



POLITECHNIKA **OPOLSKA**

WYDZIAŁ MECHANICZNY

Katedra Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji

Laboratorium
Obróbki ubytkowej materiałów

Ćwiczenie nr **1**

Temat:

Geometria ostrzy narzędzi skrawających

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z budową narzędzi skrawających typu nóż tokarski ze szczególnym uwzględnieniem części skrawającej, nabycie umiejętności określania położenia płaszczyzn w układzie narzędzia oraz wyznaczania kątów, a także przeprowadzenie pomiaru geometrii ostrza za pomocą różnych narzędzi i urządzeń pomiarowych.

Literatura:

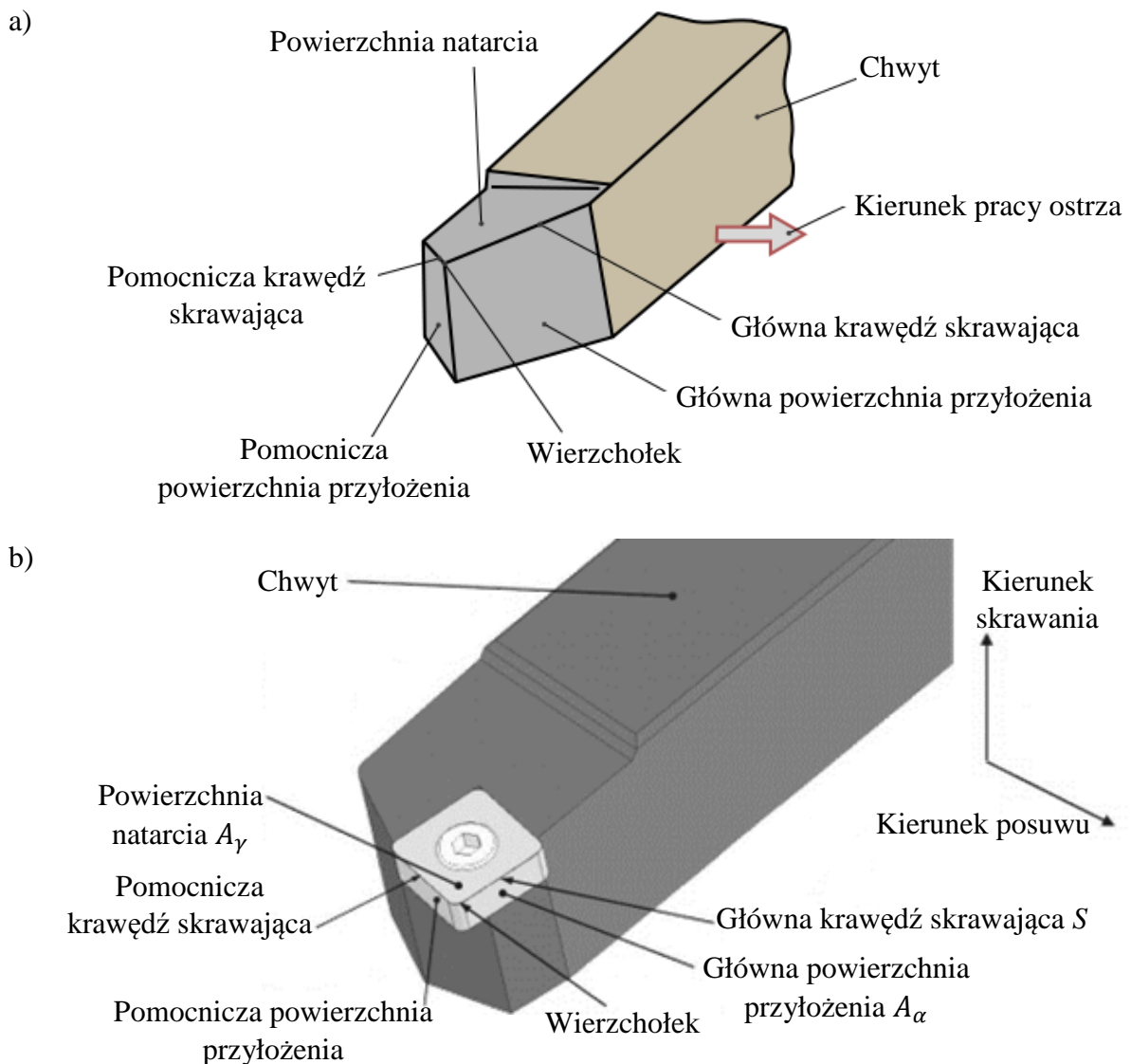
1. Cichosz P.: Narzędzia skrawające. WNT, Warszawa 2009.
2. Dmochowski J., Majewski W., Zieliński Z.: Technologia narzędzi skrawających. WNT, Warszawa 1972.
3. Grzesik W.: Podstawy skrawania materiałów konstrukcyjnych. WNT, Warszawa 2010.

1. Wstęp teoretyczny

Elementy narzędzia

Do elementów narzędzia zalicza się m.in.:

- Korpus, stanowiący część narzędzia, w której mocowane są płytki skrawające lub wkładki albo na której ukształtowane są krawędzie skrawające.
- Chwyć, będący częścią narzędzia, która przeznaczona jest do jego ustalenia i zamocowania. W narzędziach nasadzanych częścią chwytową jest gniazdo.
- Gniazdo jest otworem w narzędziu, służącym do jego ustalenia i zamocowania na trzpieniu lub wrzecionie obrabiarki.
- Ostrze to część narzędzia zawarta między powierzchnią natarcia i powierzchniami przyłożenia.



Rys. 1. Krawędzie skrawające i powierzchnie części roboczej noża tokarskiego
a) konwencjonalnego b) z wymienną płytką skrawającą (składanego)

Powierzchnie i krawędzie narzędzia

Powierzchnia natarcia A_γ jest to powierzchnia, która nacierając na materiał obrabiany oddziela go i po której spływa wiór. Jeśli powierzchnia natarcia składa się z kilku powierzchni cząstkowych pochyłonych względem siebie, to poczynając od strony krawędzi skrawającej, rozróżnia się pierwszą powierzchnię natarcia $A_{\gamma 1}$, drugą powierzchnię natarcia $A_{\gamma 2}$ itd. Powierzchnie te nazywane są ścinami powierzchni natarcia.

Powierzchnia przyłożenia A_α stanowi tę część ostrza, względem której przemieszcza się ukształtowana już powierzchnia przedmiotu obrabianego. Jeśli powierzchnia przyłożenia składa się z kilku powierzchni pochyłonych względem siebie, to poczynając od krawędzi skrawającej, wyróżnia się pierwszą powierzchnię przyłożenia $A_{\alpha 1}$, drugą powierzchnię przyłożenia $A_{\alpha 2}$ itd. Powierzchnie te nazywane są ścinami powierzchni przyłożenia.

Łamacz wióra to odpowiednio ukształtowany fragment powierzchni natarcia służący do zwijania lub łamania wióra.

Krawędź skrawająca składa się z krawędzi skrawającej głównej i pomocniczej. Punktem rozdziału jest miejsce na narożu, w którym kąt przystawienia κ_r lub κ'_r ma wartość równą zero.

Krawędź skrawająca główna S jest to linia przecięcia powierzchni natarcia z główną powierzchnią przyłożenia. Przeznaczona jest do oddzielenia materiału w procesie skrawania.

Krawędź skrawająca pomocnicza S' jest to linia przecięcia powierzchni natarcia z główną powierzchnią przyłożenia. Krawędź pomocnicza służyć może do wykończenia powierzchni obrobionej.

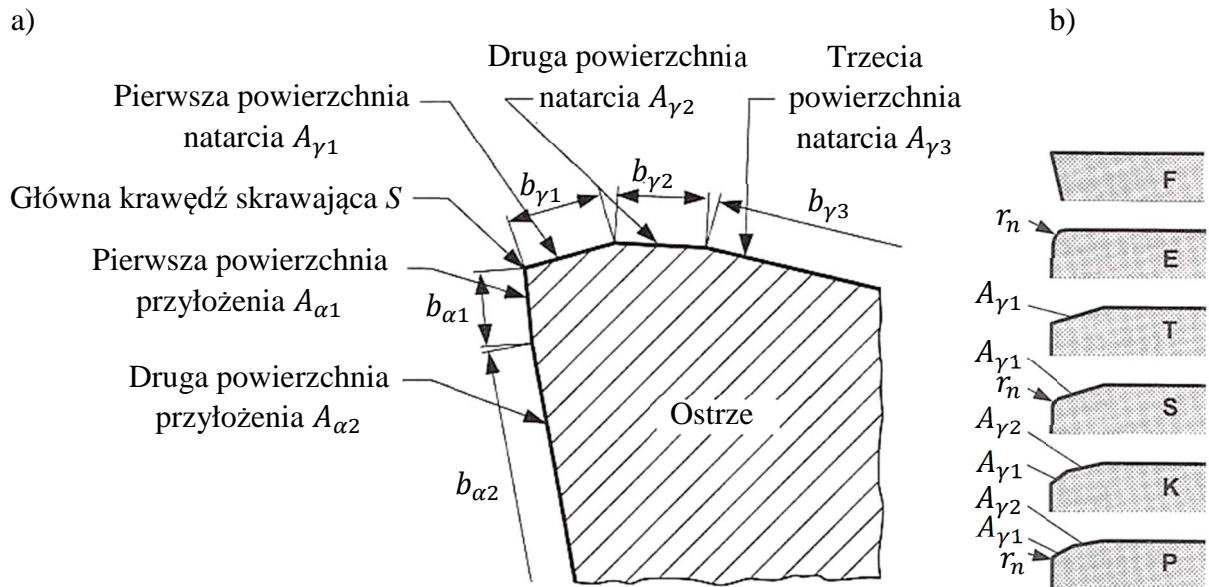
Krawędź skrawająca czynna to fragment krawędzi skrawającej, który w danej chwili bierze udział w procesie skrawania.

Naroże to fragment ostrza skrawającego stanowiący połączenie głównej i pomocniczej krawędzi skrawającej. Wyróżnia się naroże zaokrąglone, ścięte i ostre.

Promień naroża r_ϵ jest to promień krzywizny naroża wyznaczony w płaszczyzn podstawowej P_r .

Szerokość ścinów powierzchni natarcia b_γ i powierzchni przyłożenia b_α może być odniesiona do oznaczenia odpowiedniego, kolejnego numeru jej powierzchni, płaszczyzny w jakiej były wyznaczone jej wymiary.

Promień zaokrąglenia krawędzi skrawającej r_n jest to promień krzywizny zaokrąglenia krawędzi skrawającej określony w płaszczyźnie normalnej P_n .



Rys. 2. Zarysy powierzchni natarcia i przyłożenia w okolicy krawędzi skrawającej: a) ostrze narzędzia ze ścinami powierzchni natarcia i przyłożenia, b) modyfikacje krawędzi skrawającej wraz z ich oznaczeniami wg ISO 1832 (F – ostra, E – zaokrąglona, T – jednościnnowa, S- jednościnnowa zaokrąglona, K – dwuścinnowa, P – dwuścinnowa zaokrąglona)

Geometria ostrza

Geometrię ostrza należy określać i definiować w określonym układzie odniesienia, który stanowi zespół płaszczyzn przechodzących przez rozpatrywany punkt krawędzi skrawającej, ukierunkowanych względem elementów bazowych narzędzia, krawędzi skrawających oraz kierunków ruchów występujących w procesie skrawania.

Wyróżnia się następujące układy odniesienia:

- **układ narzędzia** wykorzystywany do wyznaczania geometrii ostrza podczas jego konstruowania, wykonywania i kontroli,
- **układ roboczy** potrzebny do określenia geometrii narzędzia w warunkach skrawania,
- **układ odniesienia** stosowany do właściwego zorientowania narzędzia skrawającego względem obrabiarki.

Poszczególne płaszczyzny wykorzystuje się do wykonania odpowiednich przekrojów, kładów i widoków, w których wyznacza się położenie kątów opisujących ostrze skrawające (rys. 1, 2).

Definiuje się następujące płaszczyzny w układzie narzędzia, które widoczne są na rys. 3:

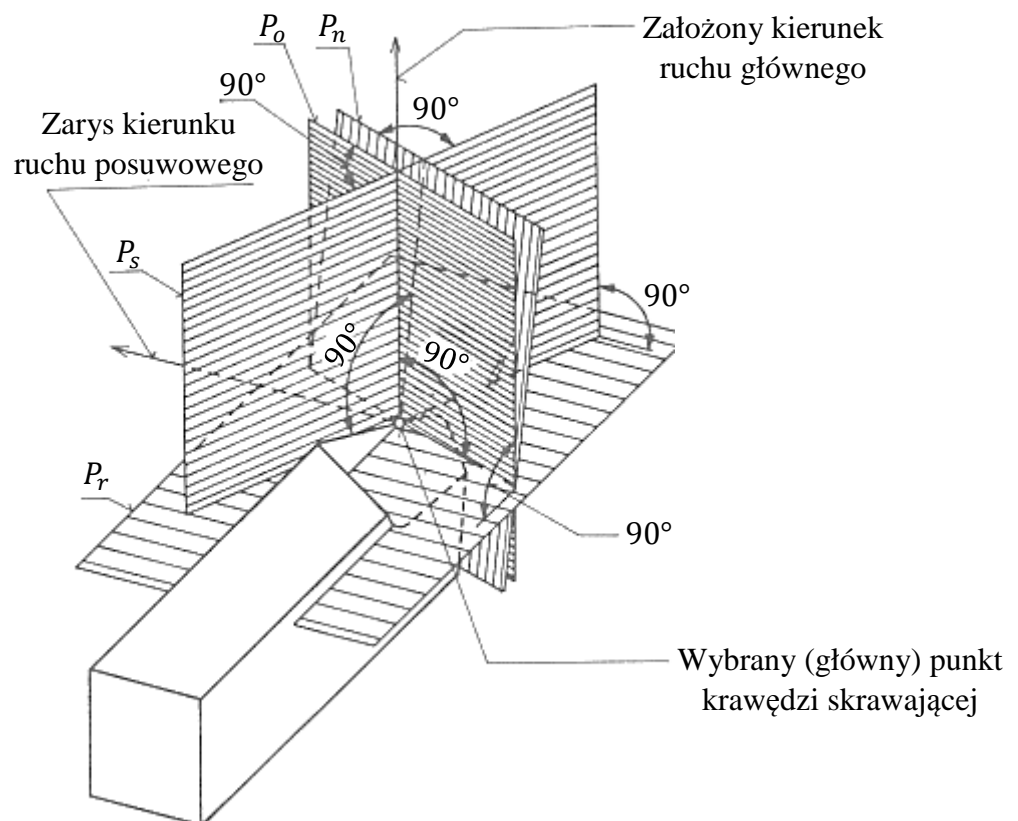
- a) płaszczyzna podstawowa P_r – płaszczyzna przechodząca przez rozpatrywany punkt krawędzi skrawającej w następujący sposób:
 - prostopadła lub równoległa do bazowych elementów narzędzia (podstawy, osi),
 - jest możliwie prostopadła do kierunku ruchu głównego.

W nożach tokarskich lub strugarskich płaszczyzna P_r przechodzi równoległe do dolnej płaszczyzny trzonka. W przeciągaczach i nożach dłutowniczych płaszczyzna P_r przechodzi prostopadle do osi narzędzia. W narzędziach o ruchu głównym obrotowym jak wiertła, rozwiertaki, frezy, gwintowniki płaszczyzna P_r przechodzi przez oś narzędzia i rozpatrywany punkt krawędzi skrawającej.

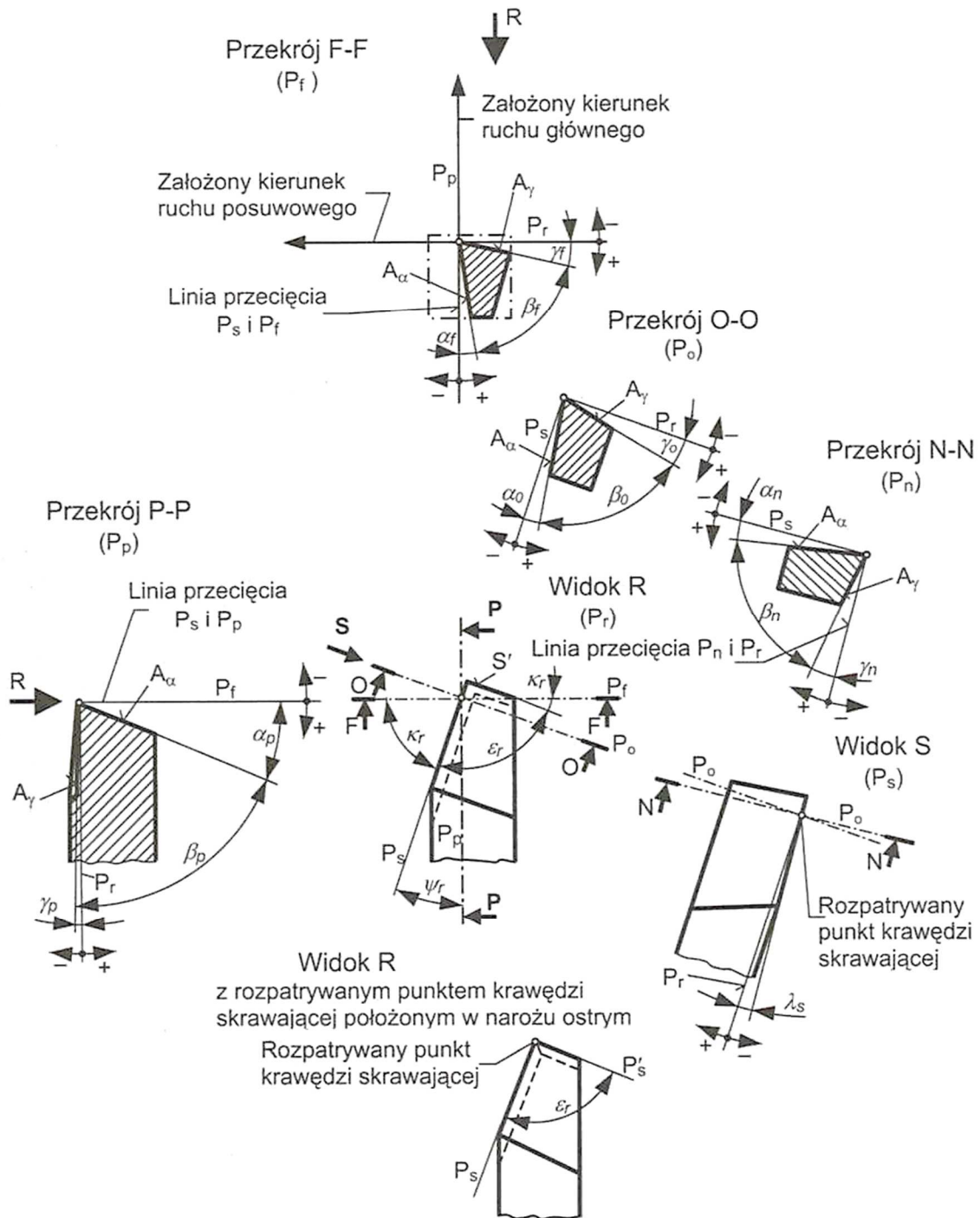
- b) płaszczyzna krawędzi skrawającej – P_s płaszczyzna styczna do krawędzi skrawającej w rozpatrywanym punkcie tej krawędzi i prostopadła do płaszczyzny podstawowej P_r .
- c) płaszczyzna przekroju głównego (płaszczyzna ortogonalna) P_o – przechodzi przez rozpatrywany punkt krawędzi skrawającej prostopadłe do płaszczyzn podstawowej P_r i płaszczyzny krawędzi skrawającej P_s
- d) płaszczyzna normalna P_n – płaszczyzna prostopadła do krawędzi skrawającej w rozpatrywanym punkcie tej krawędzi.
- e) płaszczyzna boczna P_f – przechodzi przez rozpatrywany punkt krawędzi skrawającej prostopadłe lub równoległe do bazowych elementów narzędzia, prostopadłe do płaszczyzny podstawowej P_r i możliwie równoległe do zamierzonego kierunku ruchu posuwowego.

W nożach tokarskich przeznaczonych do toczenia wzdłużnego lub strugarskich płaszczyzna P_f przechodzi prostopadłe do powierzchni bocznej narzędzia (trzonka). W narzędziach o ruchu głównym obrotowym płaszczyzna ta przechodzi równoległe do osi obrotu, jak np. w wiertłach, rozwiertakach, gwintownikach, lub przechodzi prostopadłe do osi, jak np. we frezach.

- f) płaszczyzna tylna P_p – przechodzi przez rozpatrywany punkt krawędzi skrawającej prostopadłe do płaszczyzny podstawowej P_r i płaszczyzny bocznej P_f .



Rys. 3. Układ płaszczyzn



Rys. 4. Geometria ostrza w układzie narzędzia na przykładzie noża tokarskiego

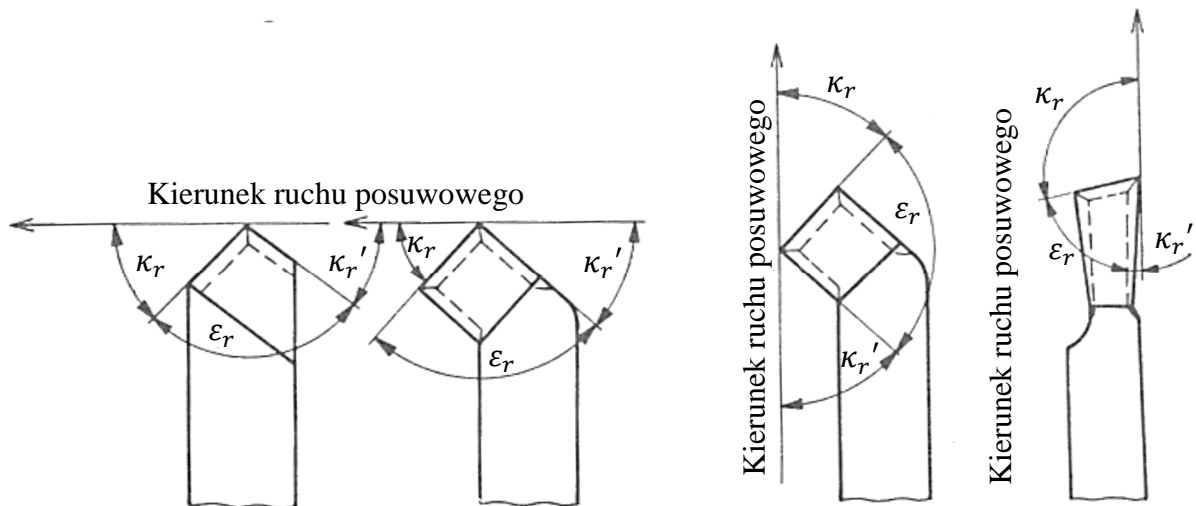
Kąty w układzie odniesienia narzędzia

Położenie krawędzi skrawających określa pięć kątów.

Trzy mierzone są w płaszczyźnie podstawowej P_r (rys. 5):

- kąt przystawienia κ_r – zawarty między płaszczyznami P_s i P_f ,
- pomocniczy kąt przystawienia κ_r' – zawarty między płaszczyznami P_s' i P_f ,
- kąt naroża ϵ_r – zawarty między płaszczyznami P_s i P_s' ,

Pomiędzy tymi kątami występuje zależność: $\kappa_r + \kappa_r' + \epsilon_r = 180^\circ$



Rys. 5. Kąty w płaszczyźnie P_r

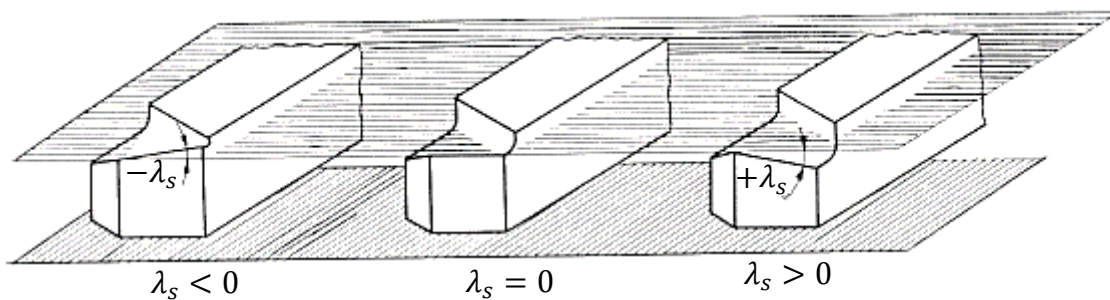
W płaszczyźnie głównej krawędzi skrawającej P_s określa się kąty (rys. 6):

- kąt pochylenia krawędzi skrawającej λ_s - zawarty między główną krawędzią skrawającą a płaszczyzną podstawową P_r .

W płaszczyźnie pomocniczej krawędzi skrawającej P_s' określa się:

- kąt pochylenia pomocniczej krawędzi skrawającej λ_s' - zawarty między pomocniczą krawędzią skrawającą a płaszczyzną podstawową P_r .

Kąty λ_s i λ_s' są dodatnie, gdy wierzchołek ostrza jest najwyższym punktem krawędzi skrawającej i są ujemne, gdy wierzchołek ostrza jest najniższym punktem krawędzi skrawającej.



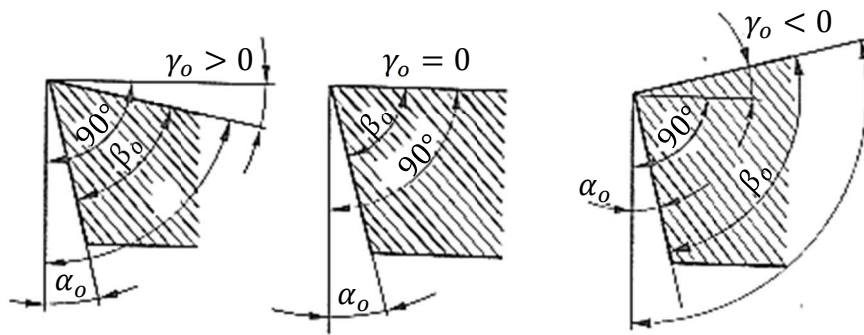
Rys. 6. Kąt w płaszczyźnie P_s

Położenie powierzchni natarcia i powierzchni przyłożenia określają trzy kąty definiowane najczęściej w płaszczyźnie P_o (rys. 7):

- kąt natarcia γ_o - zawarty między powierzchnią natarcia a płaszczyzną podstawową P_r ,
- kąt przyłożenia α_o - zawarty między powierzchnią przyłożenia a płaszczyzną krawędzi skrawającej P_s , (ma zawsze wartość dodatnią),
- kąt ostrza β_o - zawarty między powierzchnią natarcia i powierzchnią przyłożenia.

Pomiędzy tymi kątami występuje zależność:

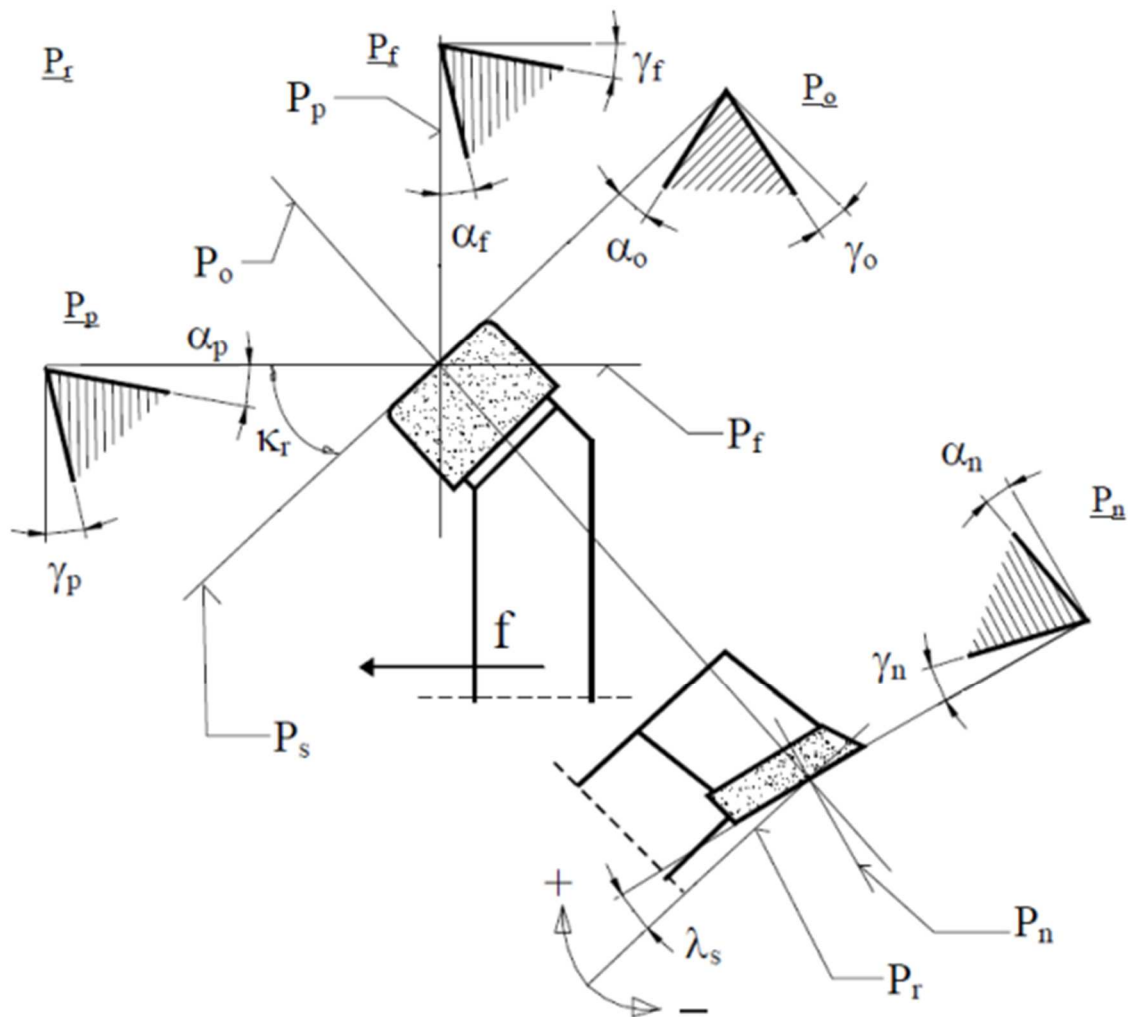
$$\gamma_o + \alpha_o + \beta_o = 90^\circ$$



Rys. 7. Kąty w płaszczyźnie P_o

Wszystkie kąty mogą być mierzone w jednej z czterech płaszczyzn: P_f , P_o , P_p , P_n , otrzymując indeks odpowiedniej płaszczyzny. W katalogach podaje się zwykle kąty w płaszczyźnie przekroju głównego P_o lub w płaszczyźnie bocznej P_f . Kąty przyłożenia α i kąty ostrza β mają zawsze wartości dodatnie, natomiast kąty natarcia γ mogą być dodatnie lub ujemne.

Na rysunku 4 i 8 przedstawiono przykład zastosowania omówionych zasad do wyznaczenia geometrii ostrza noża tokarskiego.

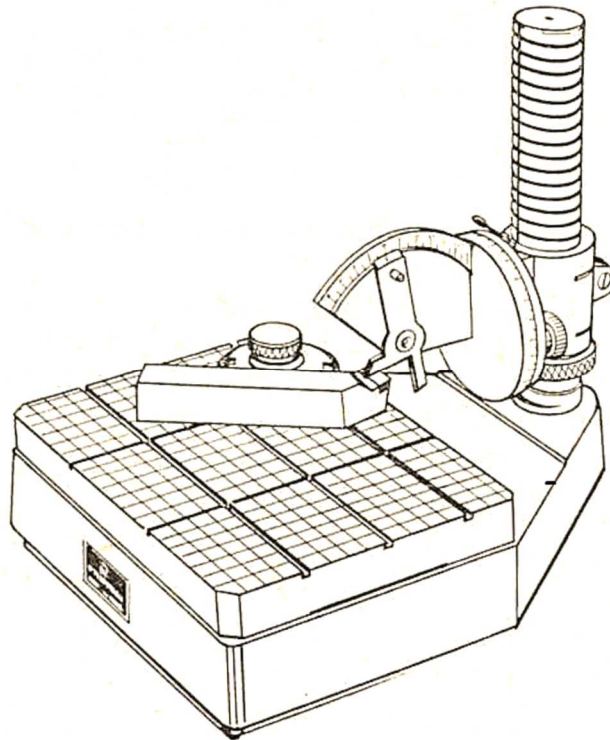


Rys. 8. Geometria ostrza noża tokarskiego

Do pomiaru kątów może być zastosowany kątomierz stolikowy (rys. 9). Umożliwia on dokonanie pomiaru wszystkich kątów noża z dokładnością $0,5^\circ$.

Składa się z następujących części:

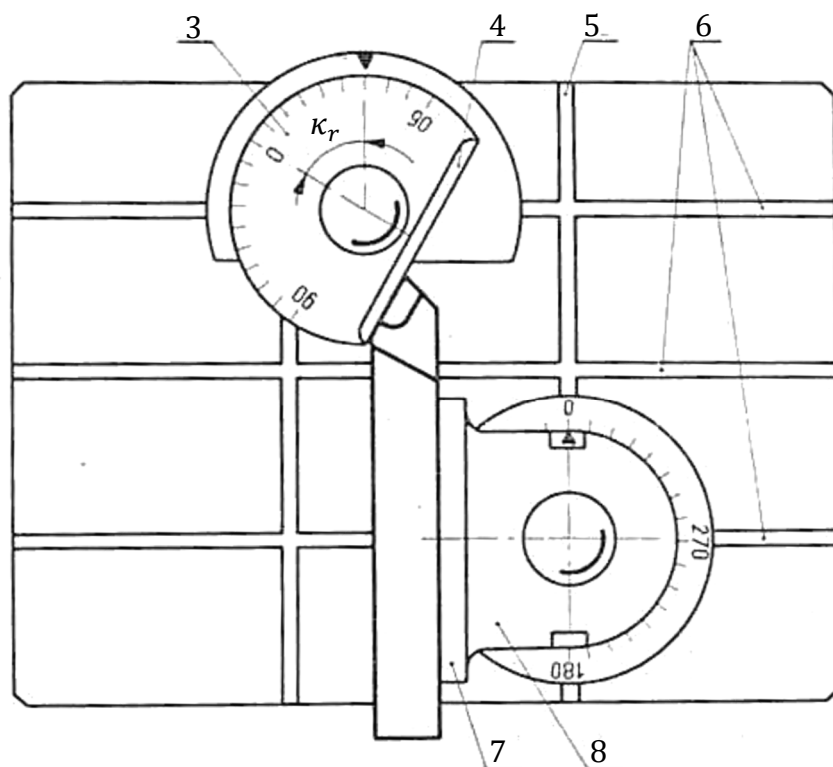
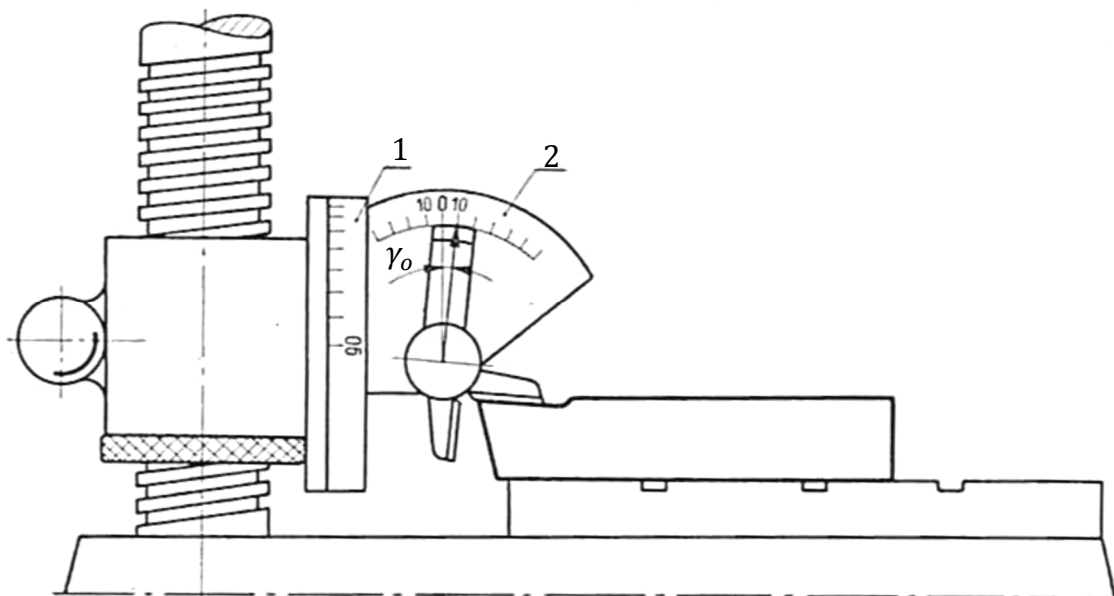
- Podstawy, mającej na wierzchu szereg wzajemnie prostopadłych rowków, po których mogą być przesuwane dwa specjalne suwaki-kątomierze,
- Kolumny, po której przesuwa się wspornik, mający dwie tarcze z podziałkami kątowymi złączone ze sobą pod kątem 90° .



Rys. 9. Ogólny widok kątomierza stolikowego

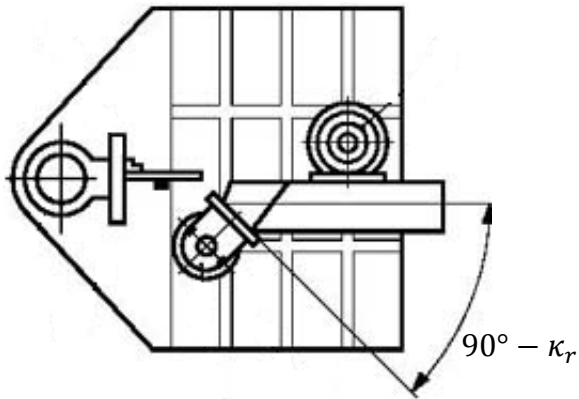
Pomiaru kątów dokonuje się następująco (rys. 10, 11):

- Skale wszystkich kątomierzy ustawia się na 0° .
- Kątomierz ustawczy zakłada się na rowku wzdłużnym.
- Nóż powierzchnią boczną oporową opiera się o listwę kątomierza ustawczego.
- Kątomierz pomiarowy zakłada się w innym rowku również wzdłużnym i obracając skalę dosuwa się do noża tak, aby krawędź skrawająca ułożyła się na płaszczyźnie płytki rzutującej kątomierza. Na skali odczytuje się wartość kąta κ_r .
- Następnie obracając skalę w odwrotnym kierunku doprowadza się do zetknięcia płytki rzutującej kątomierza z pomocniczą krawędzią skrawającą na całej jej długości. Odczyt na skali wskazuje bezpośrednio wartość kąta κ_r' .
- Pomiary kątów w płaszczyznach różnych przekrojów części roboczej wykonuje się przy pomocy kątomierzy umieszczonych na wsporniku kolumny. Przy pomiarze kątów ostrza w płaszczyźnie normalnej, skalę „kątomierza do zmiany położenia płaszczyzny przekroju: należy obrócić o kąt λ_s .

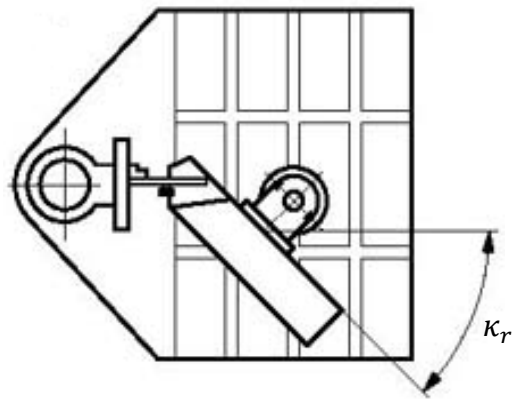


Rys. 10. Sposób mierzenia kątów za pomocą kątomierza stolikowego:
 1 – kątomierz do zmiany położenia płaszczyzny przekroju, 2 – kątomierz do pomiaru kątów w różnych płaszczyznach przekroju, 3 – kątomierz pomiarowy, 4 – płytka rzutująca, 5 – rowek poprzeczny, 6 – rowki wzdłużne, 7 – listwa oporowa, 8- kątomierz ustawczy.

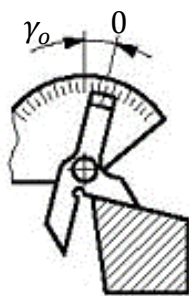
a) pomiar kąta κ_r



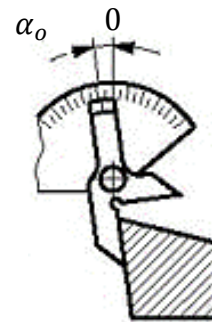
b) ustawienie do pomiaru kątów γ_o i α_o



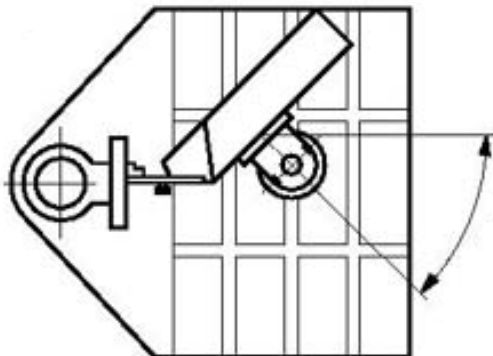
c) pomiar kąta γ_o



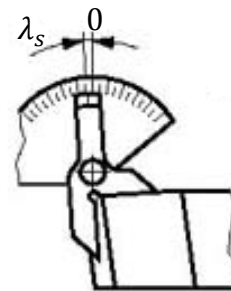
d) pomiar kąta α_o



e) ustawienie do pomiaru kąta λ_s



f) pomiar kąta λ_s



Rys. 11. Pomiar kątów ostrza kątomierzem stolikowym

2. Wyposażenie stanowiska

Narzędzia i urządzenia pomiarowe:

- kątomierz stolikowy,
- narzędzia skrawające: noże tokarskie.


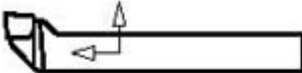
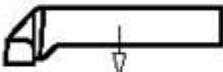
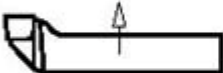
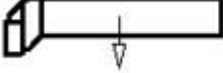



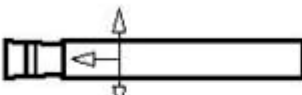
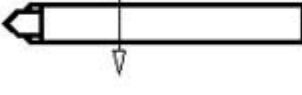
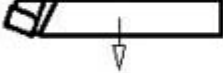
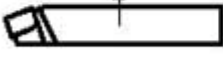
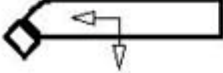
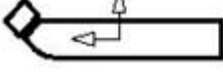
3. Zadania do wykonania

- Praktyczne zapoznanie się z budową noża tokarskiego.
- Budowa ostrza skrawającego, określenie położenia powierzchni i krawędzi ostrza.
- Wyznaczanie poszczególnych płaszczyzn w układzie narzędzia dla noża tokarskiego.
- Wyznaczanie kątów w poszczególnych płaszczyznach w układzie narzędzia dla noża tokarskiego.
- Wykonanie szkicu noża tokarskiego z oznaczeniem płaszczyzn oraz kątów.
- Przeprowadzenie pomiaru geometrii ostrza noża tokarskiego za pomocą kątomierza.
- Wnioski.

Przykładowa tabela wyników

Nazwa kąta	Oznaczenie kąta	Płaszczyzna pomiaru	Kąt zmierzony	Kąt wyliczony

Narzędzie

	NNBc	Nóż boczny wygięty prawy
	NNBd	Nóż boczny wygięty lewy
	NNBe	Nóż boczny odsadzony prawy
	NNBf	Nóż boczny odsadzony lewy
	NNBk	Nóż czołowy prawy
	NNBm	Nóż czołowy lewy
	NNPa	Nóż przecinak prawy
	NNPc	Nóż przecinak lewy
	NNPd	Nóż szeroki
	NNPe	Nóż spiczasty
	NNZa	Nóż prosty prawy
	NNZb	Nóż prosty lewy
	NNZc	Nóż wygięty prawy
	NNZd	Nóż wygięty lewy

Rys. 12. Kształty oraz oznaczenia noży tokarskich wg PN-91/M-58352