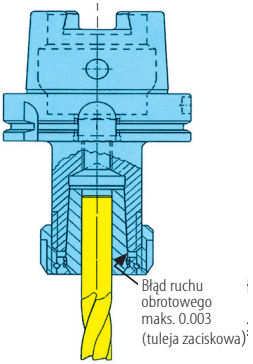
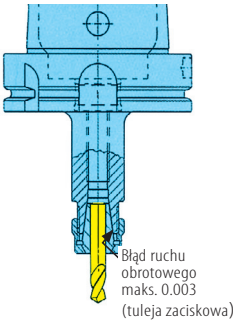
Uchwyt zaciskowy do tulei zaciskowych (tuleje zaciskowe OZ) według DIN 6388 - A	
	Cecha: ● dokładność ruchu obrotowego: **0,025 mm** (cały układ). Zastosowanie: ● mocowanie narzędzi z chwytem walcowym w tulejach zaciskowych według DIN 6388, ● uchwyt uniwersalny do frezowania (obróbka zgrubna i wykańczająca) oraz wiercenia.
Uchwyt zaciskowy do tulei zaciskowych (tuleje zaciskowe ER) według DIN 6499 - A	
	Cecha: ● dokładność ruchu obrotowego: **0,015 mm** (cały układ) = standard, ● dokładność ruchu obrotowego: **0,003 mm** możliwa do osiągnięcia = zoptymalizowany uchwyt precyzyjny. Zastosowanie: ● mocowanie narzędzi z chwytem cylindrycznym w tulejach zaciskowych według DIN 6499, ● uchwyt uniwersalny do frezowania (obróbka zgrubna i wykańczająca) oraz wiercenia.

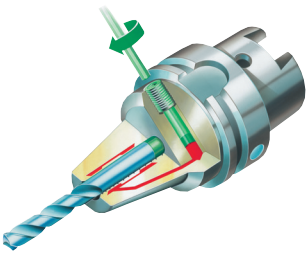
Tabela 10.2 Uchwyty zaciskowe do tulei zaciskowych według DIN 6388 i DIN 6499

2.3 Uchwyty zaciskowe hydrauliczne (HD)

Uchwyty zaciskowe hydrauliczne charakteryzują się wysoką dokładnością ruchu obrotowego i ruchu w płaszczyźnie. Są dostępne w następujących **wykonaniach**:

- wykonanie krótkie ciężkie:
  - maksymalna sztywność,
  - duża wydajność skrawania (jednak nie nadają się do ekstremalnego skrawania wstępnego),
  - do wiercenia, rozwiercania dokładnego i frezowania.
- wykonanie krótkie smukłe albo długie smukłe:
  - minimalne krawędzie ograniczające kolizje operacyjne,
  - krótkie: dla tolerancji narzędzia, h6 przy średnicy od 6 do 8 mm,
    h7 przy średnicy od 10 do 20 mm,
  - długie: dla tolerancji narzędzia, h7,
  - do wiercenia, rozwiercania dokładnego i frezowania wykańczającego.
- wykonanie z niewielkim zarysem nie ograniczającym możliwości:
  - ostrzenia narzędzi - szlifowania,
  - optymalnego wybiegu ściernicy.

Uchwyt zaciskowy hydrauliczny (HD)



Cecha:

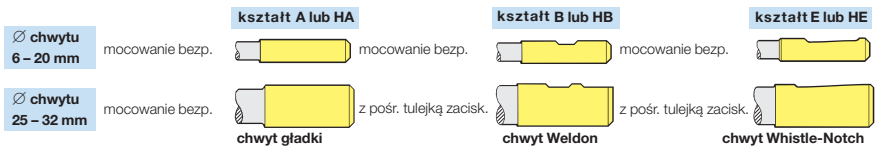
- dokładność ruchu obrotowego: **0,003** mm (przy 2,5xD),
- maksymalna prędkość obrotowa: **40000 obr./min**,
- dokładne mocowanie współosiowe,
- przenoszenie dużych momentów obrotowych,
- bezobsługowy (układ zamknięty),
- wyeliminowanie zużycia na średnicy mocowania,
- większa trwałość narzędzi (nawet 4-krotnie),
- regulowane siły mocowania,
- możliwość mocowania chwytów narzędziowych z przekrojem nieciągłym.

Zastosowanie:

- bardzo dokładne mocowanie narzędzi z chwytem walcowym oraz chwytów walcowych z bocznymi powierzchniami zabierakowymi,
- uniwersalny uchwyt do frezowania (obróbka zgrubna i wykańczająca) oraz wiercenia,
- częściowo do obróbki HSC, ponieważ posiada właściwości tłumiące.

Tabela 10.3 Uchwyt zaciskowy hydrauliczny (HD)

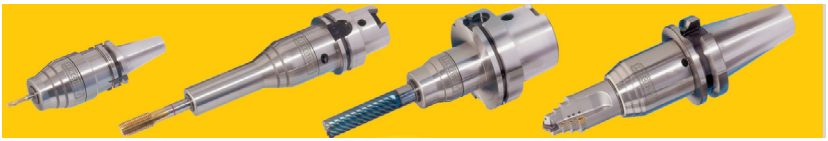
Mocowanie wszystkich znormalizowanych chwyt. narzędz. wg DIN 1835 lub 6535 bez tulejki pośredniej

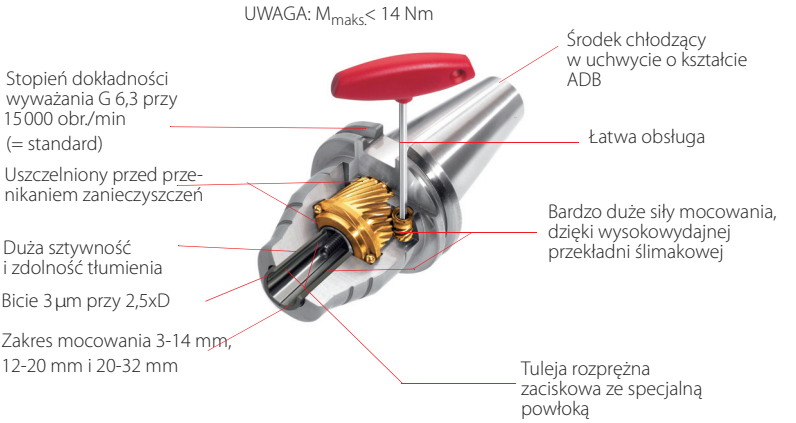


2.4 Uchwyty zaciskowe precyzyjne (APC)

Do bardzo dokładnego mocowania narzędzi z chwytem walcowym, zwłaszcza do obróbki HSC, można, alternatywnie do uchwytów zaciskowych hydraulicznych, stosować uchwyty APC o smuklejszej konstrukcji (por. *Tabela 10.4*).

Uchwyty zaciskowe precyzyjne (system tulei zaciskowych APC)





Uchwyty zaciskowe precyzyjne zapewniające bardzo dużą siłę mocowania, dokładność ruchu obrotowego i stabilność.

Zaleta:

Mocowanie wszystkich chwytów walcowych według DIN 1835, kształt A, B (Weldon) i DIN 6535, kształt HA, HB oraz HE, do Ø 20 mm i przy tolerancji chwytu h6

- do wiercenia, rozwiercania dokładnego, gwintowania itp.,
- obróbka wykańczająca i skrawanie wstępne (obróbka zgrubna),
- obróbka po ulepszeniu cieplnym,
- obróbka HSC i HPC,
- maksymalna prędkość obrotowa 40 000 obr./min.

Tabela 10.4 Uchwyty zaciskowe precyzyjne (HPC)

Do obróbki narzędziami miniaturowymi opracowano miniuchwyty precyzyjne z chwytem walcowym. Maksymalna prędkość obrotowa: 60 000 obr./min.

	
Cecha: ● dokładność ruchu obrotowego ≤ **0,005 mm,** ● zakres mocowania 1 – 6 mm. Zaleta: ● większe siły mocowania (w porównaniu z uchwytem ER), ● smukła część przednia (w porównaniu z uchwytem ER), ● średnica zewnętrzna h6 (możliwe mocowanie skurczowe), ● zwiększona dokładność ruchu obrotowego.	Cecha: ● dokładność ruchu obrotowego ≤ **0,030 mm,** ● zakres mocowania 0,2 – 1,5 mm. Zaleta: ● nie jest konieczna tuleja rozprężna zaciskowa, ● zakres mocowania, ● dokładność ruchu obrotowego.
Zastosowanie: ● w uchwycie APC, ● w uchwycie Weldon / ER, ● obsługa z tyłu za pomocą klucza imbusowego, ● bardzo smukłe wykonanie, przeznaczone do obróbki w trudno dostępnych strefach.	

Tabela 10.5 Miniuchwyty mocujące precyzyjne

2.5 Technologia skurczowa

2.5.1 Uchwyty termoskurczowe według DIN 69871

Cechy uchwytów termoskurczowych oraz ich możliwości zastosowania są podane w *Tabeli 10.6*.

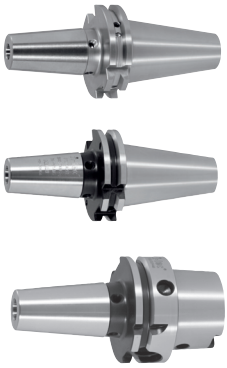
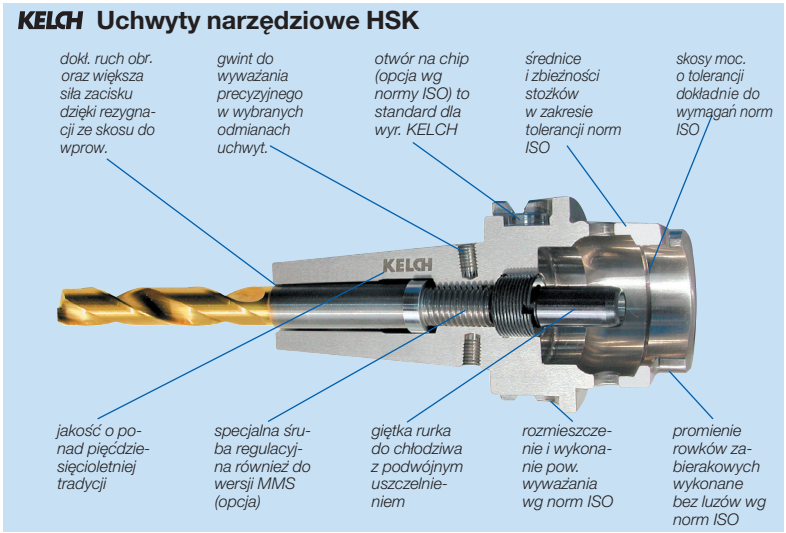
Uchwyt termoskurczowy	
	Cecha: ● dokładność ruchu obrotowego: ≤ **0,003 mm,** ● maksymalna prędkość obrotowa: **40 000 obr./min,** ● przydatność do wysokiej prędkości obrotowej, ● średnica mocowania przystosowana do tolerancji chwytu h6, ● bardzo pewne przenoszenie siły przez połączenie cierne, ● przenoszony moment obrotowy 2- do 4-krotnie większy , w porównaniu z uchwytami zaciskowymi hydraulicznymi i uchwytami z tulejami zaciskowymi, ● mniejszy wpływ na wyważenie, dzięki korpusowi obrotowo-symetrycznemu. Zastosowanie: ● optymalna obróbka HSC, zwłaszcza przy małych średnicach narzędzi, ● do mocowania frezów i wierteł z chwytem walcowym.

Tabela 10.6 Uchwyty termoskurczowe GARANT i KELCH

Uchwyty termoskurczowe charakteryzują następujące zalety:

- Bardzo duża siła mocowania, dzięki ekstremalnemu dociskowi na chwycie.
  Bardzo duża siła zaciskania i moment obrotowy, niezawodne mocowanie również przy niekorzystnych tolerancjach chwytu narzędzia, optymalna niezawodność procesu.
- Optymalne oparcie freza.
  Krótki zacisk na sfazowaniu wprowadzającym aż do wierzchołka, brak obszaru martwego, długie pasowanie i tym samym podparcie chwytu na całej długości, ekstremalna sztywność, duża trwałość narzędzia, frez nie zatacza się w uchwycie (por. *Rys. 10.4*).
- Precyzyjna regulacja długości, dzięki gwintowi drobnozwojnemu (o małym luzie), obustronna regulacja długości za pomocą sześciokąta na każdym końcu, łatwe wyjmowanie pękniętego narzędzia (sześciokąt jest zawsze dostępny).
- Długa trwałość uchwytów.
  Zastosowanie stali żaroodpornej (testowanej na ponad 1000 operacji skurczowych), otwór mocujący nie powiększa się wskutek zataczania się narzędzia, ze względu na dużą siłę mocowania i krótkie sfazowanie wprowadzające (patrz *Rys. 10.4*), pozbawione odkształceń dzięki zastosowaniu specjalnej metody hartowania.
- Stopień dokładności wyważania G 2,5 przy 25.000 obr./min (wyjątek: HSK 32, 40 i 50, wyważane z dokładnością U < 1 gmm), możliwość dokładnego wyważania z gwintowanym otworem. Elastyczne, standardowe dopasowanie długości, dzięki wyeliminowaniu specjalnych przedłużaczy skurczowych, tym samym smukła, optymalna konstrukcja uchwytu termoskurczowego.
- Standardowo z otworami na chip Balluf.



- Unikatowa metoda hartowania, zapewniająca małe odkształcenia, zapobiega zmianie geometrii również po wielokrotnym podgrzewaniu.

Rys. 10.4 Cechy jakościowe uchwytów termoskurczowych



2.5.2 Przyrządy zaciskowe firmy KELCH

Uchwyty są przystosowane do przyrządów zaciskowych kontaktowych, działających na gorące powietrze i indukcyjnych (por. *Rys.* 10.5). Indukcyjne przyrządy zaciskowe i - tec firmy KELCH nadają się do mocowania skurczowego narzędzi HSS o średnicy od 6 do 32 mm i narzędzi ze stopów twardych o średnicy od 3 do 32 mm. Dzięki prostemu systemowi adapterów można stosować stożki o każdej wielkości. Czas mocowania skurczowego jest krótszy niż 10 s, a czas ochładzania za pomocą urządzenia chłodzącego - około 30 s.

KELCH opracowała i produkuje, jako jedyny producent, uchwyty narzędziowe i przyrządy ustawcze klasy premium, również jako przyrządy kombinowane (mocowanie skurczowe plus wstępne ustawianie).

Rys. 10.5 Indukcyjny przyrząd zaciskowy i-tec L

KELCH oferuje, oprócz przyrządu i-tec L, przeznaczonego dla użytkowników rozpoczynających wykorzystanie tej technologii, również **profesjonalny przyrząd zaciskowy i-tec XL**.

Zastosowanie:

- ciągłe dostarczanie uchwytów zaciskowych przy wykonywaniu wielu operacji mocowania skurczowego,
- 3 stanowiska do nagrzewania,
- automatycznie przesuwająca się cewka indukcyjna (w górę i w dół),
- z szafką dolną.

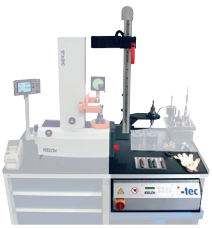


Rys. 10.6
KELCH Profesjonalny przyrząd zaciskowy i-tec

Przyrząd i-tec S, przeznaczony dla użytkowników rozpoczynających stosowanie tej technologii, jest **przyrządem uniwersalnym** (pomiar, mocowanie skurczowe i regulacja). Zestaw ten może być później zastosowany w każdym przyrządzie ustawczym typoszeregu SECA.

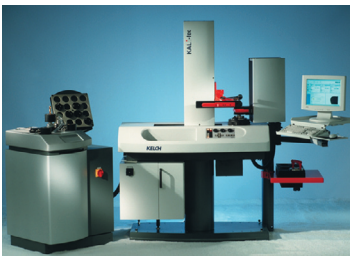
Klasa i-tec S dla użytkowników początkujących (= zestaw)

- Pomiar, mocowanie skurczowe i regulacja narzędzi
- **Później można montować na każdym przyrządzie ustawczym typoszeregu SECA**.
- Zakres dostawy:
  - korpus podstawowy ze wskaźnikiem i wyłącznikiem głów.,
  - wieża z obrotową / przekładaną cewką,
  - 4 pierścienie oporowe,
  - uchwyt do pierścieni skurczowych,
  - zestaw mocujący wieżę „i-tec®- na SECA".
  - półka do odkładania narzędzi/.
  - rękawice.
- Opcje:
  - odpowiedni adapter ustawczy,
  - moduł chłodzenia,
  - drukarka,
  - pierścienie skurczowe,
  - wyposażenie i- tec® do narzędzi TUL.



Rys. 10.7 SECA + typoszereg S i-tec

Dla profesjonalistów oferowany jest komfortowy przyrząd Kali-tec.



Rys. 10.8 Klasa profesjonalna Kali-tec

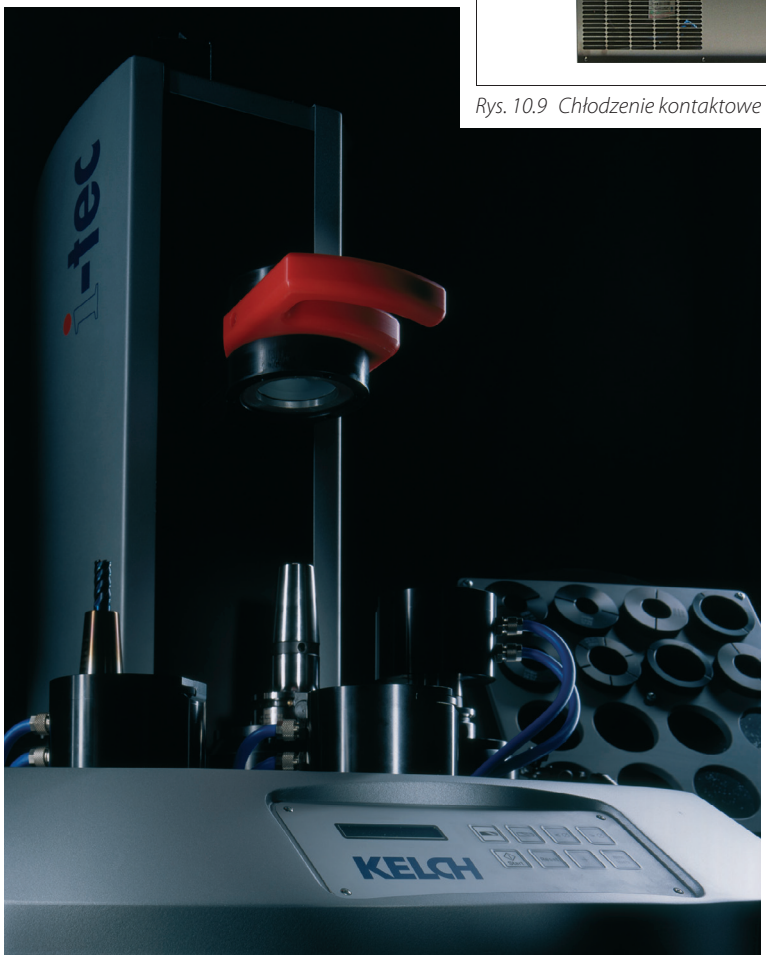
Jako moduł chłodzący nadaje się moduł chłodzenia kontaktowego.

Cechy:

Chłodzenie kontaktowe
= chłodzenie **zależne** od zarysu



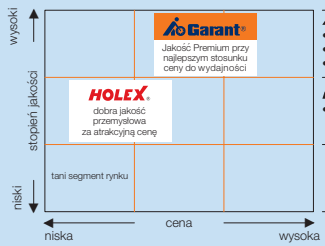
Rys. 10.9 Chłodzenie kontaktowe



2.5.3 GARANT Uchwyty termoskurczowe

Uchwyty narzędzi | **Informacja**

GARANT – Konstrukcja gatunku premium



Oznacza to dla Państwa:

oferuje:
- najlepsza jakość, dopracowane rozwiązania techniczne
- najwyższa jakość wyważenia: G2,5 przy 25000 obr./min
- najlepszy stosunek ceny do wydajności

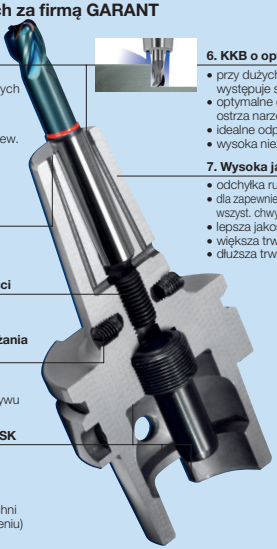
G2,5 25000 min⁻¹

oferuje:
- dobra jakość przemysłowa za atrakcyjną cenę

G 6,3 12000 min⁻¹

Nie ma w asortymencie Hoffmann Group

10 powodów przemawiających za firmą GARANT



1. Otwór kanaliku chłodzącego KKB
- we wszystkich uchwytach zacisk.
- we wszystkich uchwytach termoskurczowych
- w wersji krótkiej SK40 i HSK A-63

Zamykany KKB
- **otwarty,** przy zast. narzędzi bez chłodz. wew.
- **zamknięty,** przy zastosowaniu narzędzi z chłodzeniem wewnętrznym

2. Brak skosów na wejściu do uchwytów zaciskowych
- lepsza jakość ruchu obrotowego
- wyższe momenty mocowania

3. Włącznie ze śruba do regulacji długości
- do doprowadzania chłodziwa

4. Gwintowane otwory do śrub do wyważania uchwytów zaciskowych
- optym. jakości wyważania w całym układzie (z narzędziem)
- spokojna, niewywierająca szkodliwego wpływu na maszynę praca wrzeciona

5. Obrobione powierzchnie ustalające HSK
- dokładnie płaska podstawa mocowania (brak ryzyka zakleszczenia)
- dokładnie dopasowane rowki zabieraków (wrzeciono nie jest narażone na uderzenia)
- precyzyjne doprowadzenie siły do powierzchni mocującej (zapobiega to ukośnemu ustawieniu)

6. KKB o optymalnym położeniu kątowym
- przy dużych prędkościach obrotowych prawie nie występuje siła odśrodkowa
- optymalne doprowadzenie strumienia wody aż do ostrza narzędzia
- idealne odprowadzanie wiórów
- wysoka niezawodność procesu

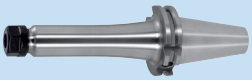
7. Wysoka jakość wyważania
- odchyłka ruchu obrotowego ≤ 3 µm
- dla zapewnienia spokoj. pracy (ochrona wrzeciona), wszyst. chwyty są **dodatkowo** przetocz. po utwardzeniu
- lepsza jakość powierzchni
- większa trwałość narzędzi
- dłuższa trwałość wrzeciona



8. Stożki niesamohamowne (SK) o kształtach AD/B (= standard)
- **AD/B** = **do wyboru:** centralne doprowadzanie chłodziwa (KMZ) w osi (= kształt AD) **albo** boczne przez kołnierz (= kształt B)



Uwaga:
kształt **A** = bez wew. doprowadzania chłodziwa
kształt **AD** = centralne doprowadzanie chłodziwa przez sworzeń dociągający (AB stosować z otworem przelotowym)
kształt **B** = boczne, centralne doprow. chłodziwa przez kołnierz (stos. uszczelnione AB z pierścieniem uszczelniającym o przekr. okrągłym)



9. Zmniejszona tolerancja otworów
- (d_1) H4 (wg DIN jest H5l) przy uchwytach zaciskowych

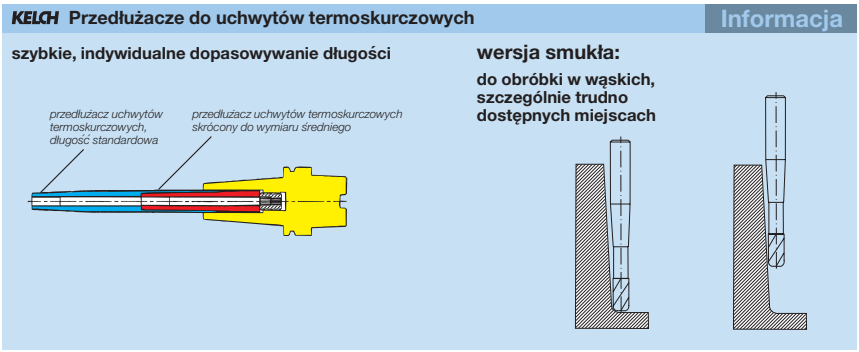
10. Uchwyty ER
- z dokł. wyważ. nakrętkami moc. (nadają się do HSC)
- nakrętki zaciskowe powlekane, dzięki temu większa siła mocow., mniejsze zużycie i wys. niezawodność procesu
- lepsza jakość ruchu obrot., ponieważ stożek i gwint nakrętki zaciskowej są szlifowane w jednym zamocowaniu
- zwiększony otwór przelotowy

2.5.4 KELCH Uchwyty termoskurczowe

Poniżej przedstawiono uchwyty termoskurczowe w wykonaniu ekstremalnie krótkim lub smukłym i długim (por. *Tabela 10.7*).

	Wykonanie: Ultrakrótkie wykonanie z zamykanymi otworami kanałów chłodzenia: ● stabilne i sztywne w warunkach obciążenia drganiami, ● wysoka trwałość narzędzi, ● bardzo wysoka jakość powierzchni.
	Wykonanie: Wykonanie smukłe - do obróbki dokładnej w szczególnie trudno dostępnych miejscach: ● szczególnie smukła konstrukcja, ● dokładność ruchu obrotowego <3µm, ● bez krawędzi zagrażających kolizją, ● optymalna sztywność, ● przydatność do wysokich prędkości obrotowych.
Zastosowanie: ● nadają się szczególnie do zastosowania w procesach produkcji narzędzi i form, ● nadają się do zastosowania narzędzi ze stopów twardych. Zastosowanie: Do mocowania frezów i wierteł z chwytem walcowym o tolerancji h6.	

Tabela 10.7 KELCH Uchwyty termoskurczowe - wykonanie szczególnie krótkie lub smukłe, długie



KELCH technologia skurczowa i-tec® SLOTT

INFORMACJA

Jedyny na świecie system bezproblemowego mocowania skurczowego, również przy małych średnicach. Bezproblemowy, niezależnie od tolerancji, proces połączenia skurczowego.

- tolerancja chwytu do h9, zarówno do HSS, stali jak i ceramiki
- najlepszy moment obrotowy i dokładność ruchu obrotowego
- optymalna sztywność
- najwyższa trwałość narzędzi











KELCH i-tec® SLOTT – Łatwe w użyciu z właściwym wyposażeniem

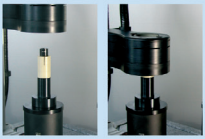
Chwytak pierścienia skurczowego

Zastosowanie: do manipulowania gorącymi pierścieniami w procesie mocowania





Pierścień skurczowy uchwycić za pomocą tulei zaciskowej chwytaka



Uchwycić chwytak pod induktorem i podgrzać pierścień skurczowy (2 s)



Pierścień skurczowy założyć za pomocą chwytaka na uchwyt narzędziowy

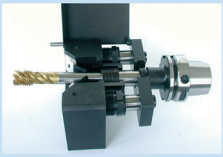
Przyrząd odciskowy

Zastosowanie: do luzowania zamocowanego pierścienia skurczowego





Pierścień skurczowy zamocowany



Pierścień skurczowy zluzowany

Wskazówka: Na pytania dotyczące technologii skurczowej chętnie odpowie Państwu osoba wyznaczona do kontaktu w Hoffmann Group albo znajdą Państwo odpowiedź w 5-językowym poradniku skrawania GARANT nr 110950



Uchwyty termoskurczowe i-tec SLOTT do gwintowników

Przewidziane do mocowania gwintowników o tolerancji chwytu innej niż h6 i bezproblemowego mocowania skurczowego chwytów z HSS, VHM albo ceramiki o tolerancjach od h6 do h9.

Z reguły do mocowania skurczowego potrzebna jest tolerancja h6. **SLOTT** umożliwia **mocowanie skurczowe chwytów o wszystkich tolerancjach**.

Zalety:

- zwiększona trwałość (do 40%), wynikająca z wysokiej dokładności ruchu obrotowego: przy 3xD = 5µm,
- większa niezawodność procesu, ponieważ osiąga się większe siły mocowania (nie występuje wysuwanie),
- lepsza jakość wyrobów, ponieważ gwint mieści się w zakresie sprawdzianu (bez braków),
- mocowanie bez zużycia,
- przy chłodzeniu wewnętrznym nie następuje wysuwanie wiertła z powodu dużych ciśnień chłodziwa

= obniżka kosztów!



Rys. 10.10
Uchwyt termoskurczowy i-tec SLOTT do gwintowników

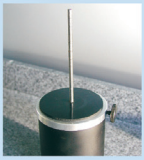
Narzędzie		Tolerancja chwytu
Gwintowniki, gwintowniki bezwiórowe	DIN 352/DIN 371/DIN 374/DIN 376	h9
Nawiertaki	DIN 333	h8
Wiertła miniaturowe	DIN 1899-A	h8
Wiertła krótkie	DIN 1897	h8
Wiertła kręte HSS	DIN 333/DIN 338/DIN 340	h8
Wiertła kręte ze stopów twardych	DIN 6539	h7
Krótkie wiertła stopniowe do otworów pod gwint	DIN 1897	h8
Wiertła stopniowe	DIN 8378/DIN 8379	h8/h9
Pogłębiacze stożkowe HSS	DIN 335/DIN 334	h9

Tabela 10.8 Stan rzeczywisty tolerancji chwytów różnych narzędzi

2.5.5 Technologia skurczowa - informacje o wyposażeniu

KELCH Praktyczne środki pomocnicze przy mocowaniu skurczowym i luzowaniu

INFORMACJA



Przyrząd do wybijania



Zaciski oporowe



Zestaw do luzowania

KELCH - Proste i genialne

Przyrząd do wybijania

Zastosowanie: do wybijania wyłamanych ostrzy



Złamane narzędzie skrawające



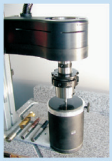
Określić odległość do ogranicznika ostrza narzędzia



Dobrać długość kołka urządzenia do wybijania (do ogranicznika + około 2 cm)



Ustawić uchwyt termoskurczowy na kołku



Podgrzać uchwyt termoskurczowy. Gdy uchwyt osiągnie temperaturę luzowania - spadnie na tarczę tłumiącą





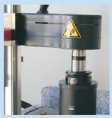
Teraz można wygodnie wyciągnąć złamane ostrze

Zaciski oporowe

Zastosowanie: narzędzie skrawające powinno zostać zamocowane skurczowo na ustalonym odcinku niepodpartym



Ustalanie niepodpartej długości narzędzia skrawającego



Podgrzanie uchwytu termoskurczowego



Wysunięcie narzędzia skrawającego aż do ogranicznika



Ochłodzenie uchwytu termoskurczowego

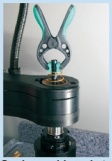
Zestaw do luzowania

Zastosowanie: do rozpoznawania optymalnego momentu, w którym narzędzie skrawające zluzuje się z uchwytu narzędziowego

Zalety:
- podgrzewanie trwa tak długo jak jest to konieczne (ważne przy HSS)
- również przy braku rękawic nie zagraża skaleczeniem lub oparzeniem



Sprężyna zaciskowa jest napięta, narzędzie skrawające jest utrzymywane kleszczami. Podgrzać uchwyt termoskurczowy.



Sprężyna zaciskowa jest złuzowana. Gdy uchwyt termoskurczowy osiągnął właściwą temperaturę luzowania...

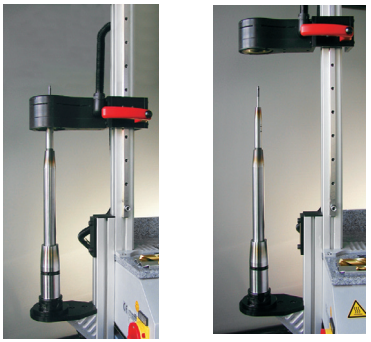


... szczypce zostają wypchnięte wraz z narzędziem skrawającym w górę. Induktor może zostać przesunięty do góry

Nowatorska technika mocowania skurczowego

Szeroki zakres wyposażenia w celu zapewnienia optymalnego mocowania skurczowego:

- nadaje się do rozbudowy, na życzenie, **przedłużacz wieży** dla szczególnie długich wymiarów A,
- cewka przestawiana o 180°.



Rys. 10.11 Przedłużacz wieży

2.6 Granice zastosowania uchwytów zaciskowych

2.6.1 Porównanie uchwytów zaciskowych

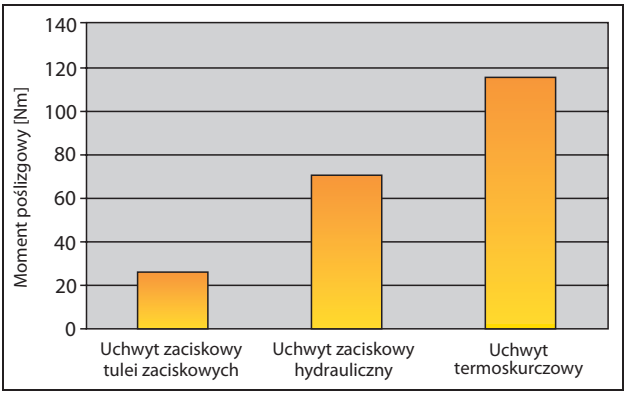
Jakość zastosowanych złączy i uchwytów zaciskowych ma decydujące znaczenie, zwłaszcza przy skrawaniu z wysokimi prędkościami. Poniżej porównano następujące uchwyty zaciskowe pod kątem ich właściwości:

- uchwyty zaciskowe do tulei zaciskowych,
- uchwyty zaciskowe hydrauliczne oraz
- uchwyty termoskurczowe.

Przegląd zależności pomiędzy uzyskiwanymi okresami trwałości narzędzi a dokładnością ruchu obrotowego poszczególnych uchwytów jest podany w rozdziale „Wiercenie", podrozdział 10.1, na przykładzie wiercenia.

Moment obrotowy poślizgu

Cechą wspólną wszystkich wyżej wymienionych systemów mocowania jest przenoszenie momentu obrotowego na zasadzie połączenia ciernego. Dlatego wielkość możliwego do przeniesienia momentu stanowi kryterium jakości tych uchwytów (por. *Rys. 10.12*). Można uznać, że największy moment obrotowy mogą przenosić **uchwyty termoskurczowe**. **Statyczny** moment obrotowy poślizgu, wynoszący powyżej 100 Nm (dla narzędzia o średnicy 10 mm), jest wystarczający przy normalnym skrawaniu. Problematyczne jest stosowanie uchwytów zaciskowych dla tulei zaciskowych w przypadku małych chwytów narzędzi. Przy momentach obrotowych wynoszących od 15 do 25 Nm (uchwyt mocowany przy użyciu momentu dociągania 50 Nm), dochodzi do poślizgu. Przenoszony moment obrotowy uchwytów zaciskowych przy obciążeniu **dynamicznym** jest nawet przy dużych prędkościach obrotowych (do 30 000 obr./min) maksymalnie o 10 do 15% mniejszy, niż przy obciążeniu statycznym.



Rys. 10.12
Statyczny moment poślizgowy standardowych uchwytów zaciskowych

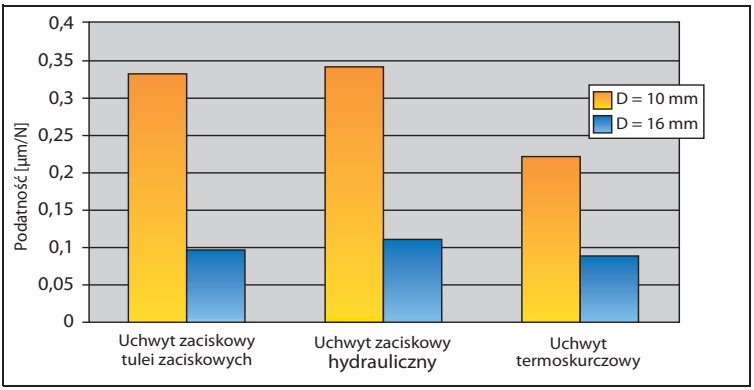
Podatność promieniowa

Na *Rys. 10.13* przedstawiono całkowitą podatność różnych uchwytów mocujących przy średnicy chwytu narzędzia 10 i 16 mm.

Największą podatność całkowitą wykazują uchwyty zaciskowe. Uchwyty zaciskowe tulei zaciskowych i uchwyty zaciskowe hydrauliczne posiadają w przybliżeniu tę samą podatność całkowitą. Uchwyty termoskurczowe wykazują najlepszą charakterystykę, ponieważ w tym przypadku podatność wynosi około 20 do 30% wartości zmierzonej dla innych typów uchwytów zaciskowych.

Ponadto okazuje się, że uchwyty zaciskowe tulei zaciskowych i uchwyty zaciskowe hydrauliczne wykazują porównywalną podatność przy średnicy chwytu 10 mm i tym samym są równorzędne pod tym względem. Jeśli jednak średnica mocowania uchwytu zaciskowego hydraulicznego zostanie powiększona przez zastosowanie tulei redukcyjnej, wówczas sztywność znacznie się pogarsza.

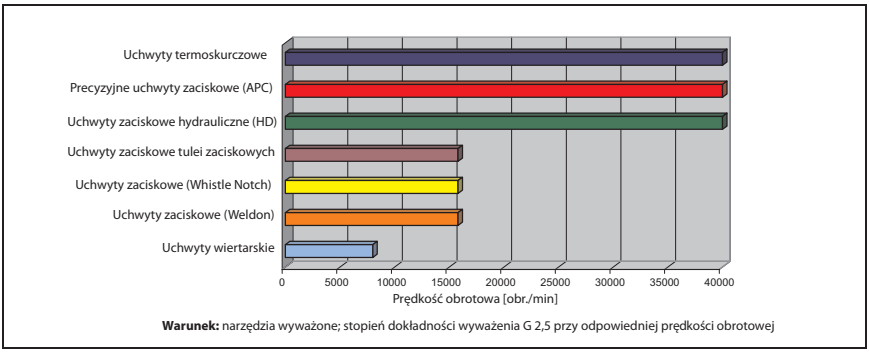
Porównanie średnic mocowania 10 i 16 mm wykazuje, że, przy analogicznych warunkach, podatności w przypadku mniejszej średnicy są mniej więcej 3-krotnie większe, niż przy średnicach większych. Wynika z tego, że zasada mocowania ma znaczenie, zwłaszcza przy mniejszych średnicach narzędzi.



Rys. 10.13 Podatność statyczna różnych standardowych uchwytów zaciskowych

2.6.2 Graniczne prędkości obrotowe uchwytów zaciskowych

Możliwe do osiągnięcia graniczne prędkości obrotowe różnych uchwytów zaciskowych są porównane na *Rys. 10.14*. Można zauważyć, że, zwłaszcza przy skrawaniu z wysoką prędkością, należy używać uchwytów termoskurczowych lub uchwytów zaciskowych o wysokiej dokładności i uchwytów zaciskowych hydraulicznych, ze względu na możliwość stosowania wysokich prędkości obrotowych.



Rys. 10.14 Graniczne prędkości obrotowe

2.6.3 Siły osadzania uchwytu narzędzi we wrzeciono obrabiarki

Ciekawe rozwiązanie techniczne dla inteligentnego złącza oferuje KELCH-SAFE CONTROL (przyrząd pomiarowy).



Rys. 10.15 SAFE CONTROL firmy KELCH

Zalety:

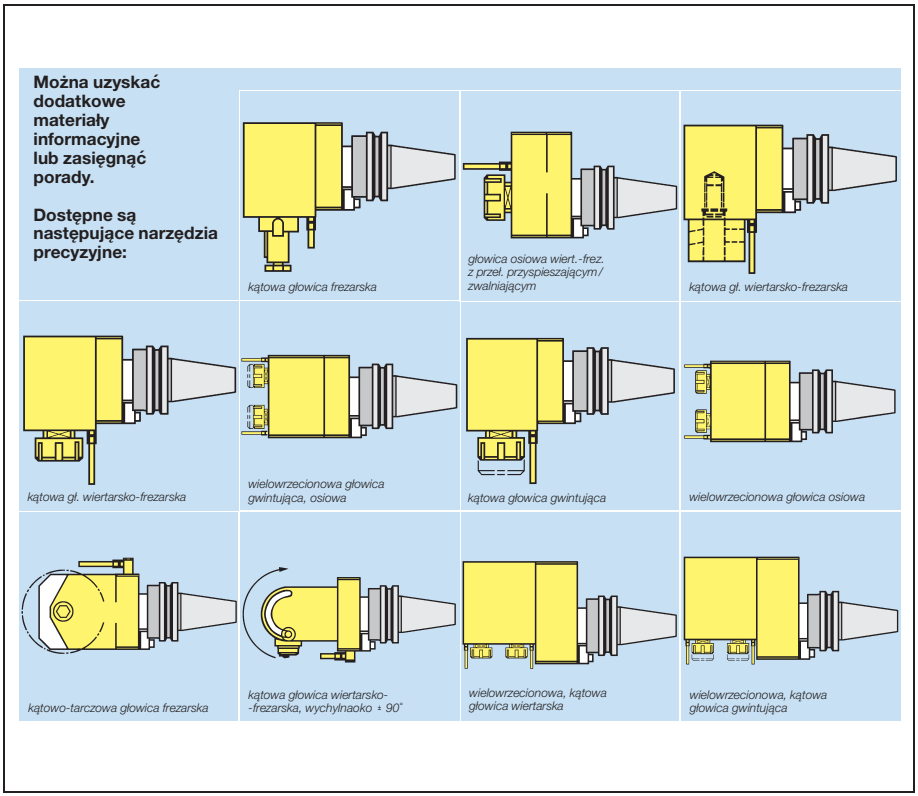
- zwiększona trwałość wrzeciona obrabiarki,
- stała jakość obróbki,
- mniejsza liczba braków,
- łatwa obsługa,
- pomiar bez przesunięcia i zafałszowania wyniku pomiaru,
- zmniejszone zużycie narzędzi - rzadko zdarza się pęknięcie narzędzia,
- poprawa jakości powierzchni,
- odciążenie wrzeciona głównego i prowadnic.

2.7 Narzędzia napędzane przeznaczone do centrów obróbkowych

Analogicznie do głowic narzędziowych stosowanych na tokarkach, umożliwiających minimalizację kosztów dzięki zwiększeniu zakresu wykorzystania oprzyrządowania do kompletnej obróbki skomplikowanych przedmiotów oraz przez racjonalizację operacji, w centrach obróbkowych można również wykorzystać narzędzia z napędem. Poniżej, na *Rys. 10.17,* przedstawiono przegląd dostępnych głowic narzędziowych z wewnętrznym i zewnętrznym doprowadzeniem chłodziwa, przeznaczonych do zastosowania w centrach obróbkowych.



Rys. 10.16 Głowica obrotowa



Rys. 10.17 Oferowane narzędzia napędzane, przeznaczone do zastosowania w centrach obróbkowych

ANKIETA

Narzędzia napędzane do centrów obróbkowych

Ankietę należy załączyć do zlecenia

Ważne: W celu sprawnego załatwienia Państwa zapytania ofertowego prosimy koniecznie wypełnić pola oznaczone przez ⊗.

Info: Chwyt i napęd są zawsze zależne od typu maszyny i modelu!

Firma: _____	**Osoba do kontaktów:** _____
	Stanowisko: _____
	Wydział: _____
	Telefon: _____
	Fax: _____

⊗ **Producent maszyny (np. Heller):**	⊗ **Model (np. BEA 05):**
_____	**Nr. maszyny i rok budowy:** _____

Typ narzędzia:			**Uchwyt w maszynie**	
☐ Osiowe z przełożeniem	☐ chł. zew.	☐ chł. wew./chł. zew.	☐ SK	wielkość: _____
☐ Promieniowe	☐ chł. zew.	☐ chł. wew./chł. zew.	☐ BT	wielkość: _____
☐ Głowica wiertarska wielowrzecionowa	☐ chł. zew.	☐ chł. wew./chł. zew.	☐ HSK	wielkość: _____
☐ Obrotowe +/- 90°	☐ chł. zew.	☐ chł. wew./chł. zew.	☐ Inne: _____	
☐ Inne:				

☐ Wspornik momentu obrotowego	Doprowadzanie chłodziwa	☐ tak ☐ nie
☐ Automatyczny zmieniacz narzędzi	przez	☐ sworzeń ☐ HSK
☐ Wymiana ręczna	☐ DIN 69871, kształt B	☐ BT, CAD centralne
☐ Wymiana ręczna	☐ DIN 69871, kształt AD	☐ Inne: _____

Dane narzędzia:	
maks. ⌀ narzędzia bez swobodnych miejsc pomocniczych:	_____
maks. ⌀ narzędzia bez swobodnych miejsc pomocniczych:	_____
maks. długość narzędzia:	_____
maks. moment wymiany:	_____
Obrabiarka pionowa ☐ Obrabiarka pozioma ☐	

Uchwyt narzędziowy:	
☐ Tuleja zaciskowa/kształt	☐ ER _____
_____	

Uwagi: _____

3 Wyważanie uchwytów narzędzi



- Kompaktowy **przyrząd stołowy** z ekranem dotykowym
- Wyważanie stacjonarne (1 + 2 płaszczyzny) narzędzi (np. SK, HSK) i obrabianych przedmiotów (wirniki)
- Ustawić na stole warsztatowym, włączyć i rozpocząć wyważanie

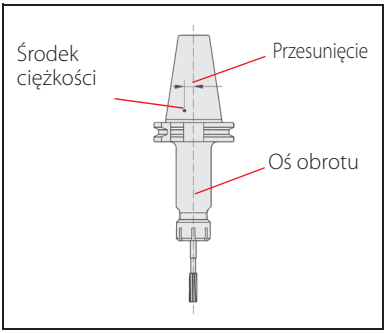


- Kompaktowy **przyrząd przenośny** (1+2 płaszczyzny)
- Wyważanie na dowolnych obrabiarkach i urządzeniach
- Zwłaszcza przy niesymetrycznych częściach obrotowych
- Pomiar w warunkach eksploatacyjnych

Rys. 10.18 Urządzenie do wyważania BMT

Niewyważenie powstaje, gdy środek ciężkości wirnika znajduje się poza jego osią obrotu (por. *Rys. 10.19,* przesunięcie). Może to wynikać z różnych przyczyn, takich jak np.:

- niesymetryczna konstrukcja wirnika (rowek zabierakowy według DIN 69871 albo śruba mocująca w uchwytach zaciskowych stożkowych Weldon),
- niesymetryczny rozkład masy wskutek bicia
- błąd prostoliniowości przy montażu wirnika składającego się z kilku części (złącze modułowe, np. wrzeciono frezarskie i uchwyt narzędziowy),
- bicie w ułożyskowaniu wirnika (np. ułożyskowanie wrzeciona).



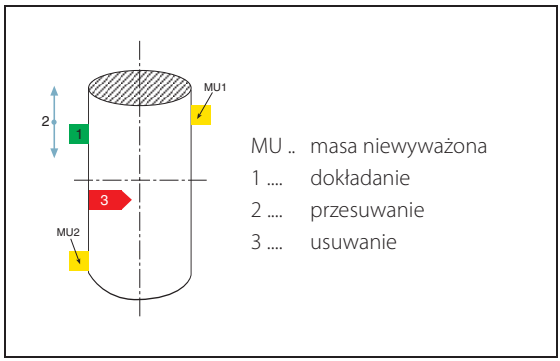
Rys. 10.19 Niewyważenie

Następstwa niewyważenia:

- siły odśrodkowe obciążają ułożyskowanie wrzeciona (możliwość zniszczenia wrzeciona),
- powstają drgania, które mogą pogorszyć jakość powierzchni obrabianego przedmiotu albo
- zmniejsza się dokładność wykonania oraz
- istotnie skraca się okres trwałości narzędzia.

Dlatego konieczne jest **wyważanie**. Przy wyważaniu następuje ponowne skompensowanie niesymetrycznego rozkładu masy. Może to nastąpić przez:

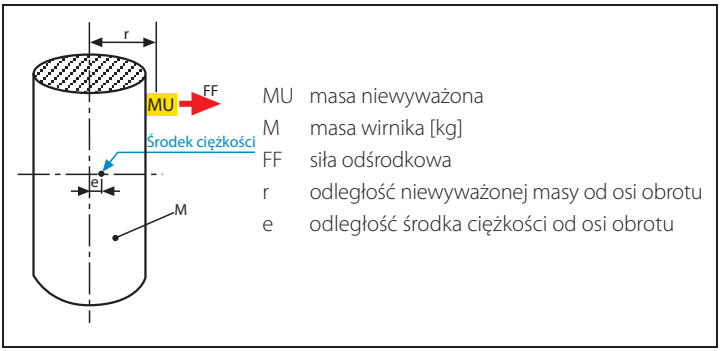
- dołożenie ciężarka,
- przesunięcie masy,
- usunięcie masy.



Rys. 10.20 Możliwości wyważenia

3.1 Wyważanie niewyważenia statycznego

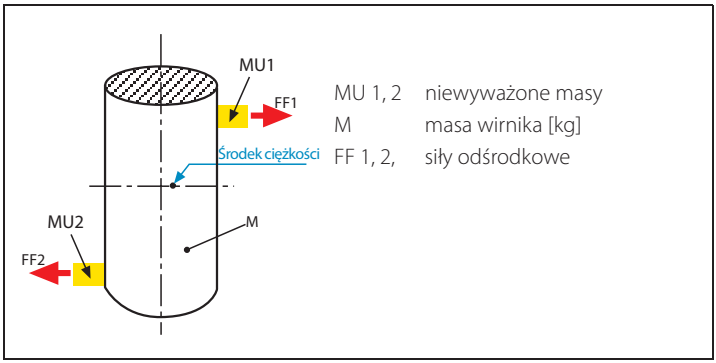
Niewyważenie statyczne można zmierzyć również na nieruchomym wirniku. Podczas obracania powoduje ono powstanie siły odśrodkowej prostopadłej do osi obrotu. Konieczne jest wyważenie w jednej płaszczyźnie. Położenie płaszczyzn wyważania jest przy tym dowolne (por. *Rys. 10.21*)



Rys. 10.21 Niewyważenie statyczne

3.2 Wyważanie niewyważenia dynamicznego

Połączenie niewyważenia statycznego i niewyważenia momentu powoduje podczas obrotu powstanie ruchu zataczającego (siły odśrodkowe ukośne względem osi obrotu). W tym przypadku konieczne jest wyważenie w dwóch płaszczyznach. Dlatego płaszczyzny wyważania powinny się znajdować w możliwie dużej odległości od siebie.



Rys. 10.22 Niewyważenie dynamiczne

3.3 Stopień dokładności wyważenia i niewyważenie końcowe

Dokładność wyważenia określa się przez stopień dokładności **wyważenia G**. Dotyczy on **tylko określonej prędkości obrotowej** wirnika. Ze stopnia dokładności wyważenia, roboczej prędkości obrotowej i masy wirnika oblicza się dopuszczalne **niewyważenie końcowe U_{zul}**. Obowiązują poniższe zależności:

$$U_{zul} = \frac{G \cdot M}{n} \cdot 9549$$

(równ. 10.1)

U_{zul} dopuszczalne niewyważenie końcowe wirnika [gmm]
G stopień dokładności wyważenia
M masa wirnika [kg]
n prędkość robocza wirnika [obr./min]
9549 współczynnik przeliczeniowy

W celu zobrazowania wartości dopuszczalnego niewyważenia końcowego korzystne jest przeliczenie niewyważenia na **mimośrodowość *e*** (*równ. 10.2*).

$$e_{zul} = \frac{U_{zul}}{M}$$

e_{zul} dopuszczalna mimośrodowość [μm]
U_{zul} dopuszczalne niewyważenie końcowe wirnika [gmm] (równ. 10.2)
M masa wirnika [kg]

Należy wziąć pod uwagę, że nawet nowe wrzeciona wykazują bicie sięgające do 3 μm, co odpowiada mimośrodowości $e = 1{,}5$ μm. Tak więc:

w praktyce **nieosiągalne jest** dopuszczalne niewyważenie końcowe **mniejsze niż 1gmm**.

Przykład obliczania możliwej do osiągnięcia dokładności:

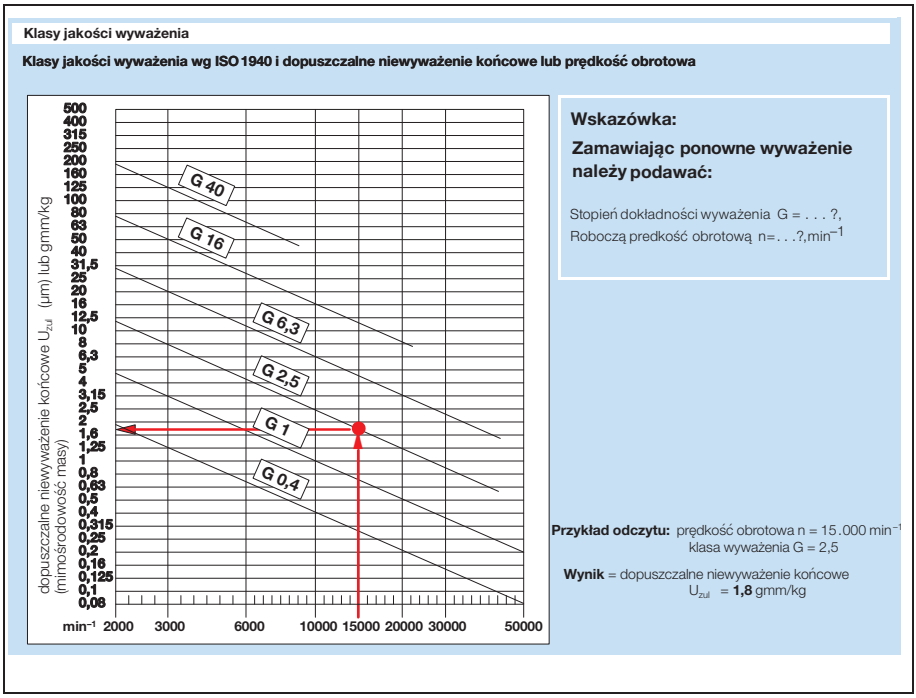
Frez jest mocowany w tulei zaciskowej (masa całkowita 0,8 kg). Narzędzie ma pracować z prędkością obrotową 15.000 obr./min. Producent wrzeciona wymaga stopnia dokładności wyważenia G 2,5.

Dopuszczalne niewyważenie: $U_{zul} = \frac{G \cdot M}{n} \cdot 9549 = \frac{2,5 \cdot 0,8}{15000} \cdot 9549 = \mathbf{1,3\ gmm}$

Dopuszczalna mimośrodowość: $e_{zul} = \frac{U_{zul}}{M} = \frac{1,3 \cdot gmm}{0,8 \cdot kg} = \mathbf{1,6\ \mu m}$

Środek ciężkości uchwytu może więc być przesunięty z osi obrotu maksymalnie o 1,6 µm. Przy wyważaniu przyjmuje się jako oś obrotu oś stożka niesamohamownego lub uchwytu HSK.

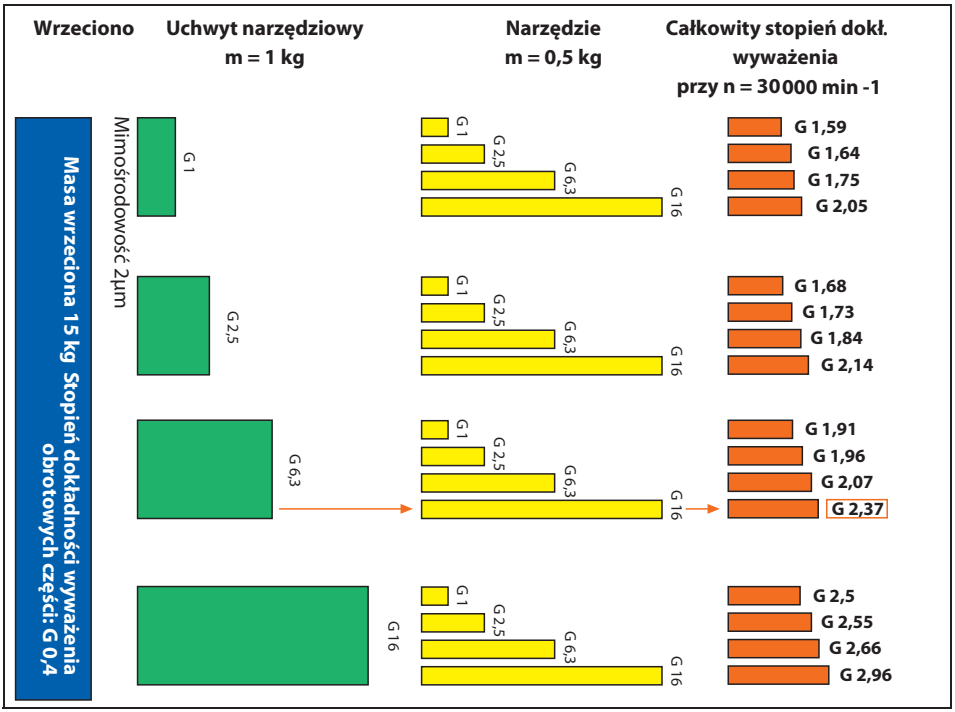
Rys. 10.23 przedstawia **dopuszczalne niewyważenie końcowe**, w zależności od stopni dokładności i prędkości obrotowej według DIN ISO 1940.



Rys. 10.23 Dopuszczalne niewyważenie końcowe i robocze prędkości obrotowe w zależności od stopni dokładności według DIN ISO 1940

Przy wysokich prędkościach obrotowych ważny jest dostateczny **stopień dokładności wyważenia** nie tylko samego uchwytu, ale całego układu narzędziowego. Nawet jeżeli poszczególne składniki modułowego układu narzędziowego są wyważone, zmontowany system może być niewyważony, ze względu na tolerancje montażowe.

Na *Rys. 10.24* przedstawiono całkowity stopień dokładności wyważenia układów złożonych. Na przykład przy zastosowaniu uchwytu zaciskowego o stopniu dokładności wyważenia G 6,3 i freza z G 16 przy prędkości obrotowej 30 000 obr./min osiąga się całkowity stopień dokładności wyważenia G 2,37.



Rys. 10.24 Przykład całkowitego stopnia dokładności wyważenia układów złożonych

Aktualne systemy narzędzi i wrzecion napotykają na granicę możliwości osiągnięcia stopnia dokładności wyważenia odpowiadającego DIN ISO 1940, zwłaszcza przy **obróbce HSC**. Przykładowo dopuszczalne niewyważenie końcowe przy prędkości obrotowej n = 10 000 obr./min wynosi U_{zul} = 1 gmm (por. *Rys. 10.23*), przy stopniu dokładności wyważenia G 1. Odpowiada to dopuszczalnej mimośrodowości e_{zul} = 1 µm. Przy podwojeniu prędkości obrotowej do 20 000 obr./min, wartość ta zmniejsza się do 0,5 gmm lub 0,5 µm. Ponieważ wartości tych, jak już zauważono, nie można w powtarzalny sposób mierzyć i kompensować przy użyciu stosowanych w praktyce przyrządów, więc na bazie pojęć zdefiniowanych w DIN ISO 1940 zostały opracowane i wydane przez VDMA (Zrzeszenie Niemieckich Zakładów Budowy Maszyn) wytyczne do wymagań do wyważania szybkoobrotowych układów narzędziowych.

Jako ujednolicony stopień dokładności wyważania zaleca się **G 16**, stanowiący kompromis pomiędzy konieczną ochroną wrzeciona oraz wyważeniem sensownym z punktu widzenia technicznego i ekonomicznego. Wynikające z tego dopuszczalne mimośrodowości e_{zul}, leżące powyżej tolerancji wymiany układów narzędziowych, są przedstawione w *Tabeli 10.9*.

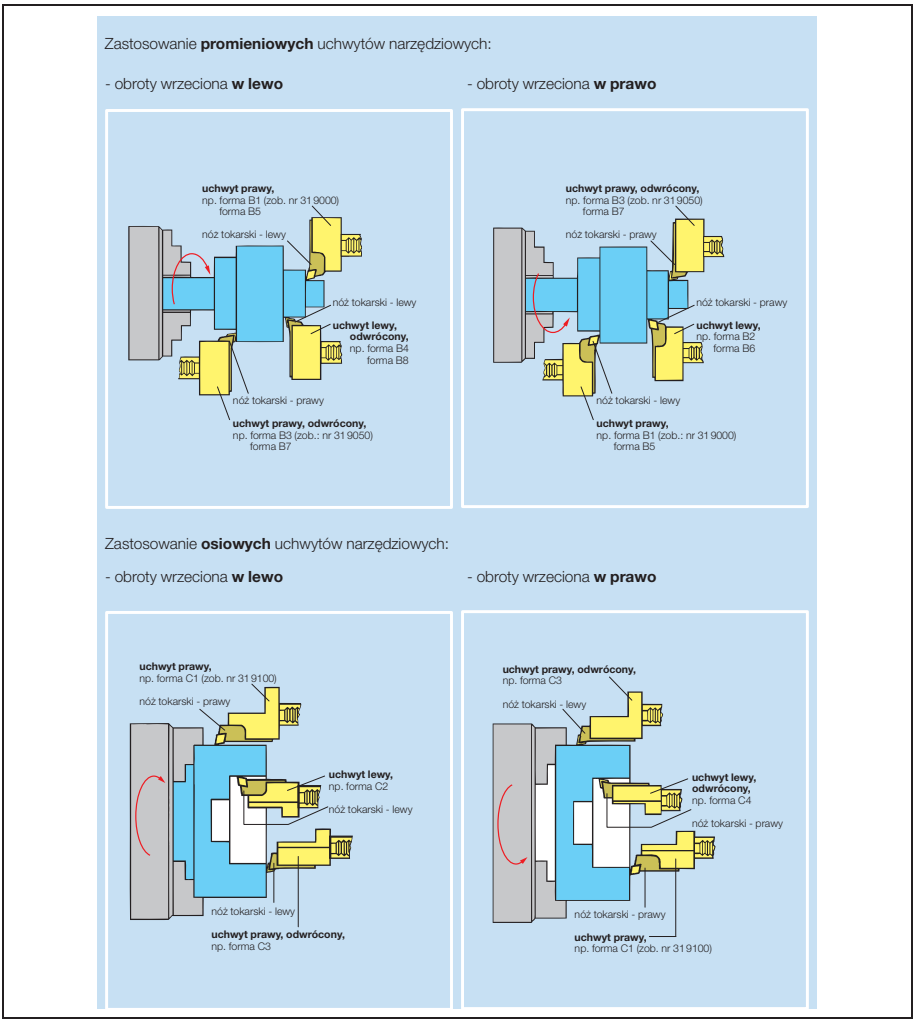
	Prędkość obrotowa [obr./min]					
	10 000	15 000	20 000	25 000	30 000	40 000
	Dopuszczalne mimośrodowości [µm] lub końcowe niewyważenie jednostkowe [gmm/kg]					
G 2,5	2,5	1,7	1,25	1	0,9	0,65
G 6,3	6,3	4,3	3,2	2,6	2,1	1,6
G 16	**16**	**11**	**8**	**6,5**	**5,5**	**4**
G 40	40	27	20	16	13	10

Tabela 10.9 Dopuszczalne mimośrodowości lub jednostkowe niewyważenie końcowe szybkoobrotowych układów narzędziowych według wytycznych VDMA

4 Uchwyty narzędzi VDI

Uchwyty narzędziowe są znormalizowane według DIN 69880 / VDI 3425.

Na *Rys. 10.25* przedstawiono poszczególne uchwyty narzędziowe osiowe i promieniowe, w zależności od kierunku obrotu wrzeciona, przeznaczone **do głowicy rewolwerowej tarczowej**. Zastosowanie dla **głowicy rewolwerowej o osi pionowej** opisano w rozdziale 5.1.2.2.



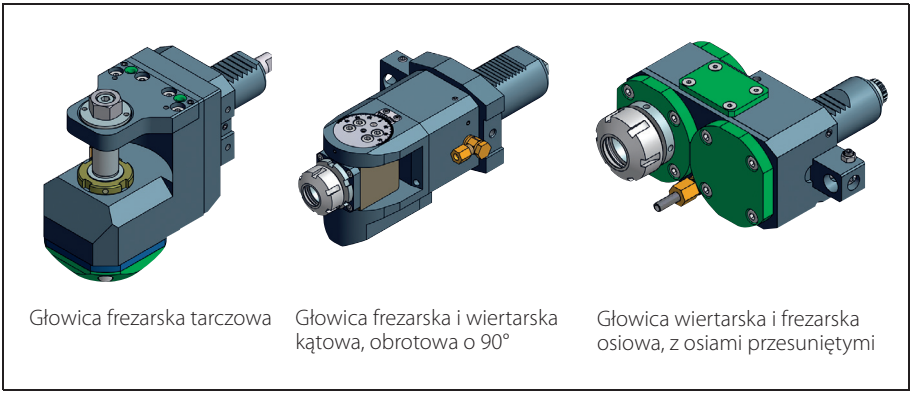
Rys. 10.25 Uchwyty narzędziowe osiowe i promieniowe do głowicy rewolwerowej tarczowej

5 Narzędzia napędzane do centrów tokarskich

5.1 Monoblokowe narzędzia napędzane do centrów tokarskich

5.1.1 Nazwy i wykonania głowic narzędziowych

Poniżej przedstawiono kilka wykonań narzędzi napędzanych o konstrukcji monoblokowej (por. *Rys. 10.26*).



Głowica frezarska tarczowa | Głowica frezarska i wiertarska kątowa, obrotowa o 90° | Głowica wiertarska i frezarska osiowa, z osiami przesuniętymi

Rys. 10.26 Narzędzia napędzane - przykłady wykonań specjalnych

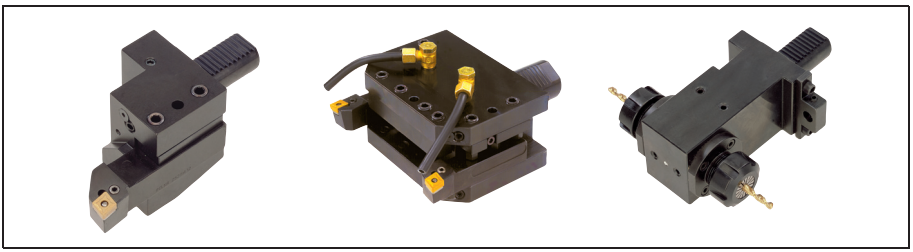
Nazwy głowic narzędziowych pochodzą od narzędzia, a nie od sposobu obróbki, to znaczy rozróżnia się (por. *Rys. 10.17*):

- Głowice osiowe

  Uchwyt narzędziowy jest osadzony w przedłużaczu chwytu albo równolegle, przy osi przesuniętej.
- Głowice kątowe albo promieniowe.

  Uchwyt narzędziowy jest ustawiony kątowo względem chwytu.

Inne narzędzia precyzyjne są dostępne do **głowic rewolwerowych** o osi pionowej.



Rys. 10.27 Narzędzia napędzane do głowic rewolwerowych o osi pionowej - przykłady

Przed zamówieniem należy zawsze wypełnić poniższy formularz do specyfikacji.

ANKIETA

Narzędzia napędzane do centrów tokarskich CNC

Ankietę należy załączyć do zlecenia

Ważne: W celu sprawnego załatwienia Państwa zapytania ofertowego prosimy koniecznie wypełnić pola oznaczone przez ⊗.

Info: Chwyt i napęd są zawsze zależne od typu maszyny i modelu!

Firma: _____	**Osoba do kontaktów:** _____ **Stanowisko:** _____ **Wydział:** _____ **Telefon:** _____ **Fax:**

⊗ **Producent maszyny (np. Heller):** _____	⊗ **Model (np. BEA 05):** **Nr. maszyny i rok budowy:** _____

Typ narzędzia:			**Średnica chwytu:**
☐ Osiowe	☐ chł. zew.	☐ chł. wew./chł. zew.	☐ 20 mm / VDI20
☐ Promieniowe	☐ chł. zew.	☐ chł. wew./chł. zew.	☐ 30 mm / VDI30
☐ Głowica odsadzona	☐ chł. zew.	☐ chł. wew./chł. zew.	☐ 40 mm / VDI40
☐ Obrotowe +/- 90°	☐ chł. zew.	☐ chł. wew./chł. zew.	☐ 50 mm / VDI50
☐ Inne:			☐ Inne:

Środki ułatwiające ustawianie: ☐ tak ☐ nie
Jeżeli tak, rodzaj środka pomocniczego:
☐ kołek ☐ kamień ☐ inne: _____
☐ rowek ☐ listwa _____

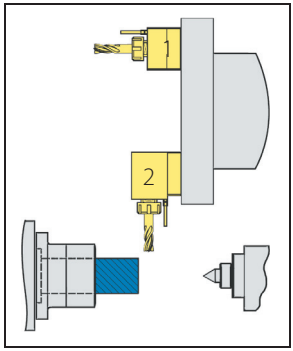
⊗ **Typ głowicy rewolwerowej/nr (np. Sauter 05.473.516), jeżeli wyrób obcy:**		**Napęd:**	
☐ Sauter	nr: _____	☐ koło stożkowe	
☐ Duplomatic	nr: _____	☐ Profil wielowypustowy	
☐ Baruffaldi	nr: _____	☐ Dwustronne sfrezowanie, wielkości:	_____
☐ Inne:	_____		_____
_____	_____	☐ Inne:	_____

Uchwyt narzędziowy:
☐ Tuleja zaciskowa/kształt ☐ ER

Uwagi: _____

5.1.2 Możliwości zastosowania głowicy rewolwerowej

5.1.2.1 Głowica rewolwerowa tarczowa



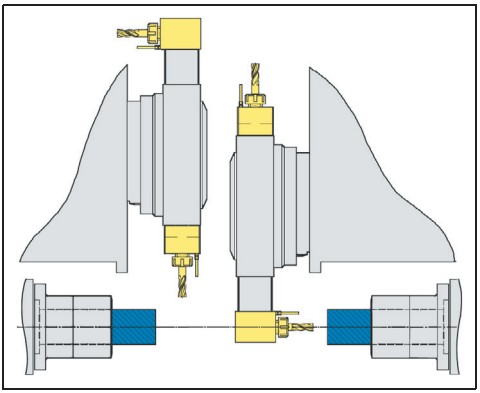
Rys. 10.28
Zastosowanie w centrach tokarskich narzędzi napędzanych głowicą rewolwerową tarczową

Na *Rys. 10.28* przedstawiono schemat zastosowania narzędzi napędzanych głowicą rewolwerową tarczową. Narzędzia są przy tym osadzone po stronie czołowej głowicy. Głowice osiowe pracują w kierunku osiowym (głowica narzędziowa 1.), a głowice kątowe - w kierunku promieniowym (głowica narzędziowa 2.). W przypadku głowic kątowych należy zwrócić uwagę na okrąg skrawania.

5.1.2.2 Głowice rewolwerowe o osi pionowej

W przypadku głowic rewolwerowych o osi pionowej narzędzia są umieszczone na obwodzie głowicy (por. *Rys. 10.29*). Ważne jest tutaj położenie głowicy rewolwerowej względem wrzeciona:

- Głowica rewolwerowa **prostopadła** do wrzeciona: głowica osiowa =obróbka promieniowa
  głowica kątowa = obróbka osiowa
- Głowica rewolwerowa **równoległa** do wrzeciona: głowica osiowa = obróbka osiowa
  głowica kątowa = obróbka promieniowa



Rys. 10.29 Zastosowanie w centrach tokarskich narzędzi napędzanych głowicą rewolwerową o osi pionowej

Obrabiarki z głowicami rewolwerowymi o osi pionowej posiadają często wyjście wrzeciona na ścianie tylnej (podwrzeciono). Dzięki temu można używać narzędzi prawych i lewych, jak również narzędzi przestawnych o 180° .

- **Narzędzie prawe:**

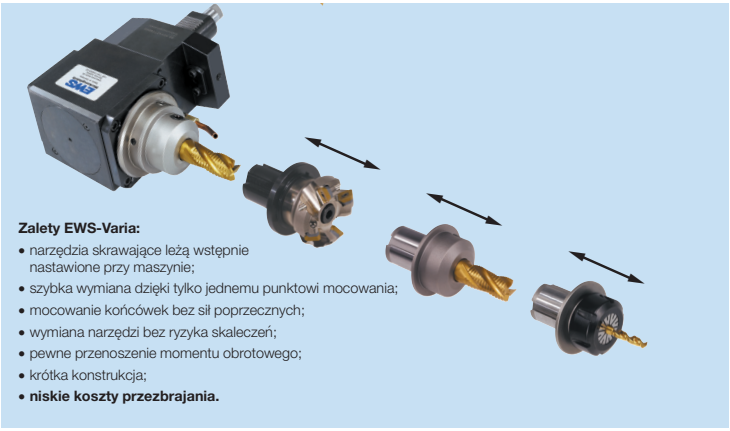
  Chwyt narzędzia leży po stronie przeciwnej do korpusu. Uzębienie znajduje się na górze. Jeśli spojrzy się na narzędzie z góry, ostrze znajduje się z prawej strony.

- **Narzędzie lewe**

  Narzędzie i chwyt są ustawione analogicznie jak wyżej. Ostrze jest jednak skierowane w lewo.

5.2 Narzędzia napędzane (AGW) o konstrukcji modułowej

EWS-Varia jest systemem szybkiej wymiany, pozwalającym na elastyczną i precyzyjną wymianę głowic narzędziowych w ciągu kilku sekund.



Rys. 10.30 EWS-Varia

Przyłącza głowic rewolwerowych

Na rys. 10.31 przedstawiono najpopularniejsze przyłącza głowic rewolwerowych. Pozwalają one zaspokoić około 80% potrzeb klientów.



Rys. 10.31 Przyłącza głowicy rewolwerowej

5.3 Zalety i wady różnych napędów

Chwyt DIN i napęd przez chwyt:

- pojedynczy zacisk → krótkie czasy uzbrajania,
- duży nakład na ustawianie w przypadku głowic innych niż osiowe,
- ograniczona wielkość ułożyskowania itd.,
- narzędzia mają skłonność do unoszenia się przy skrawaniu z dużą wydajnością,
- częściowa wymienność pomiędzy różnymi obrabiarkami różnych producentów.

Chwyt DIN i napęd zewnętrzny:

- pojedynczy zacisk → krótkie czasy uzbrajania,
- najczęściej bez ustawiania, ponieważ napęd zewnętrzny służy jako dodatkowe pozycjonowanie,
- możliwość zastosowania silniejszego napędu,
- wysoki koszt, ponieważ często konieczna jest przekładnia (np. głowice osiowe),
- unoszenie się głowic przy skrawaniu z dużą wydajnością,
- brak wymienności pomiędzy obrabiarkami różnych producentów.

Chwyt okrągły i przykręcanie:

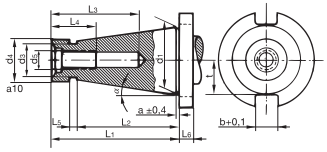
- wysoka stabilność,
- narzędzia nie unoszą się przy skrawaniu z dużą wydajnością,
- chwyt nie jest osłabiony przez uzębienie,
- łatwe przekładanie (narzędzia prawe i lewe),
- przenoszenie wysokich momentów przez większe chwyty,
- duży nakład na uzbrajanie wskutek długotrwałego przykręcania,
- głowice różnych producentów nie są wymienne.

6 Tabele chwytów narzędziowych według DIN 228 i DIN 2080

Chwyty narzędzi wg norm DIN 228 i DIN 2080 (wymiary podstawowe)

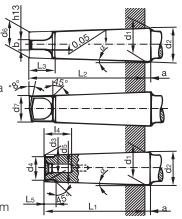
Wskazówka

DIN 228 – stożki Morse'a (MK) i stożki metryczne (wydanie z maja 1987 r.)
DIN 2080 – stożki niesamohamowne (wydanie z grudnia 1978 r.)



stożki Morse'a i stożki metryczne wg normy DIN 228, z płetwą do wybijania

stożki Morse'a i stożki metryczne wg normy DIN 228, z gwintem mocującym



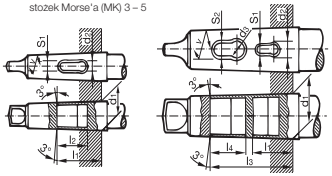
stożek	zbieżność	kąt α	a mm	b mm	d_1 mm	d_2 mm	d_3 mm	d_4 mm	d_5 metr	d_5 cale	d_6 mm	d_7* mm	L_1 mm	L_2 mm	L_3 mm	L_4 mm	L_5 mm	L_6 mm	t* mm
MK0	1:19,212 = 0,05205	1°2927	3	3,9	9,045	9,2	6,4	6*	–	–	6,1	6	50	56,5*	10,5*	–	4	–	–
MK1	1:20,047 = 0,04988	1°2543	3,5	5,2	12,065	12,2	9,4	9*	M 6	–	9	8,7	53,5	62*	13,5*	16**	5	–	–
MK2	1:20,020 = 0,04995	1°2550	5	6,3	17,780	18	14,6	14*	M10	–	14	13,5	64	75*	16*	24**	5	–	–
MK3	1:19,922 = 0,05020	1°2616	5	7,9	23,825	24,1	19,8	19*	M12	Wh 1/2	19,1	18,5	81	94*	20*	24**	7	–	–
MK4	1:19,254 = 0,05194	1°2915	6,5	11,9	31,267	31,6	25,9	25*	M16	Wh 5/8	25,2	24,5	102,5	117,5*	24*	32**	9	–	–
MK5	1:19,002 = 0,05263	1°3026	6,5	15,9	44,399	44,7	37,6	35,7*	M20	Wh 3/4	36,5	35,7	129,5	149,5*	29*	40**	10	–	–
MK6	1:19,180 = 0,05214	1°2936	8	19	63,348	63,8	53,9	51*	M24	Wh 1	52,4	51	182	210*	40*	47*	16	–	–
4			2	–	4	4,1	2,9	2,5*	–	–	–	–	23	–	–	–	2	–	–
6			3	–	6	6,2	4,4	4*	–	–	–	–	32	–	–	–	3	–	–
80			8	26	80	80,4	70,2	67*	M30	Wh 1 3/8	69	67	196	220*	48*	59**	24	–	–
100			10	32	100	100,5	88,4	85*	M36	Wh 1 3/8	87	85	232	260*	58*	70**	30	–	–
120	1:20 = 0,05	1°2556	12	38	120	120,6	106,6	102*	M36	Wh 1 3/8	105	102	268	300*	68*	70**	36	–	–
(140)			14	44	140	140,7	124,8	120*	M36	Wh 1 1/2	123	120	304	340*	78*	70**	42	–	–
160			16	50	160	160,8	143	138*	M48	Wh 1 3/4	141	138	340	380*	88*	92**	48	–	–
200			18	56	180	180,9	161,2	156*	M48	Wh 1 3/4	159	156	376	420*	98*	92**	54	–	–
(180)			20	62	200	201	179,4	174*	M48	Wh 2	177	174	412	460*	108*	92**	60	–	–
SK30	7 : 24 = 1 : 3,4286 = 0,29167	8°1750	1,6	16,1	31,75	–	16,5	17,4	M12	1/2-13UNC	–	–	68,4	48,4	33,5	24	3	8**	16,2
SK40			1,6	16,1	44,45	–	24	25,3	M16	5/8-11UNC	–	–	93,4	65,4	42,5	32	5	10**	22,5
SK50			3,2	25,7	69,85	–	38	39,6	M24	1-8UNC	–	–	126,8	101,8	61,5	47	8	12**	35,3
SK60			3,2	25,7	107,95	–	58	60,2	M30	1 1/4-7UNC	–	–	206,8	161,8	76	59	10	16**	60

Mocowanie poprzeczne wg DIN 1806 (wydanie z czerwca 1964 r.)

do chwytów narzędzi wg normy DIN 228

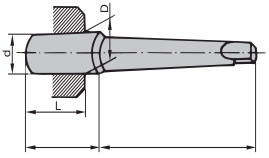
stożek Morse'a (MK) 6 i stożek metryczny 80 – 160

stożek Morse'a (MK) 3 – 5



stożek	d_2* mm	d_3* mm	L_1* mm	L_2* mm	L_3* mm	L_4* mm	S_1* mm	S_2* mm
MK3	9,2	–	55,5	32	–	–	8,3	–
MK4	9,4	–	59,5	37	–	–	8,3	–
MK5	14	–	64	42	–	–	12,4	–
MK6	18,75	22,5	56	35	122	47	16,4	19,5
80	22,5	30	64	43	136	54	19,5	26,5
100	30	37	70	51	155	61	26,5	32,5
120	37	43,5	76	59	160	68	32,5	38,5
160	50	57	98	75	207	82	44,5	50,5

Czop osadczy uchwytu wiertarskiego wg DIN 238 (wydanie z czerwca 1962 r.)



wielk. czopa	D mm	d mm	L mm	możliwość łączenia ze stożkiem MK	do uchwytów wiertarskich o zakr. mocow.	∅ mocow. uchwytu wiertarskiego
B6	6,350	5,850	10	MK0 do MK2	do 3 mm	–
B10	10,094	9,4	14,5	MK0 do MK2	3 mm do 4 mm	8
B12	12,065	11,1	18,5	MK0 do MK2	6 mm do 8 mm	10
B16	15,733	14,5	24	MK1 do MK3	10 mm do 13 mm	16
B18[1)]	17,431	16,2	32	MK1 do MK3	16 mm	16
B22	21,793	19,8	40,5	MK2 do MK4	20 mm	20
B24	23,825	21,3	50,5	MK3 do MK5	26 mm do 32 mm	26

Wielkości ujętych w nawiasach ( ) należy w miarę możliwości unikać.
*) wymiary maksymalne **) wymiary minimalne
1) wersja skrócona

Tabela 10.10 Wymiary znormalizowane

Spis treści

Wykaz wzorów **735**

Prędkość, posuw 735
Objętość materiału skrawanego w jednostce czasu 735
Parametry powierzchni 735
Siła, moc i moment przy skrawaniu 736
Wiercenie, pogłębianie, rozwiercanie dokładne 736
Gwintowanie 737
Cięcie 737
Frezowanie 738
Toczenie 739
Czas główny 740
Wiercenie, pogłębianie, rozwiercanie dokładne 740
Frezowanie gwintów 740
Cięcie 740
Frezowanie 741
Toczenie 741

Pasowania ISO - zasada stałego wałka **742**

Pasowania ISO - zasada stałego otworu **743**

Uzupełnienia do pasowań ISO na zasadzie stałego otworu 744

Jednostki SI - międzynarodowy układ jednostek miar **745**

Ważniejsze jednostki SI 745
Ważniejsze przedrostki i oznaczenia do tworzenia jednostek wielokrotnych i podwielokrotnych 745
Energia / praca (dżul) 745
Ważniejsze przeliczniki pomiędzy jednostkami dotychczasowymi i nowymi jednostkami SI 745
Przeliczanie naprężeń mechanicznych 745

Tabela przeliczeniowa **746**

Cali na milimetry 746
Milimetrów na cale 746

Tabela porównawcza twardości oraz wytrzymałości na rozciąganie **747**

Parametry doboru narzędzi HPC **748**

Skorowidz **756**

Wykaz wzorów

Prędkość, posuw		
Prędkość obrotowa	$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D \cdot \pi}$	D średnica f posuw f_z posuw na ząb n prędkość obrotowa v_c prędkość skrawania v_f prędkość posuwu z liczba zębów π 3,14159...
Prędkość skrawania	$v_c = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$	
Posuw na ząb	$f_z = \frac{f}{z} = \frac{v_f}{z \cdot n}$	
Posuw na obrót	$f = f_z \cdot z$	
Prędkość posuwu	$v_f = f_z \cdot z \cdot n$	
Objętość materiału skrawanego w jednostce czasu		
Objętość materiału skrawanego w jednostce czasu	$Q = A \cdot v_c = a_e \cdot a_p \cdot v_f$	A przekrój warstwy skrawanej F_c siła skrawania Q objętość materiału skrawanego w jednostce czasu Q_c jednostkowa objętość materiału skrawanego w jednostce czasu a_e szerokość styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem a_p głębokość skrawania v_c prędkość skrawania v_f prędkość posuwu k_c właściwy opór skrawania
Jednostkowa objętość materiału skrawanego w jednostce czasu	$Q_c = \frac{Q}{P_c} = \frac{A \cdot v_c}{F_c \cdot v_c} = \frac{1}{k_c}$	
Parametry powierzchni		
Średnia wysokość nierówności	$R_z = \frac{1}{n}(Z_1 + Z_2 + \ldots + Z_n)$	R_a średnia arytmetyczna odchylenia zarysu chropowatości powierzchni od linii średniej R_t teoret. wysokość nierówności R_z średnia wysokość nierówności f posuw r_ε promień naroża ostrza
Teoretyczna wysokość nierówności	$R_t = \frac{f^2}{8 \cdot r_\varepsilon}$	
Średnia arytmetyczna odchylenia zarysu chropowatości powierzchni od linii średniej	$R_a = \frac{1}{l} \cdot \int_0^l \lvert y(x) \rvert dx$	

Siła, moc i moment przy skrawaniu

Wiercenie, pogłębianie, rozwiercanie dokładne

$$A = 2 \cdot b \cdot h = a_p \cdot f$$

$$b = \frac{a_p}{\sin\frac{\sigma}{2}} \qquad h = \frac{f}{z} \cdot \sin\frac{\sigma}{2}$$

$$F_c = A \cdot k_c = b \cdot h \cdot k_c$$

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m}$$

Wiercenie w pełnym materiale:

$$F_{cz} = \frac{D}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_B$$

Rozwiercanie:

$$F_{cz} = \frac{(D-d)}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_B$$

Pogłębianie:

$$F_{cz} = \frac{(d_{1\max}-d_2)}{2} \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_{Se}$$

$$P_a = \frac{P_c}{\eta} \qquad P_c = \frac{M_d \cdot n}{9554}$$

Wiercenie w pełnym materiale:

$$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c}{60\,000}$$

Rozwiercanie, pogłębianie:

$$P_c = \frac{F_{cz} \cdot v_c \cdot \left(1 + \frac{d}{D}\right)}{60\,000}$$

Wiercenie w pełnym materiale:

$$M_d = \frac{F_{cz} \cdot z \cdot \frac{D}{4}}{1000}$$

Rozwiercanie, pogłębianie:

$$M_d = \frac{F_{cz} \cdot z \cdot (D+d)}{4000}$$

A	przekrój skrawanej warstwy
D	średnica zewnętrzna
F_c	siła skrawania
F_{cz}	siła skrawania na ząb
M_d	moment obrotowy
P_a	moc napędu
P_c	moc skrawania
a_p	głębokość skrawania
b	szerokość skrawanej warstwy
d	średnica wewnętrzna
$d_{1\max}$	maksymalna średnica zewnętrzna
d_2	średnica wewnętrzna
f	posuw
f_z	posuw na ząb
f_B	współczynnik technologiczny przy wierceniu (por. strona 174)
f_{Se}	współczynnik technologiczny przy pogłębianiu (por. strona 337)
h	grubość skrawanej warstwy
k_c	właściwy opór skrawania
$k_{c1.1}$	właściwy opór skrawania przy A = 1 mm^2
m	wskaźnik wzrostu
v_c	prędkość skrawania
z	liczba zębów
σ	kąt wierzchołkowy
η	współczynnik sprawności

Siła, moc i moment przy skrawaniu

Gwintowanie

$$A \approx 0,4 \cdot P$$

$$F_c = \frac{1}{z} \cdot A \cdot k_c \cdot f_{Gs} \cdot K_{Ver}$$

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m}$$

$$P_a = \frac{P_c}{\eta} \qquad P_c = \frac{M_c \cdot n}{9554}$$

$$M_c = F_c \cdot z \cdot \frac{D_2}{2}$$

A przekrój skrawanej warstwy
D_2 średnica podziałowa gwintu
F_c siła skrawania
M_c moment skrawania
K_{Ver} współczynnik korekcyjny zużycia
P skok
P_a moc napędu
P_c moc skrawania
f_{Gs} współczynnik technol. do gwintowania (por. strona 310)
h grubość warstwy skrawanej
k_c właściwy opór skrawania
$k_{c1.1}$ właściwy opór skrawania przy A = 1 mm²
m wskaźnik wzrostu
n prędkość obrotowa
z liczba zębów
η Współczynnik sprawności

Cięcie

$$b = a_p \qquad h = f_z$$

Cięcie piłami tarczowymi:

$$f_z = \frac{A_s \cdot D \cdot \pi}{l \cdot v_c \cdot z \cdot 1000}$$

Cięcie piłami taśmowymi:

$$f_z = \frac{A_s \cdot T}{l \cdot v_c \cdot 1000}$$

$$F_{cz} = a_p \cdot f_z \cdot k_c \cdot f_{Sa} \cdot K_{Ver}$$

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m}$$

$$P_a = \frac{P_c}{\eta} \qquad P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60\,000} \cdot z_{iE}$$

$$M_d = \frac{9554 \cdot P_c}{n}$$

A_s jednostkowa powierzchnia skrawania
D średnica piły
F_c siła skrawania
M_d moment obrotowy
K_{Ver} współczynnik korekcyjny uwzględniający zużycie (por. strona 120, 378)
P_a moc napędu
P_c moc skrawania
T podziałka zębów
a_p głębokość skrawania
b szerokość warstwy skrawanej
f_{Sa} współczynnik technologiczny dla cięcia (por. strona 378)
f_z posuw na ząb
h grubość skrawanej warstwy
k_c właściwy opór skrawania
$k_{c1.1}$ właściwy opór skrawania przy A = 1 mm²
l długość odcinka skrawania
m wskaźnik wzrostu
n prędkość obrotowa
v_c prędkość skrawania
z liczba zębów
z_{iE} liczba zębów w styczności z obrabianym przedmiotem
π 3,14159...
η współczynnik sprawności

Siła, moc i moment przy skrawaniu

Frezowanie

$$A = b \cdot h_m = a_p \cdot f$$

Frezowanie czołowe:

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa_r}$$

$$h_m = \frac{114{,}6°}{\varphi_s^\circ} \cdot f_z \cdot \sin \kappa_r \cdot \frac{a_e}{D}$$

Frezowanie obwodowe:

$$b = a_e$$

$$F_{cmz} = A \cdot k_c = b \cdot h_m \cdot k_c \cdot \Pi K$$

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h_m^m}$$

$$P_a = \frac{P_c}{\eta} \qquad P_c = \frac{F_{cmz} \cdot v_c \cdot z_{iE}}{60\,000}$$

$$M_d = \frac{9554 \cdot P_c}{n}$$

Frezy kuliste

Efektywna średnica freza

$$d_{eff} = 2 \cdot \sqrt{D \cdot a_p - a_p^2}$$

Efektywna prędkość skrawania

$$v_{ceff} = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{1000} \cdot \sqrt{D \cdot a_p - a_p^2}$$

Frezowanie metodą wierszowania

Skok wierszowania

$$b_r = 2 \cdot \sqrt{a_p \cdot (D - a_p)}$$

Wcinanie po linii śrubowej

Prędkość posuwu

$$v_f = \frac{n \cdot f_z \cdot z_{eff} \cdot (D_a - D)}{D_a}$$

A	przekrój warstwy skrawanej
D	średnica narzędzia
D_a	średnica linii śrubowej
F_{cmz}	średnia siła skrawania na ostrze
M_d	moment obrotowy
P_a	moc napędu
P_c	moc skrawania
a_e	szerokość styczności z obrabianym przedm.
a_p	głębokość skrawania
b	szerokość warstwy skrawanej
b_r	skok wierszowania
d_{eff}	efekywna średnica narzędzia
f	posuw
f_z	posuw na ząb
h_m	średnia grubość skrawanej warstwy
k_c	jednostkowa siła skrawania
$k_{c1.1}$	jednostkowa siła skrawania przy A = 1 mm^2
m	wskaźnik wzrostu
n	prędkość obrotowa
v_c	prędkość skrawania
v_{ceff}	efektywna prędkość skrawania
z_{eff}	efektywna liczba zębów
z_{iE}	liczba zębów w styczności z obrab. przedmiotem
Π_K	iloczyn współcz. korekcyjnych (por. strona 120)
κ_r	kąt przystawienia gł. krawędzi skrawającej
φ_s	kąt łuku skrawania
π	3,14159...
η	współczynnik sprawności

Siła, moc i moment przy skrawaniu

Toczenie

$$A = b \cdot h = a_p \cdot f$$

$$b = \frac{a_p}{\sin \kappa_r} \qquad h = f \cdot \sin \kappa_r$$

$$F_c = A \cdot k_c = b \cdot h \cdot k_c$$

$$k_c = \frac{k_{c1.1}}{h^m}$$

$$P_a = \frac{P_c}{\eta} \qquad P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60\,000}$$

$$M_d = \frac{9554 \cdot P_c}{n}$$

A	przekrój warstwy skrawanej
F_c	siła skrawania
M_d	moment obrotowy
P_a	moc napędu
P_c	moc skrawania
a_p	głębokość skrawania
b	szerokość skrawanej warstwy
f	posuw
h	grubość skrawanej warstwy
k_c	właściwy opór skrawania
$k_{c1.1}$	właściwy opór skrawania przy A = 1 mm^2
m	wskaźnik wzrostu
n	prędkość obrotowa
v_c	prędkość skrawania
κ_r	kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej
η	Współczynnik sprawności



Czas główny

Wiercenie, pogłębianie, rozwiercanie dokładne

$$t_h = \frac{L}{f \cdot n}$$

$$L = l + l_a + l_u$$

Otwór przelotowy:

$$L = l + 3 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)}$$

Otwór nieprzelotowy:

$$L = l + 1 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)}$$

Pogłębianie:

$$L = l + 6$$

Rozwiercanie dokładne:

$$L = l + D$$

Frezowanie gwintów

$$t_h = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$$

$$L = \frac{7}{6} \cdot d \cdot \pi$$

Toczenie gwintów

$$t_h = \frac{L \cdot i \cdot g}{p \cdot n}$$

$$i = \frac{t}{a_p}$$

Cięcie

$$t_h = \frac{A}{A_s}$$

D	średnica narzędzia
L	droga całkowita
f	posuw
l	grubość obrabianego przedmiotu
l_a	dobieg
l_u	wybieg
n	prędkość obrotowa
t_h	czas główny
σ	kąt wierzchołkowy
L	droga całkowita
a_p	głębokość skrawania
d	średnica gwintu
f	posuw
g	liczba zwojów gwintu
i	liczba przejść narzędzia
n	prędkość obrotowa
p	skok gwintu
t	głębokość gwintu
t_h	czas główny
π	3,14159...
A	przekrój przewidziany do przecięcia
A_s	jednostkowy przekrój skrawanej warstwy
t_h	czas główny

Czas główny

Frezowanie

Frezowanie czołowe

$$t_h = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$$

$$L = l + 2Z_l + l_a + l_u$$

Obróbka zgrubna współosiowa

$$l_a + l_u = 3 + \frac{D}{2} - 0{,}5 \cdot \sqrt{D^2 - a_c}$$

niewspółosiowa - oś freza w obszarze obrabianego przedmiotu

$$l_a + l_u = 3 + \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - a_e'^2}$$

niewspółosiowa - oś freza poza obrabianym przedmiotem

$$l_a + l_u = 3 + \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - y^2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot (a_e - y)^2}$$

Obróbka wykańczająca

$$l_a + l_u = 3 + D$$

Frezowanie walcowe

Obróbka zgrubna

$$l_a + l_u = 3 + \sqrt{D \cdot a_e - a_e^2}$$

Obróbka wykańczająca

$$l_a + l_u = 3 + 2\sqrt{D \cdot a_e - a_e^2}$$

Toczenie

Toczenie wzdłużne

$$t_h = \frac{L \cdot i}{f \cdot n}$$

$$L = l + l_a + l_u$$

$$L = l + 4$$

Toczenie poprzeczne

Walec pełny

$$L = l_a + \frac{D}{2}$$

Cylinder

$$L = l_a + \frac{D - d}{2} + l_u$$

D	średnica narzędzia
L	droga całkowita
Z_l	naddatek obróbkowy
a_e	szerokość styczności narzędzia z obrabianym przedmiotem
a'_e	jednostkowy odcinek styczności narzędzia z obrab. przedmiotem
f	posuw
i	liczba przejść narzędzia
l	długość obrab. przedmiotu
l_a	dobieg
l_u	wybieg
n	prędkość obrotowa
t_h	czas główny
y	odległość od osi frezu

D	średnica zewn. obrab. przedmiotu
L	droga całkowita
d	średnica wewnętrz. obrab. przedmiotu
f	posuw
i	liczba przejść narzędzia
l	długość obrab. przedmiotu
l_a	dobieg
l_u	wybieg
n	prędkość obrotowa
t_h	czas główny

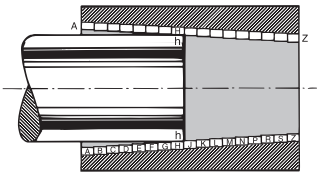
Pasowania ISO – zasada stałego wałka

Informacja

(Wyciąg z normy DIN 7155)
Wymiary nominalne w µ (= 0,001 mm).

W systemie tym wszystkie wałki objęte są tolerancją h.
Maksymalny wymiar średnicy wałka zmierza tym samym do linii zerowej i stanowi jednocześnie wymiar nominalny. Minimalny wymiar średnicy wałka jest mniejszy o wartość tolerancji od jego wymiaru nominalnego.

tolerancja otworów A – Z



otwory	rodzaj pasowania*)	wymiar nominalny powyżej. . . do. . . mm																				
		1 3	3 6	6 10	10 14	14 18	18 24	24 30	30 40	40 50	50 65	65 80	80 100	100 120	120 140	140 160	160 180	180 200	200 225	225 250
wałek **h5**		0 / – 4	0 / – 5	0 / – 6	0 / – 8		0 / – 9		0 / – 11		0 / – 13		0 / – 15		0 / – 18			0 / – 20		
P 6		– 6 / – 12	– 9 / – 17	– 12 / – 21	– 15 / – 26		– 18 / – 31		– 21 / – 37		– 26 / – 45		– 30 / – 52		– 36 / – 61			– 41 / – 70		
N 6		– 4 / – 10	– 5 / – 13	– 7 / – 16	– 9 / – 20		– 11 / – 24		– 12 / – 28		– 14 / – 33		– 16 / – 38		– 20 / – 45			– 22 / – 51		
M 6		– 2 / – 8	– 1 / – 9	– 3 / – 12	– 4 / – 15		– 4 / – 17		– 4 / – 20		– 5 / – 24		– 6 / – 28		– 8 / – 33			– 8 / – 37		
J 6		+ 3 / – 4	+ 5 / – 3	+ 5 / – 4	+ 6 / – 5		+ 8 / – 5		+ 10 / – 6		+ 13 / – 6		+ 16 / – 6		+ 18 / – 7			+ 22 / – 7		
H 6		+ 6 / 0	+ 8 / 0	+ 9 / 0	+ 11 / 0		+ 13 / 0		+ 16 / 0		+ 19 / 0		+ 22 / 0		+ 25 / 0			+ 29 / 0		
wałek **h6**		0 / – 6	0 / – 8	0 / – 9	0 / – 11		0 / – 13		0 / – 16		0 / – 19		0 / – 22		0 / – 25			0 / – 29		
S 7		– 14 / – 24	– 15 / – 27	– 17 / – 32	– 21 / – 39		– 27 / – 48		– 34 / – 59		– 42 / – 72	– 48 / – 78	– 58 / – 93	– 66 / –101	– 77 / –117	– 85 / –125	– 93 / –133	–105 / –151	–113 / –159	–123 / –169
R 7		– 10 / – 20	– 11 / – 23	– 13 / – 28	– 16 / – 34		– 20 / – 41		– 25 / – 50		– 30 / – 60	– 32 / – 62	– 38 / – 73	– 41 / – 76	– 48 / – 88	– 50 / – 90	– 53 / – 93	– 60 / –106	– 63 / –109	– 67 / –113
N 7		– 4 / – 14	– 4 / – 16	– 4 / – 19	– 5 / – 23		– 7 / – 28		– 8 / – 33		– 9 / – 39		–10 / – 45		–12 / – 52			– 14 / – 60		
M 7		– 2 / – 12	0 / – 12	0 / – 15	0 / – 18		0 / – 21		0 / – 25		0 / – 30		0 / – 35		0 / – 40			0 / – 46		
K 7		3 / – 6	+ 3 / – 9	+ 5 / – 10	+ 6 / – 12		+ 6 / – 15		+ 7 / – 18		+ 9 / – 21		+ 10 / – 25		+ 12 / – 28			+ 13 / – 33		
J 7		+ 3 / – 6	+ 6 / – 6	+ 8 / – 7	+ 10 / – 8		+ 12 / – 9		+ 14 / – 11		+ 18 / – 12		+ 22 / – 13		+ 26 / – 14			+ 30 / – 16		
H 7	S	+ 9 / 0	+ 12 / 0	+ 15 / 0	+ 18 / 0		+ 21 / 0		+ 25 / 0		+ 30 / 0		+ 35 / 0		+ 40 / 0			+ 46 / 0		
G 7	S	+ 12 / + 2	+ 16 / + 4	+ 20 / + 5	+ 24 / + 6		+ 28 / + 7		+ 34 / + 9		+ 40 / + 10		+ 47 / + 12		+ 54 / + 14			+ 61 / + 15		
F 7		+ 16 / + 6	+ 22 / + 10	+ 28 / + 13	+ 34 / + 16		+ 41 / + 20		+ 50 / + 25		+ 60 / + 30		+ 71 / + 36		+ 83 / + 43			+ 96 / + 50		
wałek **h9**		0 / – 25	0 / – 30	0 / – 36	0 / – 43		0 / – 52		0 / – 62		0 / – 74		0 / – 87		0 / – 100			0 / – 115		
H 8	S	+ 14 / 0	+ 18 / 0	+ 22 / 0	+ 27 / 0		+ 33 / 0		+ 39 / 0		+ 46 / 0		+ 54 / 0		+ 63 / 0			+ 72 / 0		
H 11	S	+ 60 / 0	+ 75 / 0	+ 90 / 0	+ 110 / 0		+ 130 / 0		+ 160 / 0		+ 190 / 0		+ 220 / 0		+ 250 / 0			+ 290 / 0		
F 8	S	+ 20 / + 6	+ 28 / + 10	+ 35 / + 13	+ 43 / + 16		+ 53 / + 20		+ 64 / + 25		+ 76 / + 30		+ 90 / + 36		+ 106 / + 43			+ 122 / + 50		
E 9	S	+ 39 / + 14	+ 50 / + 20	+ 61 / + 25	+ 75 / + 32		+ 92 / + 40		+ 112 / + 50		+ 134 / + 60		+ 159 / + 72		+ 185 / + 85			+ 215 / + 100		
D 10	S	+ 60 / + 20	+ 78 / + 30	+ 98 / + 40	+ 120 / + 50		+ 149 / + 65		+ 180 / + 80		+ 220 / + 100		+ 260 / + 120		+ 305 / + 145			+ 355 / + 170		
C 11	S	+120 / + 60	+145 / + 70	+170 / + 80	+ 205 / + 95		+ 240 / + 110		+280 / +110	+290 / +130	+330 / +140	+340 / +150	+390 / +170	+400 / +180	+450 / +200	+460 / +210	+480 / +230	+530 / +240	+550 / +260	+570 / +280
wałek **h11**		0 / – 60	0 / – 75	0 / – 90	0 / – 110		0 / – 130		0 / – 160		0 / – 190		0 / – 220		0 / – 250			0 / – 290		
H 11	S	+ 60 / 0	+ 75 / 0	+ 90 / 0	+ 110 / 0		+ 130 / 0		+ 160 / 0		+ 190 / 0		+ 220 / 0		+ 250 / 0			+ 290 / 0		
D 11	S	+ 80 / + 20	+105 / + 30	+130 / + 40	+ 160 / + 50		+ 195 / + 65		+ 240 / + 80		+ 290 / + 100		+ 340 / + 120		+ 395 / + 145			+ 460 / + 170		
C 11	S	+120 / + 60	+145 / + 70	+170 / + 80	+ 205 / + 95		+ 240 / + 110		+280 / +120	+290 / +130	+330 / +140	+340 / +150	+390 / +170	+400 / +180	+450 / +200	+460 / +210	+480 / +230	+530 / +240	+550 / +260	+570 / +280
A 11	S	+330 / +270	+345 / +270	+370 / +280	+ 400 / + 290		+ 430 / + 300		+470 / +310	+480 / +320	+530 / +340	+550 / +360	+600 / +380	+630 / +410	+710 / +460	+770 / +520	+830 / +580	+950 / +660	+1030 / + 740	+1110 / + 820

*) Pasowania zalecane wg normy DIN 7157 **S =** (pasowanie luźne).

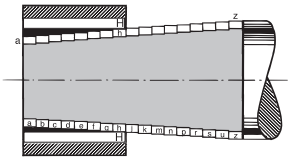
Pasowania ISO – zasada stałego otworu

Informacja

(Wyciąg z normy DIN 7154)
Wymiary nominalne w µ (= 0,001 mm).

W systemie tym wszystkie otwory wykonywane są z tolerancją H.
Minimalna wielkość średnicy otworu zmierza tym samym do linii zerowej i stanowi jednocześnie wymiar nominalny.
Maksymalna wielkość średnicy wykracza poza linię zerową o wartość tolerancji.

tolerancje wałków a – z



wałki	rodzaj pasowania*)	wymiar nominalny powyżej. . . do. . . mm																		
		1 3	3 6	6 10	10 14	14 18	18 24	24 30	30 40	40 50	50 65	65 80	80 100	100 120	120 140	140 160	160 180	180 200	200 225	225 250
otwór **H6**		+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0		+ 13 0		+ 16 0		+ 19 0		+ 22 0		+ 25 0			+ 29 0		
p 5		+ 10 + 6	+ 17 + 12	+ 21 + 15	+ 26 + 18		+ 31 + 22		+ 37 + 26		+ 45 + 32		+ 52 + 37		+ 61 + 43			+ 70 + 50		
n 5		+ 8 + 4	+ 13 + 18	+ 16 + 10	+ 20 + 12		+ 24 + 15		+ 28 + 17		+ 33 + 20		+ 38 + 23		+ 45 + 27			+ 51 + 31		
k 6		+ 6 0	+ 9 + 1	+ 10 + 1	+ 12 + 1		+ 15 + 2		+ 18 + 2		+ 21 + 2		+ 25 + 3		+ 28 + 3			+ 33 + 4		
j 6		+ 4 – 2	+ 6 – 2	+ 7 – 2	+ 8 – 3		+ 9 – 4		+ 11 – 5		+ 12 – 7		+ 13 – 9		+ 14 – 11			+ 16 – 13		
h 5		0 – 4	0 – 5	0 – 6	0 – 8		0 – 9		0 – 11		0 – 13		0 – 15		0 – 18			0 – 20		
otwór **H7**		+ 10 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0		+ 21 0		+ 25 0		+ 30 0		+ 35 0		+ 40 0			+ 46 0		
s 6	P	+ 20 + 14	+ 27 + 19	+ 32 + 23	+ 39 + 28		+ 48 + 35		+ 59 + 43		+ 72 + 35	+ 78 + 59	+ 93 + 71	+101 + 79	+117 + 92	+125 +100	+133 +108	+151 +122	+159 +130	+169 +140
r 6	P	+ 16 + 10	+ 23 + 15	+ 28 + 19	+ 34 + 23		+ 41 + 28		+ 50 + 34		+ 60 + 41	+ 62 + 43	+ 73 + 51	+ 76 + 54	+ 88 + 63	+ 90 + 65	+ 93 + 68	+106 + 77	+109 + 80	+113 + 84
n 6	Ü	+ 10 + 4	+ 16 + 8	+ 19 + 10	+ 23 + 12		+ 28 + 15		+ 33 + 17		+ 39 + 20		+ 45 + 23		+ 52 + 27			+ 60 + 31		
m 6		+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 15 + 6	+ 18 + 7		+ 21 + 8		+ 25 + 9		+ 30 + 11		+ 35 + 13		+ 40 + 15			+ 46 + 17		
k 6	Ü	+ 6 0	+ 9 + 1	+ 10 + 1	+ 12 + 1		+ 15 + 2		+ 18 + 2		+ 21 + 2		+ 25 + 3		+ 28 + 3			+ 33 + 4		
j 6	Ü	+ 4 – 2	+ 6 – 2	+ 7 – 2	+ 8 – 3		+ 9 – 4		+ 11 – 5		+ 12 – 7		+ 13 – 9		+ 14 – 11			+ 16 – 13		
h 6	S	0 – 6	0 – 8	0 – 9	0 – 11		0 – 13		0 – 16		0 – 19		0 – 22		0 – 25			0 – 29		
g 6	S	– 2 – 8	– 4 – 12	– 5 – 14	– 6 – 17		– 7 – 20		– 9 – 25		– 10 – 29		– 12 – 34		– 14 – 39			– 15 – 44		
f 7	S	– 6 – 16	– 10 – 22	– 13 – 28	– 16 – 34		– 20 – 41		– 25 – 50		– 30 – 60		– 36 – 71		– 43 – 83			– 50 – 96		
otwór **H8**		+ 14 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0		+ 33 0		+ 39 0		+ 46 0		+ 54 0		+ 63 0			+ 72 0		
x 8	P	+ 34 + 20	+ 46 + 28	+ 56 + 34	+ 67 + 40	+ 72 + 45	+ 87 + 54	+ 97 + 64	+119 + 80	+136 + 97	+168 +122	+192 +146	+232 +178	+264 +210	+311 +248	+343 +280	+373 +310	+422 +350	+457 +385	+497 +425
u 8	P	– –	– –	– –	– –	– –	– –	+ 81 + 48	+ 99 + 60	+109 + 70	+133 + 87	+148 +102	+178 +124	+198 +144	+233 +170	+253 +190	+273 +210	+308 +236	+330 +258	+356 +284
h 9	S	0 – 25	0 – 30	0 – 36	0 – 43		0 – 52		0 – 62		0 – 74		0 – 87		0 – 100			0 – 115		
f 7	S	– 6 – 16	– 10 – 22	– 13 – 28	– 16 – 34		– 20 – 41		– 25 – 50		– 30 – 60		– 36 – 71		– 43 – 83			– 50 – 96		
d 9	S	– 20 – 45	– 30 – 60	– 40 – 76	– 50 – 93		– 65 – 117		– 80 – 142		– 100 – 174		– 120 – 207		– 145 – 245			– 170 – 285		
otwór **H11**		+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0		+ 130 0		+ 160 0		+ 190 0		+ 220 0		+ 250 0			+ 290 0		
h 9	S	0 – 25	0 – 30	0 – 36	0 – 43		0 – 52		0 – 62		0 – 74		0 – 87		0 – 100			0 – 115		
h 11	S	0 – 60	0 – 75	0 – 90	0 – 110		0 – 130		0 – 160		0 – 190		0 – 220		0 – 250			0 – 290		
d 9	S	– 20 – 45	– 30 – 60	– 40 – 76	– 50 – 93		– 65 – 117		– 80 – 142		– 100 – 174		– 120 – 207		– 145 – 245			– 170 – 285		
c 11	S	– 60 –120	– 70 –145	– 80 –170	– 95 – 205		– 110 – 240		– 120 – 280	– 130 – 290	– 140 – 330	– 150 – 340	– 170 – 390	– 180 – 400	– 200 – 450	– 210 – 460	– 230 – 480	– 240 – 530	– 260 – 550	– 280 – 570
a 11	S	– 270 – 330	– 270 – 345	– 280 – 370	– 290 – 400		– 300 – 430		– 310 – 470	– 320 – 480	– 340 – 530	– 360 – 550	– 380 – 600	– 410 – 630	– 460 – 710	– 520 – 770	– 580 – 830	– 660 – 950	– 740 –1030	– 820 –1110

*) Pasowania zalecane wg normy DIN 7157 (**P =** pasowanie wtłaczane, **Ü =** pasowanie mieszane, **S =** pasowanie ruchowe).

Uzupełnienie do pasowań ISO – zasada stałego otworu

Informacja

(Wyciąg z norm DIN 7160, DIN 7161)
Odchyłki nomin. w µ (= 0,001 mm)

wymiary zewnętrzne

wałki	wymiar nominalny powyżej. . . do. . . mm									
	1 **3**	**3** **6**	**6** **10**	**10** **18**	**18** **30**	**30** **50**	**50** **80**	**80** **120**	**120** **180**	**180** **250**
d 11	– 20 – 80	– 30 – 105	– 40 – 130	– 50 – 160	– 65 – 195	– 80 – 240	– 100 – 290	– 120 – 340	– 145 – 395	– 170 – 460
e 8	– 14 – 28	– 20 – 38	– 25 – 47	– 32 – 59	– 40 – 73	– 50 – 89	– 60 – 106	– 72 – 126	– 85 – 148	– 100 – 172
f 8	– 6 – 20	– 10 – 28	– 13 – 35	– 16 – 43	– 20 – 53	– 25 – 64	– 30 – 76	– 36 – 90	– 43 – 106	– 50 – 122
f 9	– 6 – 31	– 10 – 40	– 13 – 49	– 16 – 59	– 20 – 72	– 25 – 87	– 30 – 104	– 36 – 123	– 43 – 143	– 50 – 165
h 7	0 – 10	0 – 12	0 – 15	0 – 18	0 – 21	0 – 25	0 – 30	0 – 35	0 – 40	0 – 46
h 8	0 – 14	0 – 18	0 – 22	0 – 27	0 – 33	0 – 39	0 – 46	0 – 54	0 – 63	0 – 72
h 10	0 – 40	0 – 48	0 – 58	0 – 70	0 – 84	0 – 100	0 – 120	0 – 140	0 – 160	0 – 185
h 12	0 – 100	0 – 120	0 – 150	0 – 180	0 – 210	0 – 250	0 – 300	0 – 350	0 – 400	0 – 460
js 11	+ 30 – 30	+ 38 – 38	+ 45 – 45	+ 55 – 55	+ 65 – 65	+ 80 – 80	+ 95 – 95	+ 110 – 110	+ 125 – 125	+ 145 – 145
js 12	+ 50 – 50	+ 60 – 60	+ 75 – 75	+ 90 – 90	+ 105 – 105	+ 125 – 125	+ 150 – 150	+ 175 – 175	+ 200 – 200	+ 230 – 230
js 14	+ 125 – 125	+ 150 – 150	+ 180 – 180	+ 215 – 215	+ 260 – 260	+ 310 – 310	+ 370 – 370	+ 435 – 435	+ 500 – 500	+ 575 – 575
js 16	+ 300 – 300	+ 375 – 375	+ 450 – 450	+ 550 – 550	+ 650 – 650	+ 800 – 800	+ 950 – 950	+ 1100 – 1100	+ 1250 – 1250	+ 1450 – 1450
k 10	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0	+ 84 0	+ 100 0	+ 120 0	+ 140 0	+ 160 0	+ 180 0
k 11	+ 60 0	+ 75 0	+ 90 0	+ 110 0	+ 130 0	+ 160 0	+ 190 0	+ 220 0	+ 250 0	+ 290 0
k 12	+ 90 0	+ 120 0	+ 150 0	+ 180 0	+ 210 0	+ 250 0	+ 300 0	+ 350 0	+ 400 0	+ 460 0
k 16	+ 600 0	+ 750 0	+ 900 0	+ 1100 0	+ 1300 0	+ 1600 0	+ 1900 0	+ 2200 0	+ 2500 0	+ 2900 0

Jednostki SI – międzynarodowy układ jednostek miary

Międzynarodowy układ jednostek miar SI* został wprowadzony 5 lipca1976 r. w Republice Federalnej Niemiec.
Od roku 1978 w Niemczech dopuszczalne jest stosowanie tylko jednostek SI.

Jednostki SI

Wielkość	Jednostka	Symbol
długość	metr	m
masa	kilogram	kG
czas	sekunda	s
natężenie prądu	Amper	A
temperatura	kelvin	K
Ilość materii	mol	mol
natężenie światła	kandela	cd

Istotne, wyprowadzone jednostki SI

siła	niuton	N	(= kG m/s^2)
ciśnienie	paskal	Pa	(= N/s^2)
energia (pracy)	dżul	J	(= Nm)
moc	wat	W	(= J/s)
moment obrotowy	niutonometr	Nm	(= kG m^2/s^2)

Przedrostki

tera-	T	10^{12} = 1.000.000.000.000	(1 bilion)
giga-	G	10^{9} = 1.000.000.000	(1 miliard)
mega-	M	10^{6} = 1.000.000	(1 milion)
kilo-	k	10^{3} = 1.000	
hekto-	h	10^{2} = 100	
deka-	da	10	
decy-	d	10^{-1} = 0,1	(1 dziesiąta)
centy-	c	10^{-2} = 0,01	(1 setna)
mili-	m	10^{-3} = 0,001	(1 tysięczna)
mikro-	µ	10^{-6} = 0,000.001	(1 milionowa)
nano-	n	10^{-9} = 0,000.000.001	(1 miliardowa)
piko-	p	10^{-12} = 0,000.000.000.001	(1 bilionowa)

Energia/praca (w dżulach)

Następujące jednostki energii/pracy są ekwiwalentne:

1. niutonometr	Nm	(energia mechaniczna)
2. watosekunda	Ws	(energia elektryczna)
3. dżul	J	(energia cieplna)

1 J = 1 Nm = 1 Ws

Wybór określenia wyraża, czy chodzi o mechaniczną, elektryczną czy też cieplną formę energii.

Kilka istotnych przeliczników jednostek tradycyjnych na jednostki SI

Przeliczanie jednostek SI na jednostki tradycyjne:

1 N	=	0,102 kG
1 Nm	=	0,102 kGm (= 1 J)
1 W	=	0,102 kGm/s (= 1 J/s)
1 kW	=	1,36 PS
1 kW	=	860 kcal/h
1 J	=	0,102 kG/m^2
1 J	=	0,239 cal
1 Pa	=	0,102 kG/m^2 (=1 N/m^2)
K	=	°C + 273,15

Przeliczanie jednostek tradycyjnych na jednostki SI:

1 kG	=	9,81 N
1 kGm	=	9,81 Nm
1 kGm/s	=	9,81 W
1 PS	=	0,736 kW
1 kcal/h	=	1,16 x 10^{-3} kW = 0,00116 kW
1 kGm	=	9,81 J
1 cal	=	4,19 J
1 kG/m^2	=	9,81 Pa = 9,81 N/m^2

Z powyższego zestawienia wynika, że:
1 kG = 9,81 N wzgl. 1 N = 0,102 kG.
Przelicznik kG na N wynosi 10, przy założeniu tylko 2% błędu.
Dlatego też w praktyce stosuje się następujące wartości:

1 kG	=	10 N
1 N	=	0,1kG

*) SI: Système International d'Unités = międzynarodowe jednostki miary

Przeliczanie naprężeń mechanicznych

Jednostka kp/mm^2		N/mm^2	Pa
1 N/mm^2 =	1	10^{6}	0,102
1 Pa =	10^{-6}	1	0,102 x 10^{-6}
1 kG/mm^2 =		9,81	9,81 x 10^{6}
1			

W praktyce z wystarczającą dokładnością (2% błędu) stosuje się następujący przelicznik:

1 N/mm^2	=	0,1 kG/mm^2
1 kG/mm^2	=	10 N/mm^2

Jednostki tradycyjne, obowiązujące w dalszym ciągu

Wielkość	Nazwa	Oznaczenie			Wart. w jedn. SI
pojemność	litr	l	1 l	=	1 dm^3 = 0,001 m^3
masa	tona	t	1 t	=	1000 kG
ciśnienie	bar	bar	1 bar	=	10^5 Pa
powierzchnia	ar	a	1 a	=	100 m^2
kąt	stopień	°	1°	=	17,45 mrad
	minuta	'	1'=1°/60	=	0,291 mrad
	sekunda	"	1"=1'/60	=	4,85 rad
czas	minuta	min	1 min	=	60 s
	godzina	h	1h	=	3600 s
prędkość					
		km/h	1 km/h	=	1/3,6 m/s
			1 m/s	=	3,6 km/h

System SI umożliwia jednoznaczne rozgraniczenie pojęcia siły od masy, dzięki czemu usuwa niejasności w interpretacji pojęć kG i kg.

Jednostka siły to niuton (N).
Jednostka masy to kilogram (kG).
Rozróżnienie pomiędzy siłą ciężkości (F) a masą (m) jest wyrażone wartością przyspieszenia ziemskiego g = 9,81 m/s^2: F = mg.

Na przykład:

1. siła: Wspornik znajduje się pod obciążeniem 10 kN.
2. masa: Wspornik waży 200 kG.
3. temperatura:
Skala Kelvina rozpoczyna się od zera absolutnego = – 273,15°C.

Poniższe zestawienie uwidacznia zależności pomiędzy °C i K:

	Kelvin	°C
zero absolutne	0 K	– 273,15°C
temp. topnienia lodu	273,15 K	0°C
temp. wrzenia wody	373,15 K	+ 100°C

W praktyce nadal mówi się, że np. woda o temperaturze 20°C to woda ciepła. Tylko w przypadku różnic temperatur, należy podawać je w stopniach Kelvina. Tutaj 1°C odpowiada dokładnie 1 K.

Na przykład: różnica temperatury zewnętrznych i wewnętrznych powierzchni ramy okiennej wynosi 15 K. Oznaczenie ° dla stopni używane jest tylko w przypadku stopni Celsjusza.

Tabela przeliczeniowa cali na milimetry od 1/64" do 12"

według DIN 4890, strona 2 przyjęto: 1 cal = 25,400000 mm, patrz DIN 4890, strona 1 (w zaokrągleniu)

Całkowita liczba cali	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	cal	cal	cal	cal	cal	cal	cal	cal	cal	cal	cal	cal	cal
Ułamki cala	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0	**0**	25,400	50,800	76,200	101,600	127,00	152,40	177,80	203,20	228,60	254,00	279,40	304,80
1/64	0,397	25,797	51,197	76,597	102,997	127,40	152,80	178,20	203,60	229,00	254,40	279,80	305,20
1/32	0,794	26,194	51,594	76,994	102,394	127,79	153,19	178,60	203,99	229,39	254,79	280,19	305,59
3/64	1,191	26,591	51,991	77,391	102,791	128,19	153,59	178,99	204,39	229,79	255,19	280,59	306,99
1/16	1,588	26,988	52,388	77,788	103,188	128,59	153,99	179,39	204,79	230,19	255,59	280,99	306,39
5/64	1,984	27,384	52,784	78,184	103,584	128,98	154,38	179,78	205,18	230,58	255,99	281,39	306,79
3/32	2,381	27,781	53,181	78,581	103,981	129,38	154,78	180,18	205,58	230,98	256,38	281,78	307,18
7/64	2,778	28,178	53,578	78,978	104,978	129,78	155,18	180,58	205,98	231,38	256,78	282,18	307,58
1/8	3,175	28,575	53,975	79,375	104,775	130,18	155,58	180,98	206,38	231,78	257,18	282,58	307,98
9/64	3,572	28,972	54,372	79,772	105,172	130,57	155,97	181,37	206,77	232,17	257,57	282,97	308,37
5/32	3,969	29,369	54,769	80,169	105,569	130,97	156,37	181,77	207,17	232,57	257,97	283,37	308,77
11/64	4,366	29,766	55,166	80,566	105,966	131,37	156,77	182,17	207,57	232,97	258,37	283,77	309,17
3/16	4,763	30,163	55,563	80,963	106,363	131,76	157,16	182,56	207,96	233,36	258,76	284,16	309,56
13/64	5,159	30,559	55,959	81,359	106,759	132,16	157,56	182,96	208,36	233,76	259,16	284,56	309,96
7/32	5,556	30,956	56,356	81,756	107,156	132,56	157,96	183,36	208,76	234,16	259,56	284,96	310,36
15/64	5,953	31,353	56,753	82,153	107,553	132,95	158,35	183,75	209,15	234,55	259,95	285,35	310,75
1/4	6,350	31,750	57,150	82,550	107,950	133,35	158,75	184,15	209,55	234,95	260,35	285,75	311,15
17/64	6,747	32,147	57,547	82,947	108,347	133,75	159,15	184,55	209,95	235,35	260,75	286,15	311,55
9/32	7,144	32,544	57,944	83,344	108,744	134,14	159,54	184,94	210,34	235,74	261,14	286,54	311,94
19/64	7,541	32,941	58,341	83,741	109,141	134,54	159,94	185,34	210,74	236,14	261,54	286,94	312,34
5/16	7,938	33,338	58,738	84,138	109,538	134,94	160,34	185,74	211,14	236,54	261,94	287,34	312,74
21/64	8,334	33,734	59,134	84,534	109,934	135,33	160,73	186,13	211,53	236,93	262,34	287,74	313,14
11/32	8,731	34,131	59,531	84,931	110,331	135,73	161,13	186,53	211,93	237,33	262,73	288,13	313,53
23/64	9,128	34,528	59,929	85,328	110,728	136,13	161,53	186,93	212,33	237,73	263,13	288,53	313,93
3/8	9,525	34,925	60,325	85,725	111,125	136,53	161,93	187,32	212,73	238,13	263,53	288,93	314,33
25/64	9,922	35,322	60,722	85,122	111,522	136,92	162,32	187,72	213,12	238,52	263,92	289,32	314,72
13/32	10,319	35,719	61,119	86,519	111,919	137,32	162,72	188,12	213,52	238,92	264,32	289,72	315,12
27/64	10,716	36,116	61,516	86,916	112,316	137,72	163,12	188,52	213,92	239,32	264,72	290,12	315,52
7/16	11,113	36,513	61,913	87,313	112,713	138,11	163,51	188,91	214,31	239,71	265,11	290,51	315,91
29/64	11,509	36,909	62,309	87,709	113,109	138,51	163,91	189,31	214,71	240,11	265,51	290,91	316,31
15/32	11,906	37,306	62,706	88,106	113,506	138,91	164,31	189,71	215,11	240,51	265,91	291,31	316,71
31/64	12,303	37,703	63,103	88,503	113,903	139,30	164,70	190,10	215,50	240,90	266,30	291,70	317,10
1/2	12,700	38,100	63,500	88,900	114,300	139,70	165,10	190,50	215,90	241,30	266,70	292,10	317,50
33/64	13,097	38,497	63,897	89,297	114,697	140,10	165,50	190,90	216,30	241,70	267,10	292,50	317,90
17/32	13,494	38,894	64,294	89,694	115,094	140,49	165,89	191,29	216,69	242,09	267,49	292,89	318,29
35/64	13,891	39,291	64,691	90,091	115,491	140,89	166,29	191,69	217,09	242,49	267,89	293,29	318,69
9/16	14,288	39,688	65,088	90,488	115,888	141,29	166,69	192,09	217,49	242,89	268,29	293,69	319,09
37/64	14,684	40,084	65,484	90,884	116,284	141,68	167,08	192,48	217,88	243,28	268,69	294,09	319,49
19/32	15,081	40,481	65,881	91,281	116,681	142,08	167,48	192,88	218,28	243,68	269,08	294,48	319,88
39/64	15,478	40,878	66,287	91,678	117,078	142,48	167,88	193,28	218,68	244,08	269,48	294,88	320,28
5/8	15,875	41,275	66,675	92,075	117,475	142,88	168,28	193,68	219,08	244,48	269,88	295,28	320,68
41/64	16,272	41,672	67,072	92,472	117,872	143,27	168,67	194,07	219,47	244,87	270,27	295,67	321,07
21/32	16,669	42,069	67,469	92,869	118,269	143,67	169,07	194,47	219,87	245,27	270,67	296,07	321,47
43/64	17,066	42,466	67,866	93,266	118,666	144,07	169,47	194,87	220,27	245,67	271,07	296,47	321,87
11/16	17,463	42,863	68,263	93,663	119,063	144,46	169,86	195,26	220,66	246,06	271,46	296,86	322,26
45/64	17,859	43,259	68,659	94,059	119,459	144,86	170,26	195,66	221,06	246,46	271,86	297,26	322,66
23/32	18,256	43,656	69,056	94,456	119,856	145,26	170,66	196,06	221,46	246,86	272,26	297,66	323,06
47/64	18,653	44,053	69,453	94,853	120,253	145,65	171,05	196,45	221,85	247,25	272,65	298,05	323,45
3/4	19,050	44,450	69,850	95,250	120,650	146,05	171,45	196,85	222,25	247,65	273,05	298,45	323,85
49/64	19,447	44,847	70,247	95,647	121,047	146,45	171,85	197,25	222,65	248,05	273,45	298,85	324,25
25/32	19,844	45,244	70,644	96,044	121,444	146,84	172,24	197,64	223,04	248,44	273,84	299,24	324,64
51/64	20,241	45,641	71,041	96,441	121,841	147,24	172,64	198,04	223,44	248,64	274,24	299,64	325,04
13/16	20,638	46,038	71,438	96,838	122,238	147,64	173,04	198,44	223,84	249,24	274,64	300,04	325,44
53/64	21,034	46,434	71,834	97,234	122,634	148,03	173,43	198,83	224,23	249,64	275,04	300,44	325,84
27/32	21,432	46,831	72,231	97,631	123,031	148,43	173,83	199,23	224,63	250,03	275,43	300,83	326,23
55/64	21,828	47,228	72,628	98,028	123,428	148,83	174,23	199,63	225,03	250,43	275,83	301,23	326,63
7/8	22,225	47,625	73,025	98,425	123,825	149,23	174,63	200,03	225,43	250,83	276,23	301,63	327,03
57/65	22,622	48,022	73,422	98,822	124,222	149,62	175,02	200,42	225,82	251,22	276,62	302,02	327,42
29/32	23,019	48,419	73,819	99,219	124,619	150,02	175,42	200,82	226,22	251,62	277,02	302,42	327,82
59/64	23,416	48,816	74,216	99,616	125,016	150,42	175,82	201,22	226,62	252,02	277,42	302,82	328,22
15/16	23,813	49,213	74,613	100,013	125,413	150,81	176,21	201,61	227,01	252,41	277,81	303,21	328,61
61/64	24,209	49,609	75,009	100,409	125,809	151,21	176,61	202,01	227,41	252,81	278,21	303,61	329,01
31/32	24,606	50,006	75,406	100,806	126,206	151,61	177,01	202,41	227,81	253,21	278,61	304,01	329,41
63/64	25,003	40,403	75,803	101,203	126,603	152,00	177,40	202,80	228,20	253,60	279,00	304,40	329,80

Tabela przeliczeniowa milimetrów na cale

Podział dziesiętny: wartość przeliczeniowa: 1 cal = 25,4 mm

	Milimetry na cale									
mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0.03937″	0.07874″	0.11811″	0.15748″	0.19685″	0.23622″	0.27559″	0.31496″	0.35433″
10	0.39370″	0.43307″	0.47244″	0.51181″	0.55118″	0.59055″	0.62992″	0.66929″	0.70866″	0.74809″
20	0.78740″	0.82677″	0.86614″	0.90551″	0.94488″	0.98425″	1.02362″	1.06299″	1.10236″	1.14173″
30	1.18110″	1.22047″	1.25984″	1.29921″	1.33858″	1.37795″	1.41732″	1.45669″	1.49606″	1.53543″
40	1.57480″	1.61417″	1.65354″	1.69291″	1.73228″	1.77165″	1.81102″	1.85039″	1.88976″	1.92913″
50	1.96851″	2.00787″	2.04724″	2.08661″	2.12598″	2.16535″	2.20472″	2.24409″	2.28346″	2.32283″
60	2.36221″	2.40157″	2.44095″	2.48031″	2.51968″	2.55905″	2.59842″	2.63779″	2.67716″	2.71653″
70	2.75591″	2.79527″	2.83465″	2.87401″	2.91338″	2.95275″	2.99212″	3.03149″	3.07086″	3.11024″
80	3.14961″	3.18897″	3.22835″	3.26772″	3.30709″	3.34646″	3.38583″	3.42520″	3.46457″	3.50394″
90	3.54331″	3.58268″	3.62205″	3.66142″	3.70079″	3.74016″	3.77953″	3.81890″	3.85827″	3.89764″

Przykład: 64,362 mm = 64 mm + 0,36 mm + 0,0002 mm
= 2,51968 + 0,01417 + 0,00008 = 2,53393"

Tabela porównawcza twardości Vickersa, Brinella i Rockwella oraz wytrzymałości na rozciąganie[1)]

Twardość Vickersa HV 30	Twardość Brinella HB 30	Twardość Rockwella[2)] HRB	HRC	Wytrzymałość na rozciąganie σB N/mm^2
80	80	36,4	–	270
85	85	42,4	–	290
90	90	47,4	–	310
95	95	52,0	–	320
100	100	56,4	–	340
105	105	60,0	–	360
110	110	63,4	–	380
115	115	66,4	–	390
120	120	69,4	–	410
125	125	72,0	–	420
130	130	74,4	–	440
135	135	76,4	–	460
140	140	78,4	–	470
145	145	80,4	–	490
150	150	82,2	–	500
155	155	83,8	–	520
160	160	85,4	–	540
165	165	86,8	–	550
170	170	88,2	–	570
175	175	89,6	–	590
180	180	90,8	–	600
185	185	91,8	–	620
190	190	93,0	–	640
195	195	94,0	–	660
200	200	95,0	–	670
205	205	95,8	–	680
210	210	96,6	–	710
215	215	97,6	–	720
220	220	98,2	–	730
225	225	99,0	–	750
230	230	–	19,2	760
235	235	–	20,2	780
240	240	–	21,2	800
245	245	–	22,1	820
250	250	–	23,0	830
255	255	–	23,8	850
260	260	–	24,6	870
265	265	–	25,4	880
270	270	–	26,2	900
275	275	–	26,9	920
280	280	–	27,6	940
285	285	–	28,3	950
290	290	–	29,0	970
295	295	–	29,6	990
300	300	–	30,3	1010
310	310	–	31,5	1040
320	320	–	32,7	1080
330	330	–	33,8	1110
340	340	–	34,9	1140

Twardość Vickersa HV 30	Twardość Brinella HB 30	Twardość Rockwella[2)] HRB	HRC	Wytrzymałość na rozciąganie σB N/mm^2
350	350	–	36,0	1170
360	359	–	37,0	1200
370	368	–	38,0	1230
380	376	–	38,9	1260
390	385	–	39,8	1290
400	392	–	40,7	1320
410	400	–	41,5	1350
420	408	–	42,4	1380
430	415	–	43,2	1410
440	423	–	44,0	1430
450	430	–	44,8	1460
460	–	–	45,6	-
470	–	–	46,3	-
480	–	–	47,0	-
490	–	–	47,7	-
500	–	–	48,3	-
510	–	—	49,1	-
520	–	–	49,7	-
530	–	–	50,4	-
540	–	–	51,0	-
550	–	–	51,6	-
560	–	–	52,2	-
570	–	–	52,8	-
580	–	–	53,3	-
590	–	–	53,9	-
600	–	–	54,4	-
610	–	–	55,0	-
620	–	–	55,5	-
630	–	–	56,0	-
640	–	–	56,5	-
650	–	–	57,0	-
660	–	–	57,5	-
670	–	–	58,0	-
680	–	–	58,5	-
690	–	–	59,0	-
700	–	–	59,5	-
720	–	–	60,4	-
740	–	–	61,2	-
760	–	–	62,0	-
780	–	–	62,8	-
800	–	–	63,6	-
820	–	–	64,3	-
840	–	–	65,0	-
860	–	–	65,7	-
880	–	–	66,3	-
900	–	–	66,9	-
920	–	–	67,5	-
940	–	–	68,0	-
		–		-

1) Wartości twardości, zmierzone różnymi metodami na różnych materiałach, są porównywalne tylko w przybliżeniu.
2) Wartości twardości Rockwella, podane z dokładnością do 0,1, służą tylko do interpolacji i w wyniku końcowym należy je zaokrąglać do pełnych jednostek.

Aneksy: GARANT Wiertła wysokowydajne 3xD z chłodzeniem wewnętrznym (VHM - TiCN)

Numer katalogowy 122431
DIN 6537K
Liczba zębów 2



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅ 3,0–5,0 f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	40 –	**75** –	55	0,08	5968	477	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	30 –	**70** –	40	0,08	5570	446	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	30 –	**70** –	40	0,08	5570	446	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	25 –	**65** –	35	0,08	5173	414	

Wskazówka: Wartości prędkości obrotowej n i prędkości posuwu vf dotyczą średniej średnicy wiertła i wartości startowej v_c.

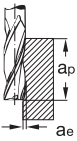
	∅ >5,0–8,0			∅ > 8,0–12,0			∅ > 12,0–14,0		
	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]	f [mm/obr.]	n [1/min]	vf [mm/min]
	0,12	3673	441	0,15	2387	358	0,20	1705	341
	0,12	3428	411	0,15	2228	334	0,20	1592	318
	0,12	3428	411	0,15	2228	334	0,20	1592	318
	0,12	3183	382	0,15	2069	310	0,20	1478	294

Aneksy: GARANT Frezy wysokowydajne HPC



Numer katalogowy 203415

Frezy trzpieniowe wysokiej dokładności, frezowanie obwodowe **f_z dla $a_{e\ maks.}$ = 0,05 xy i $a_{p\ maks.}$ = 2,0 x ∅**



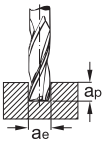
Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] start	> ∅ 4 do 8 f_z [mm/ząb]	> ∅ 8 do 12 f_z [mm/ząb]	> ∅ 12 do 16 f_z [mm/ząb]	> ∅ 16 do 20 f_z [mm/ząb]
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	310	0,045	0,070	0,10	0,120
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	290	0,040	0,060	0,080	0,100
2.0	Stale automatowe	< 850	325	0,045	0,070	0,100	0,120
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	300	0,040	0,060	0,080	0,100
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	250	0,040	0,060	0,080	0,100
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	240	0,040	0,060	0,080	0,100
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	230	0,040	0,060	0,080	0,100
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	220	0,040	0,060	0,080	0,100
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	210	0,030	0,050	0,060	0,080
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	260	0,040	0,060	0,080	0,100
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	250	0,040	0,060	0,080	0,100
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	230	0,030	0,050	0,060	0,080
7.0	Stale do azotowania	< 1000	230	0,040	0,060	0,080	0,100
7.1	Stale do azotowania	> 1000	210	0,030	0,050	0,060	0,080
8.0	Stale narzędziowe	< 850	220	0,040	0,060	0,080	0,100
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	210	0,040	0,060	0,080	0,100
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	185	0,030	0,050	0,060	0,080
12.0	stale sprężynowe	< 1500	140	0,025	0,040	0,050	0,070
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	160	0,025	0,040	0,050	0,070
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	150	0,025	0,040	0,050	0,070
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	140	0,025	0,040	0,050	0,070
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	125	0,025	0,040	0,050	0,070
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	250	0,045	0,070	0,100	0,120
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	220	0,045	0,070	0,100	0,120
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	210	0,040	0,060	0,080	0,100
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	185	0,040	0,060	0,080	0,100

Aneksy: GARANT Frezy zgrubne HPC bardzo długie (VHM)

Numer katalogowy 205590

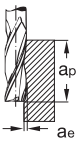


Frezowanie rowków pełnych $a_e = 1 \times D$ i $a_p = 1 \times D$



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			∅ 6 mm f_z	∅ 8 mm f_z	∅ 10 mm f_z	∅ 12 mm f_z	∅ 16 mm f_z	∅ 20 mm f_z
		[N/mm²]	min.	start	maks.	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	110	**130**	140	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	90	**115**	130	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
2.0	Stale automatowe	< 850	90	**115**	130	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	85	**100**	110	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	85	**100**	110	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	80	**95**	110	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	70	**90**	100	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	**85**	110	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	55	**80**	100	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	80	**95**	110	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	55	**80**	100	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	55	**80**	100	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
8.0	Stale narzędziowe	< 850	70	**90**	110	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	55	**80**	100	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	45	**70**	85	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	60	**70**	85	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	55	**70**	80	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	< 180 HB	55	**70**	80	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	< 260 HB	55	**70**	80	0,028	0,040	0,050	0,060	0,080	0,100

Frezowanie wykańczające i obwodowe $a_e = 0{,}3 \times D$ i $a_p = 1 \times D$



Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość	v_c [m/min]			∅ 6 mm f_z	∅ 8 mm f_z	∅ 10 mm f_z	∅ 12 mm f_z	∅ 16 mm f_z	∅ 20 mm f_z
		[N/mm²]	min.	start	maks.	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	110	**130**	140	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	90	**115**	130	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
2.0	Stale automatowe	< 850	90	**115**	130	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	85	**100**	110	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	<700	85	**100**	110	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	80	**95**	110	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	70	**90**	100	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	55	**85**	110	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	55	**80**	100	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	<7 50	80	**95**	110	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	55	**80**	100	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	55	**80**	100	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
8.0	Stale narzędziowe	< 850	70	**90**	110	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	55	**80**	100	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	45	**70**	85	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	60	**70**	85	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	55	**70**	80	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	< 180 HB	55	**70**	80	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	< 260 HB	55	**70**	80	0,030	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120

Aneksy: GARANT Frezy zgrubne z systemem kanałów chłodzących



Numer katalogowy **205696**

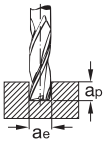
Frezy zgrubne, frezowanie rowków pełnych $a_{e\ maks.}$ = **1,0 x D i dla ∅ 6 = a_p 1 x D / powyżej b ∅ 8 = $a_{p\ maks.}$ 1,5 x D**

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅ 6 mm f_z (mm/ząb)	∅ 8 mm f_z (mm/ząb)	
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	230	265	290	0,026	0,040	
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	185	240	265	0,028	0,040	
2.0	Stale automatowe	< 850	185	240	265	0,028	0,040	
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	175	210	230	0,028	0,040	
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	175	210	230	0,028	0,040	
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	160	195	220	0,028	0,040	
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	150	185	210	0,028	0,040	
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	115	175	230	0,028	0,040	
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	115	160	210	0,028	0,040	
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	160	195	220	0,028	0,040	
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	115	160	210	0,028	0,040	
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	115	160	210	0,028	0,040	
8.0	Stale narzędziowe	< 850	140	185	230	0,028	0,040	
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	115	160	210	0,028	0,040	
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	95	140	175	0,028	0,040	
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	50	75	100	0,020	0,030	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	40	70	100	0,020	0,030	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	40	70	100	0,028	0,030	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	35	50	70	0,028	0,030	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	125	150	175	0,028	0,040	
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	115	140	160	0,028	0,040	
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	115	140	160	0,028	0,040	
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	115	140	160	0,028	0,040	
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	40	60	70	0,020	0,030	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	35	45	60	0,020	0,030	

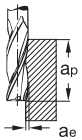
Frezy zgrubne, frezowanie obwodowe $a_{e\ maks.}$ = **0,5 x D i dla ∅ 6 = a_p 1,5 x D / powyżej ∅ 8 = $a_{p\ maks.}$ 2,0 x D**

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	start	maks.	∅ 6 mm f_z (mm/ząb)	∅ 8 mm f_z (mm/ząb)	
1.0	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	< 500	230	265	290	0,030	0,050	
1.1	Stale konstr. ogóln. przeznaczenia	500 – 850	185	240	265	0,030	0,050	
2.0	Stale automatowe	< 850	185	240	265	0,030	0,050	
2.1	Stale automatowe	850 – 1000	175	210	230	0,030	0,050	
3.0	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	< 700	175	210	230	0,030	0,050	
3.1	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	700 – 850	160	195	220	0,030	0,050	
3.2	Niestopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	150	185	210	0,030	0,050	
4.0	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	850 – 1000	115	175	230	0,030	0,050	
4.1	Stopowe stale do ulepsz. ciepln.	1000 – 1200	115	160	210	0,030	0,050	
5.0	Niestopowe stale do nawęglania	< 750	160	195	220	0,030	0,050	
6.0	Stopowe stale do nawęglania	< 1000	115	160	210	0,030	0,050	
6.1	Stopowe stale do nawęglania	> 1000	115	160	210	0,030	0,050	
8.0	Stale narzędziowe	< 850	140	185	230	0,030	0,050	
8.1	Stale narzędziowe	850 – 1100	115	160	210	0,030	0,050	
8.2	Stale narzędziowe	1100 – 1400	95	140	175	0,030	0,050	
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	60	80	105	0,030	0,040	
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	50	75	100	0,030	0,040	
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	50	75	100	0,030	0,040	
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	40	65	80	0,030	0,040	
15.0	Żeliwo (GG)	< 180 HB	125	150	175	0,030	0,050	
15.1	Żeliwo (GG)	> 180 HB	115	140	160	0,030	0,050	
15.2	Żeliwo (GGG, GT)	> 180 HB	115	140	160	0,030	0,050	
15.3	Żeliwo (GGG, GT)	> 260 HB	115	140	160	0,030	0,050	
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	50	75	90	0,030	0,040	
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	40	65	80	0,030	0,040	

	∅ 10 mm f_z (mm/ząb)	∅ 12 mm f_z (mm/ząb)	∅ 16 mm f_z (mm/ząb)	∅ 20 mm f_z (mm/ząb)
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,040	0,050	0,060	0,080
	0,040	0,050	0,060	0,080
	0,040	0,050	0,060	0,080
	0,040	0,050	0,060	0,080
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,040	0,050	0,060	0,080
	0,040	0,050	0,060	0,080



	∅ 10 mm f_z (mm/ząb)	∅ 12 mm f_z (mm/ząb)	∅ 16 mm f_z (mm/ząb)	∅ 20 mm f_z (mm/ząb)
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,060	0,070	0,090	0,120
	0,050	0,060	0,080	0,100
	0,050	0,060	0,080	0,100



Aneksy: GARANT Frezy torusowe HPC do tytanu



Numer katalogowy **206355**

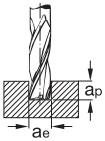
Frezowanie rowków pełnych i wgłębień **f_z dla a_e = 1,0 x D**

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	v_c [m/min] start	v_c [m/min] maks.	a_p	∅ 4 mm f_z f_z (mm/ząb)	∅ 5 mm f_z f_z (mm/ząb)	∅ 6 mm f_z f_z (mm/ząb)
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	90	105	115	1,0 x D	0,025	0,030	0,040
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	70	80	85	1,0 x D	0,020	0,025	0,035
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	70	80	85	1,0 x D	0,020	0,025	0,035
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	60	70	80	1,0 x D	0,015	0,025	0,030
14.0	Stopy specjalne	< 1200	25	30	35	0,3 x D	0,011	0,011	0,017
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	50	55	60	1,0 x D	0,012	0,015	0,020
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	50	55	60	1,0 x D	0,012	0,015	0,020

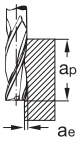
Frezowanie obwodowe **f_z dla a_p = 1,0 x D**

Grupa materiałowa	Nazwa materiału	Wytrzymałość [N/mm²]	v_c [m/min] min.	v_c [m/min] start	v_c [m/min] maks.	a_p	∅ 4 mm f_z f_z (mm/ząb)	∅ 5 mm f_z f_z (mm/ząb)	∅ 6 mm f_z f_z (mm/ząb)
13.0	Stale nierdz. siarkowane	< 700	90	105	115	0,5 x D	0,030	0,036	0,048
13.1	Stale nierdz. austenityczne	< 700	70	80	85	0,5 x D	0,024	0,030	0,042
13.2	Stale nierdz. austenityczne	< 850	70	80	85	0,5 x D	0,024	0,030	0,042
13.3	Stale nierdz. martenzytyczne	< 1100	60	70	80	0,5 x D	0,018	0,030	0,036
14.0	Stopy specjalne	< 1200	25	30	35	0,2 x D	0,013	0,013	0,020
16.0	Tytan, stopy tytanu	< 850	50	55	60	0,5 x D	0,014	0,018	0,024
16.1	Tytan, stopy tytanu	850 – 1200	50	55	60	0,5 x D	0,014	0,018	0,024

	∅ 8 mm f_z f_z (mm/ząb)	∅ 10 mm f_z f_z (mm/ząb)	∅ 12 mm f_z f_z (mm/ząb)	∅ 16 mm f_z f_z (mm/ząb)	∅ 20 mm f_z f_z (mm/ząb)
	0,050	0,060	0,065	0,070	0,075
	0,045	0,050	0,055	0,060	0,065
	0,045	0,050	0,055	0,060	0,065
	0,040	0,045	0,050	0,055	0,060
	0,027	0,027	0,038	0,049	0,055
	0,030	0,030	0,040	0,045	0,060
	0,030	0,030	0,040	0,045	0,060



	∅ 8 mm f_z f_z (mm/ząb)	∅ 10 mm f_z f_z (mm/ząb)	∅ 12 mm f_z f_z (mm/ząb)	∅ 16 mm f_z f_z (mm/ząb)	∅ 20 mm f_z f_z (mm/ząb)
	0,060	0,072	0,078	0,084	0,090
	0,054	0,060	0,066	0,072	0,078
	0,054	0,060	0,066	0,072	0,078
	0,048	0,054	0,060	0,066	0,072
	0,032	0,032	0,046	0,059	0,066
	0,036	0,036	0,048	0,054	0,072
	0,036	0,036	0,048	0,054	0,072



Skorowidz

A

Aluminium 65
Podział 65
Parametry technologiczne 68
Skrawalność 67
Parametry skrawania 70
Azotek boru 148

B

Badanie twardości 89
Metale 89
Tworzywa sztuczne 90
Błąd ruchu obrotowego 197
Brąz 74

C

Chropowatość 127
Parametry 126, 735
Cermetale 147
Cięcie 374
Dokładność 375
Parametry warstwy skrawanej 376
Czas główny 378
Siła, moc 378
Kształty zębów 380
Kąty i podziałka zębów 380
Usuwanie usterek 385
Tabele parametrów technolog. 388
Chwyty narzędzi 733
Czas główny 740, 741

D

Duroplasty 79
Diament 150

E

Elastomery 79, 80

F

Ferryt 54
Frezowanie 394
Typ narzędzia 407
Przegląd narzędzi 398, 402, 408
Metody frezowania 410
Frezy 413
Parametry warstwy skrawanej 416
Frezowanie czołowe 417, 420
Frezowanie obwodowe 419, 422
Obliczanie parametrów skrawania 423
Czynniki wpływające na wynik ferezowania 426
Przykłady zastosowania 427
Usuwanie usterek 434
Wytyczne technologiczne 435
Frezowanie gwintów 313
Zasada 313
Czas główny 313
Cechy szczególne 314
Frezowanie gwintów za pomocą frezów wiercąco-gwintujących 315
Frezowanie gwintów za pomocą frezów trzpieniowych 317
Frezowanie gwintów za pomocą płytek skrawających 319
Płytki skrawające wieloboczne i trójkątne 322

G

Grafit 63, 64
Grupy materiałowe 12
Podział 12
Gwintowanie 292
Przegląd narzędzi 196, 294, 298
Rodzaje 300
Tabele otworów pod gwint 302
Gwintowanie otworów 307
Kształty 308
Podział warstwy skrawanej 309
Siły, moc 310
Wytyczne technologiczne 311
Gwintowniki bezwiórowe 312

K

Kąt przystawienia głównej krawędzi skrawającej 123

Ł

Łamacze wiórów 617

M

Magnez 70
  Parametry skrawania 71
Materiały 10
  Nazwy 45
Materiały narzędzi skrawających 142, 153
  CBN 148, 153
  Cermetale 147, 159
  Diament 150
  Przegląd materiałów firmy GARANT 153
  Przegląd materiałów firmy KOMET 159
  Przegląd materiałów firmy SECO 156
  Stal szybkotnąca wysokowydajna 144
  Stale proszkowe PM 144
  Stopy twarde 146, 153
  Właściwości 142
Metale nieżelazne 65
  Nazwy 50
Miedź 74
  Parametry skrawania 75
Moc 124, 125, 736, 737, 738, 739
Mocowanie 969
  Chwyty narzędzi 733
  Uchwyty zaciskowe do tulei zaciskowych 703
  Granice zastosowania uchwytów zaciskowych 716
  Hydrauliczne uchwyty zaciskowe 704
  Narzędzia napędzane 719, 728
  Porównanie uchwytów zaciskowych 197, 716
  Precyzyjne uchwyty zaciskowe 705
  Stożkowe chwyty drążone 700
  Uchwyty zaciskowe do tulei zaciskowych 702
  Technologia skurczowa 707
  Uchwyty narzędzi 697
  Uchwyty narzędzi VDI 727
  Uchwyty ze stożkiem niesamohamownym 698
  Wyważanie 698
Moment 124, 736, 737, 738, 739
Moment obrotowy 124
Mosiądz 74

N

Narosty 102
Narzędzia napędzane 719, 728
Narzędzia napędzane (do celów obróbkowych) 719
  Narzędzia modułowe (centra tokarskie) 50
  Narzędzia monolityczne (centra tokarskie) 728

O

Objętość materiału usuwanego w jednostce czasu 125, 735
Objętość materiału skrawanego 125
  Jednostkowa objętość materiału skrawanego w jednostce czasu 125, 735
  Objętość materiału skrawanego w jednostce czasu 125, 735
Obróbka cieplna 57
Okres trwałości 109
  Czynniki wpływające na okres trwałości 111
  Równanie okresu trwałości 109

P

Parametry warstwy skrawanej 101
Perlit 54
Pęknięcia cieplne 107
Płytki skrawające 613
Pogłębianie 334
  Czas główny 338
  Parametry wastwy skrawanej 336
  Siły, mement obrotowy, moc 337
  Wytyczne technologiczne 339
Posuw 735
Powierzchnia 126, 735
Powłoki 136, 151
  Metody 151
  Właściwości 152
Powstawanie wióra 96
Prędkość obrotowa 735
Prędkość skrawania 735, 738
Przecinanie 621
  Wytyczne technologiczne do toczenia 686
Przekrój warstwy skrawanej 102

R

Radełkowanie 634
Materiały 636
Metody 638
Parametry technologiczne 692, 694
Profile 634
Rozwiercanie dokładne 354
Czas główny 356
Naddatek na rozwiercanie 364
Wymiary warstwy skrawanej 355
Rozwiertaki - wykonania 357
Siły, moment obrotowy, moc 356
Tabele parametrów technologicznych 362
Tolerancje i jakość pasowania 360

S

Siła 114, 736, 737, 738, 739
Siła czynna 114
Siła odporowa 114, 122
Siła posuwowa 115, 122
Siła skrawania 116
Właściwy opór skrawania 117, 118, 119
Wielkości wpływające na wartości siły skrawania 121
Współczynniki korekcyjne 120
Zależność 120, 736, 737, 738, 739
Składowe 114
Skrawalność 54, 58, 96
Skrawalność materiałów bardzo twardych 128, 139
Skrawanie na sucho 134
Skrawanie z wysoką wydajnością 132
Skrawanie z wysokimi prędkościami 129
Określenia i uwarunkowania 129
Czynniki procesu 130
Smarowanie minimalne 137
Stal 46, 53
Obróbka cieplna 57
Oznaczenia 46
Podział 53, 58
Skrawalność 54, 55, 57, 58
Stal niestopowa 53, 58
Stal stopowa 54, 55, 58
Zawartość węgla 53
Staliwo 62
Stellit 77
Stopy na bazie kobaltu 77
Parametry skrawania 78
Stopy na bazie niklu 75
Parametry skrawania 76
Stopy twarde 146
Stożkowy uchwyt drążony 700
System kodowania barwami narzędzi monolitycznych 164

T

Termoplasty 79
Toczenie 602
Czas główny 608
Łamacze wióra 617
Odmiany toczenia 605
Noże tokarskie 610
Oprawki zaciskowe 611
Parametry warstwy skrawanej 101, 606
Płytki skrawające do toczenia 613
Płytki skrawające Wiper 616
Przecinanie 621
Przykłady zastosowań 631
Siły, moc 114, 607
Tabele wytycznych technologicznych 603, 649
Toczenie bardzo dokładne 627
Toczenie dokładne 625, 633
Toczenie gwintów 325
Toczenie poprzeczne 605, 622
Toczenie poprzeczne (planowanie) 605, 609
Toczenie wewnętrzne 620
Toczenie wzdłużne 101, 605, 608
Usuwanie usterek 628
Toczenie gwintów 325
Czas główny 330
Dosuwanie 328
Metoda obróbki 326
Płytki podporowe 327
Przykład 331
Tabela parametrów technologicznych 333
Tworzywa sztuczne 78
Badanie twardości 90
Nazwa i oznaczenie 52
Podział 78
Identyfikacja i właściwości 82

Skrawalność 85
Wzmocnione włóknami (FVK) 80, 87
Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknami 80, 87
Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem szklanym (GFK) 81, 87
Tworzywa sztuczne wzmocnione włóknem węglowym (CFK) 82, 87
Tytan 72
Parametry skrawania 73

U

Uchwyt ze stożkiem niesamohamownym 698
Uchwyty narzędzi VDI 727
Uchwyty narzędzi 697
Uchwyty zaciskowe do tulei zaciskowych 703
Granice zastosowania 716
Granice prędkości obrotowej 718
Hydrauliczne uchwyty zaciskowe 704
Precyzyjne uchwyty zaciskowe 705
Uchwyty termoskurczowe 707
Uchwyty zaciskowe stozkowe 702

W

Wiercenie 160
Czas główny 178
Czynniki wpływające na wynik wiercenia 191
Głębokość wiercenia 179
Parametry skrawania 172
Przykłady zastosowań 191
Rozwiercanie, wytaczanie 189, 190
Siły, moment obrotowy, moc 174
Średnica otworu wstępnego 180
Tabele parametrów technologicznych 199
Usuwanie usterek 198
Wiertła kręte 166, 168, 181
Wiertła wykonane całkowicie ze stopów twardych 168, 185
Wiertła z głowicą wymienną 186
Wiertła z płytkami skrawającymi 170, 187, 194
Wióry 97, 98
Kształty wiórów 99
Rodzaje wiórów 98
Współczynnik miejsca na wióry 100
Współczynnik miejsca na wióry 100
Współczynnik PRE 60
Wyłamanie 106
Wytaczadła 189, 612
Wyważanie uchwytów 721
Całkowity stopień dokładności wyważania 725
Niewyważanie końcowe 724
Niewyważanie statyczne 722
Stopień dokładności wyważenia 723
Wyważanie dynamiczne 723
Wzory 735

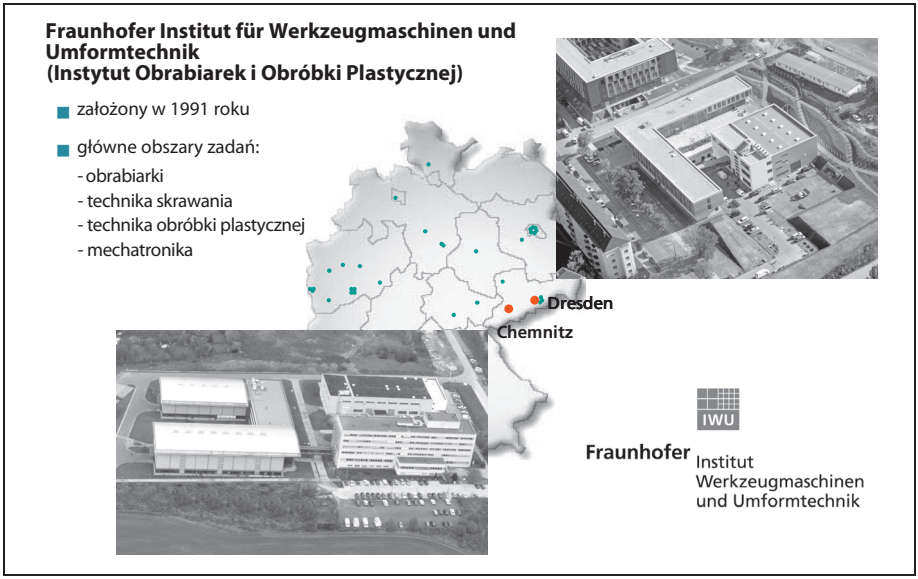
Z

Zależności 735
Zużycie 103
Dopuszczalna szerokość śladów zużycia 109
Postacie zużycia 104
Odkształcanie plastyczne 106
Przyczyny 103
Zużycie żłobkowe 107
Zużycie narzędzi 103
Zużycie powierzchni przyłożenia 105, 116
Zużycie rowkowe 105

Ż

Żeliwa 53
Żeliwo 53, 62, 64
Oznaczanie 48
Parametry skrawania 65
Podział 62
Żeliwo ciągliwe 62, 63
Żeliwo szare 62, 63
Żeliwo utwardzone 62, 64

Opracowano we współpracy z Fraunhofer-Institut IWU



Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU - ta nazwa oznacza badania i prace rozwojowe ukierunkowane na praktykę oraz prowadzone w ścisłej współpracy z gospodarką, nauką i organami państwa.

Innowacyjne rozwiązania kompleksowych procesów obróbki plastycznej dokumentują nasze skuteczne dążenia do zajmowania czołowej pozycji w dziedzinie technik produkcji. Zakres badań obejmuje szeroką tematykę, począwszy od specjalistycznych dziedzin obróbki plastycznej, z należącymi do nich urządzeniami, aż do obróbki wiórowej i odpowiednich obrabiarek włącznie.

Tradycyjne metody produkcji napotykają coraz częściej na ograniczenia technologiczne, ekologiczne, jak również ekonomiczne. Konieczne są różnorodne dążenia, aby oprócz obniżki kosztów, skrócić przede wszystkim czas opracowania i produkcji, przez zastosowanie wydajnych technologii i maszyn oraz utworzenie alternatywy umożliwiającej efektywną produkcję małych partii.

W obszarze obróbki wiórowej nowe rozwiązania charakteryzują się zwłaszcza szczególnymi wymaganiami w stosunku do wydajności, elastyczności, jakości, niezawodności procesów oraz nieszkodliwości dla środowiska. Odpowiednie opracowania i optymalizacja technologii, narzędzi i obrabiarek mogą zostać wdrożone tylko wtedy, gdy dzięki przeprowadzeniu analiz zorientowanych na zastosowanie pozna się je w dostatecznym stopniu.

Inne kierunki opracowań technologicznych w IWU - oprócz opracowania metod służących skróceniu czasu obróbki - to zwłaszcza tworzenie warunków do efektywnego wykorzystania nowoczesnej technologii produkcyjnych, jak np. skrawania z wysokimi prędkościami i dużą wydajnością, obróbki materiałów twardych, obróbki na sucho i symultanicznej obróbki 5-osiowej, jak również hybrydowych technologii produkcji.

Posiadając około 160 wysoko wykwalifikowanych pracowników i dział badań techniki produkcji o powierzchni 3500 m^2, Fraunhofer IWU zalicza się w Niemczech do najbardziej znaczących jednostek rozwojowych, prowadzących badania na zlecenie w opisanych dziedzinach.

Oferta Fraunhofer IWU obejmuje przede wszystkim:

- optymalizację i rozwój obrabiarek oraz urządzeń produkcyjnych, wraz z odpowiednimi technologiami, narzędziami i układami sterowania,
- usługi serwisowe przy wprowadzaniu i po wprowadzeniu nowych technologii i wyrobów,
- szkolenia warsztatowe,
- opracowywanie studiów możliwości wykonania,
- opracowywanie prototypów,
- pomiarowo-techniczne usługi serwisowe.



Dział badań obróbki skrawaniem IWU

Instytut opracowuje nowe rozwiązania techniczne i organizacyjne dla małych, średnich i dużych zakładów przemysłowych i usługodawców, przede wszystkim z dziedziny przemysłu samochodowego i jego kooperantów, przy czym opracowania te są prowadzone aż do stopnia kwalifikującego do wdrożenia w praktyce. Poza tym, na zlecenie organów federalnych i krajów związkowych, realizowane są strategiczne projekty rozwojowe, służące rozwojowi czołowych i kluczowych technologii i innowacji, szczególnie interesujących z punktu widzenia interesu społecznego. W ramach Wspólnoty Europejskiej Instytut bierze udział w odpowiednich programach technologicznych.

Warunki stworzone przez strukturę Instytutu i jego wyposażenie techniczne umożliwiają prowadzenie obszernych i kompleksowych badań oraz prac rozwojowych. W jednym obiekcie połączone są badania i rozwój, zapewnienie jakości, doradztwo i szkolenie.

Również w następnych latach główne kierunki działalności Instytutu dotyczą optymalizacji istniejących procesów i systemów produkcyjnych oraz inicjowaniu i wdrażaniu całkowicie nowych technologii produkcyjnych.

www.iwu.fraunhofer.de