

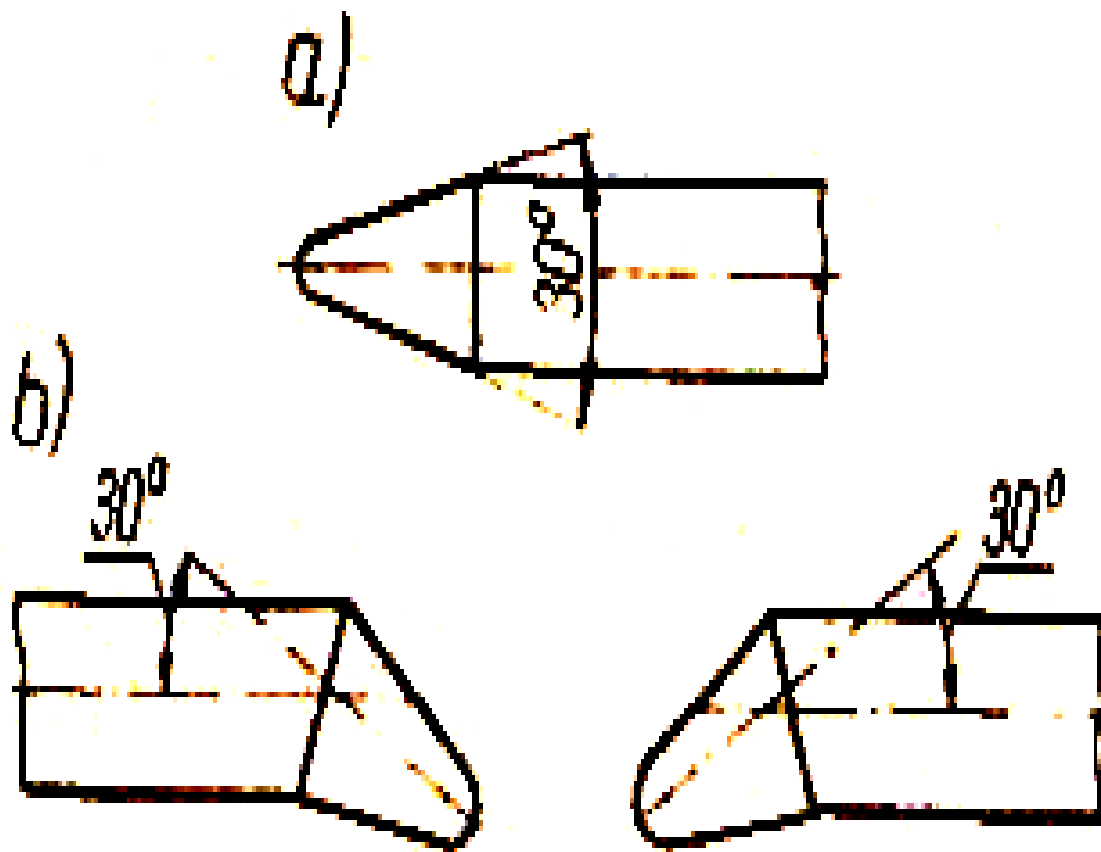
5. Toczenie powierzchni walcowych

Bardzo dużo części maszyn obrabianych za pomocą toczenia ma powierzchnię walcową. Podczas toczenia powierzchnię walcową otrzymuje się w ten sposób, że przedmiot zamocowany w tokarce obracany jest koło osi tokarki, a nóż przesuwany się wzdłuż łoża tokarki równolegle do jej osi.

Przedmiot jest najczęściej obrabiany dwoma przejściami noża. Pierwsze przejście noża ma za zadanie skrojenie warstwy zewnętrznej materiału obrabianej części maszynowej. Powierzchnia przed obróbką jest niegładka i rozkład materiału nie jest równomierny na długości przedmiotu ani nie jest symetrycznie rozłożony. Wskutek tego nóż napotyka podczas skrawania różny opór i przekrój . poprzeczny powierzchni obrobionej nie jest jeszcze dokładnym kołem, a sama powierzchnia jest niedostatecznie gładka.

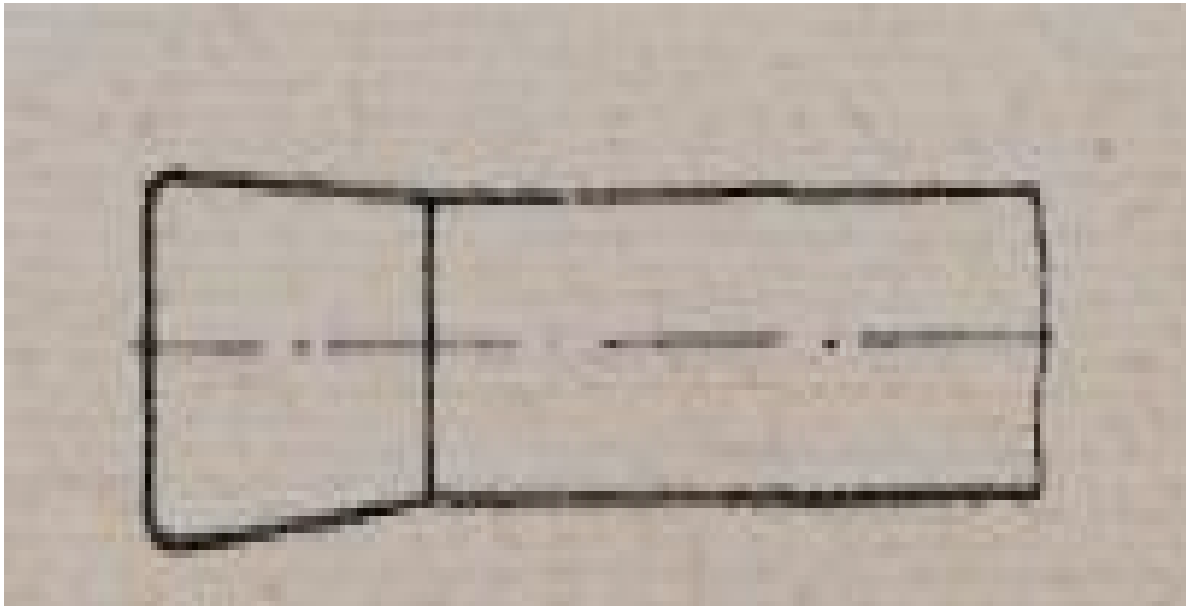
Na toczenie wykańczające pozostawia się niewielki naddatek. Cienka warstewka skrawana nie powoduje znacznych drgań noża, dzięki czemu powierzchnia obrobiona jest znacznie dokładniejsza co do kształtu niż po obróbce zgrubnej. Gładkość powierzchni obrobionej osiąga się dzięki małemu posuwowi noża oraz większemu promieniowi zaokrąglenia wierzchołka w wykańczaku niż w zdzieraku. Promień zaokrąglenia wierzchołka w wykańczaku $r = 1-6 \text{ mm}$ (w zdzierakach $0,5-1,6 \text{ mm}$).

Rysunek 36 przedstawia noże wykańczaki z zaokrąglonym wierzchołkiem najczęściej stosowane do toczenia wzdłużnego wykańczającego.



Rys. 36. Noże wykańczaki: a — prosty, b — wygięty

W przypadku toczenia wykańczającego długich wałków stosuje się wykańczaki prostoliniowe (rys. 37). Wykańczak prostoliniowy ustawia się krawędzią tnącą równolegle do osi obrabianego przedmiotu. Skrawa on głównie zaokrągloną część krawędzi tnącej. Prostoliniowa część krawędzi tnącej zbiera bardzo cieką warstewkę materiału. Obrobiona powierzchnia jest gładka, jakby wypolerowana. Wykańczakowi prostoliniowemu daje się posuw znacznie większy niż wykańczakowi zaokrąglonemu: $p \approx f/3$ długości krawędzi tnącej.

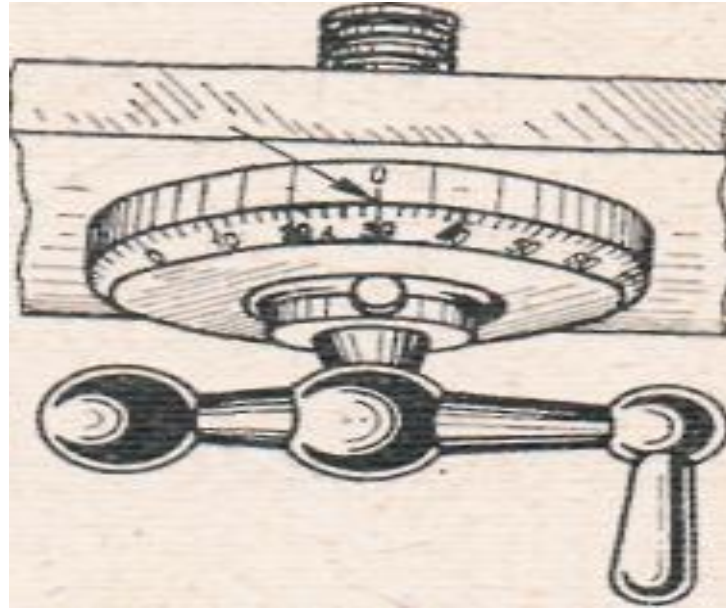


Rys. 37. Wykańczak prostoliniowy

Toczenie na żądany wymiar.

Po zamocowaniu przedmiotu i nastawieniu wrzeciennika tokarki na odpowiednią prędkość obrotową, a mechanizmów posuwowych na odpowiedni posuw uruchamiamy tokarkę, doprowadzamy suport do konika, zbliżamy nóż do przedmiotu i rozpoczynamy toczenie z posuwem ręcznym od konika do wrzeciennika na średnicę zbliżoną do tej, na którą ma być przedmiot zgrubnie obtoczony. Po przetoczeniu na długości około 3-5 mm cofamy nóż do pozycji wyjściowej, zatrzymujemy tokarkę i mierzymy średnicę przetoczonej powierzchni **suwmiarką lub mackami i przymiarem kreskowym**. Jeżeli średnica odpowiada średnicy żądanej, włączamy ruch roboczy i posuw mechaniczny i toczymy wałek do połowy długości. Następnie posuw wyłączamy, nóż nieco odsuwamy i przesuwamy suport do położenia wyjściowego. Zwykle od pierwszego nastawienia nie utrafimy na odpowiednią średnicę toczenia. Wówczas po- zmierzeniu średnicy należy wierzchołek noża wgłębić (najczęściej) lub oddalić od osi tokarki na określony wymiar. Do dokładnego ustawienia noża na określoną średnicę do toczenia wzdłużnego należy posiłkować się ***pierścieniem podziałkowym*** osadzonym na śrubie pociągowej posuwu poprzecznego.

Dokładnego ustawienia noża na określoną średnicę do toczenia wzdłużnego należy posłużyć się **pierścieniem podziałkowym** osadzonym na śrubie pociągowej posuwu poprzecznego (rys. 38).



Rys. 38. Pierścień podziałkowy tokarski

Zwykle na pierścieniu podziałkowym wybita jest wartość przesunięcia suportu przy pokręceniu na jedną działkę np. 0,5 mm. Wartość tę można obliczyć w następujący sposób: Należy zmierzyć skok śruby pociągowej posuwu poprzecznego. Jeżeli skok ten wynosi np. 5 mm, to wierzchołek noża przesunie się o 5 mm na jeden pełny obrót śruby. Jeżeli pierścień podziałkowy podzielony jest na 100 równych działek, to w naszym wypadku na skutek obrotu śruby pociągowej posuwu poprzecznego o jedną działkę wierzchołek noża przesunie się o $\frac{5}{100} = 0,05$ mm. Pamiętać należy o tym, że wierzchołek noża powinien być zawsze dosuwany przed toczeniem, a nigdy nie powinien być odsuwany, ze względu na istniejące luzy między śrubą a nakrętką. Jeżeli nóż został za daleko przesunięty, to należy go odsunąć od przedmiotu więcej niż wypada z obrachunku i następnie dosunąć na obliczoną działkę.

Przykład.

Toczmy wałek na średnicę $d = 60$ mm. Po obtoczeniu próbnym zmierzony koniec wałka miał 61 mm.

Pierścień podziałkowy ma 100 działek i pokręceniu o jedną działkę przesunięcie suportu wynosi $0,05$ mm.

O ile działek należy pokręcić korbką śruby poprzecznego posuwu w celu toczenia na żadaną średnicę?

Wierzchołek noża należy przesunąć o

$$\frac{61 - 60}{2} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ mm}$$

Przesunięciu $0,5$ mm odpowiada pokręcenie korbki śruby poprzecznego posuwu o $0,5 : 0,05 = 10$ działek.

Jak już powiedziano, wałek po nastawieniu wrzeciennika i noża toczy się do połowy długości, następnie odsuwa się nóż i przesuwa suport do pozycji wyjściowej, a tokarkę zatrzymuje. Po zlurowaniu zacisku na tulei konika pokręcamy prawą ręką kółko konika, wsuwając tuleję w głąb konika. Wtedy przedmiot opada na podstawioną dłoń lewej ręki. Przedmiot zdejmujemy się z kła wrzeciona, następnie zdejmujemy się zbierak i przekłada odpowiednio na drugi koniec przedmiotu. Tak przygotowany przedmiot ponownie zakłada się na tokarkę obrobioną częścią od strony konika i uruchamia się tokarkę. Nóż zbliża się na odpowiednią głębokość skrawania za pomocą pierścienia podziałkowego. Czynność tę wykonuje się bardzo prędko, gdyż znana już jest działka, na której należy nastawić sanie poprzeczne tokarki. Do wykończenia przedmiotu na wymaganą średnicę należy dobrać nóż wykańczak, a po ustawieniu wierzchołka noża na wysokości kłków należy go zbliżyć do zetknięcia się z powierzchnią obrobioną zgrubnie. Wiedząc, jak grubą warstwę należy skroić, zbliżamy nóż za pomocą pokręcania korbką o odpowiednią liczbę działek. Jeżeli zamierzamy toczyć większą liczbę wałków w kłach, to postępujemy w następujący sposób: przede wszystkim dobieramy dwa zabieraki. Nastawiamy tokarkę na najodpowiedniejszą prędkość obrotową, a konik ustawiamy odpowiednio do długości toczonych przedmiotów. Ustawiamy pierwszy wałek w kłach i rozpoczynamy toczenie jak zwykle. Po ustaleniu średnicy toczenia pierwszy wałek toczy się od konika do wrzeciennika, a tymczasem na drugi wałek zakłada się zabierak. Po dojściu noża w przybliżeniu do połowy długości wałka wyłączamy posuw, odsuwamy nóż i przesuujemy suport do pozycji wyjściowej. Po zdjęciu obtoczonego do połowy wałka, zakłada się nowy z założonym zabierakiem. Uruchamia się tokarkę, a po nastawieniu noża za pomocą pierścienia podziałkowego na średnicę toczenia rozpoczyna się toczenie drugiego wałka. W czasie gdy toczy się wałek, tokarz zdejmuje zabierak z poprzednio obtoczonego wałka i zakłada na następny itd. kolejno aż do obtoczenia ostatniego wałka do połowy. Następnie toczy się wałek z drugiego końca. Podczas toczenia wykańczającego postępujemy tak samo.

Warunki skrawania w toczeniu powierzchni walcowych.

Materiał wyjściowy dobieramy tak, żeby naddatek nie był zbyt wielki, jednak taki, żeby zapewniał czystość obrobionej powierzchni (bez plam). Zwykle warstwa skrawana w toczeniu zgrubnym wynosi do 5 mm, a wartość posuwu 0,4-1,5 mm/obr.

Jak widać, przekrój warstwy skrawanej jest dość duży, a więc i siły skrawania są znaczne. Przedmiot powinien być pewnie zamocowany, żeby od działania nacisku noża nie wyrwał się z kłów, lub z uchwytu, bo to mogłoby spowodować wypadek. Pamiętać trzeba, żeby wszystkie mechanizmy były dobrze dokręcone, zwłaszcza tuleja konika powinna być mocno dociśnięta, kły powinny dobrze wchodzić w nakielki, ale przedmiot powinien się lekko obracać na kłach.

Tablica 1

Podczas toczenia wykańczającego można stosować znacznie większą szybkość skrawania niż podczas toczenia zgrubnego; posuw powinien być mniejszy. W praktyce podczas toczenia zgrubnego stosuje się szybkość skrawania do 45 m/min., a w toczeniu wykańczającym szybkość skrawania na ogół nie przekracza 100 m/min.

W toczeniu wykańczającym stosuje się głębokość skrawania około 0,5-1,5 mm, posuw zaś 0,1-0,4 mm/obr.

Podane powyżej warunki skrawania należy uważać za orientacyjne. W każdej wytwórni znajdują się tablice szybkości skrawania i posuwów dobrane odpowiednio do rodzaju produkcji zakładu.

Tablica 1 zawiera przykładowo warunki toczenia powierzchni walcowych zgrubnego i wykańczającego stali o wytrzymałości $R_r = 75$ kG/mm² nożem ze stali szybko tnącej z chłodzeniem.

Warunki skrawania w toczeniu stali węglowej ($R_r = 75$ kG/mm ²) nożami ze stali szybko tnącej z zastosowaniem chłodzenia								
1. Toczenie zgrubne								
Posuw p mm/obr	Głębokość skrawania g mm do							
	3		4		6		8	
	Szyb- kość skra- wania v m/min	Moc skra- wania N kW	Szyb- kość skra- wania v m/min	Moc skra- wania N kW	Szyb- kość skra- wania v m/min	Moc skra- wania N kW	Szyb- kość skra- wania v m/min	Moc skra- wania N kW
0,4	44	2,1	41	2,7	37	3,6	—	—
0,5	38	2,2	35	2,8	32	3,7	30	4,6
0,7	30	2,3	28	2,8	26	3,8	24	4,8
1,0	24	2,4	22	2,9	20	4,0	19	4,9
1,4	—	—	18	3,0	16	4,1	15	5,1
2,0	—	—	—	—	13	4,2	12	5,3
3,0	—	—	—	—	—	—	9,2	5,5
2. Toczenie wykańczające								
Posuw p mm/obr	Głębokość skrawania g mm do							
	1,0		1,5		2,0			
	Szybkość skrawania v m/min	Moc skrawania N kW	Szybkość skrawania v m/min	Moc skrawania N kW	Szybkość skrawania v m/min	Moc skrawania N kW		
0,10	107	0,62	97	0,85	—	—		
0,15	93	0,73	85	1,0	79	1,2		
0,20	85	0,83	77	1,1	71	1,4		
0,25	79	0,91	71	1,2	66	1,5		
0,30	70	0,93	63	1,3	59	1,6		
0,40	—	—	52	1,3	49	1,6		

Chłodzenie noża.

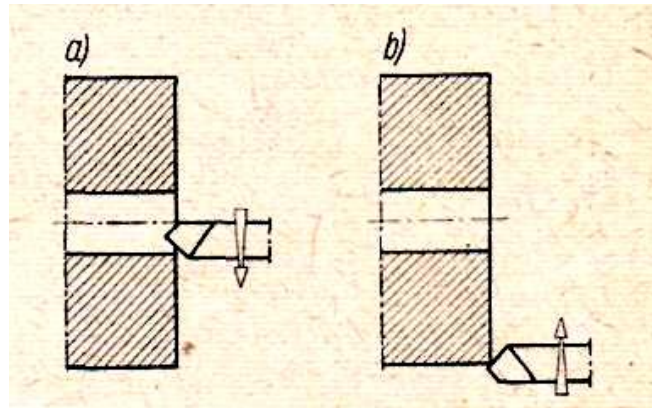
Podczas skrawania wytwarzane jest ciepło. Ciepło to nagrzewa nóż, a zwłaszcza wierzchołek noża, powodując jego zmiękczenie i szybkie zużycie. W celu zachowania własności skrawających nóż i każde narzędzie szybko skrawające należy chłodzić. Najlepsze własności chłodzące ma woda. Woda nie może być jednak używana jako chłodziwo, gdyż powoduje rdzewienie części tokarki.

Najczęściej jako cieczy chłodzące stosuje się roztwory wodne mydła z sodą lub emulsje olejowe, tj. roztwory olejów w wodzie. Emulsje nie tylko odprowadzają ciepło od noża, lecz i smarują nóż. dzięki czemu ułatwiają spływanie wióra po nożu przez zmniejszenie tarcia.

Warunkiem dobrego chłodzenia jest właściwe skierowanie strumienia cieczy na miejsce, gdzie powstaje wiór. Strumień cieczy powinien być obfity, o wydajności 10-15 litrów na minutę, ale ciecz nie powinna wypływać pod ciśnieniem, bo by się rozpryskiwała. Chłodzenie powinno się rozpoczynać razem ze skrawaniem, gdyż jeżeli zaczniemy chłodzić z opóźnieniem, to możemy spowodować pękanie noży, zwłaszcza z nalutowanymi płytkami z węglików spiekanych, które zdążyły się nagrzać.

6. Toczenie powierzchni czołowych

Często się zdarza toczenie na tokarce płaskich powierzchni czołowych, np. toczenie tarczy. W tym wypadku nóż ma posuw poprzeczny (rys. 39), tzn. prostopadły do osi obrotu przedmiotu toczzonego. Ruch posuwowy wykonują sanki poprzeczne. Może on być mechaniczny lub ręczny. Nóż do toczenia płaskiego stosuje się ten sam co do toczenia wzdłużnego. Toczenie może się odbywać od środka przedmiotu do obwodu (rys. 39 a) lub odwrotnie (rys. 39 b).



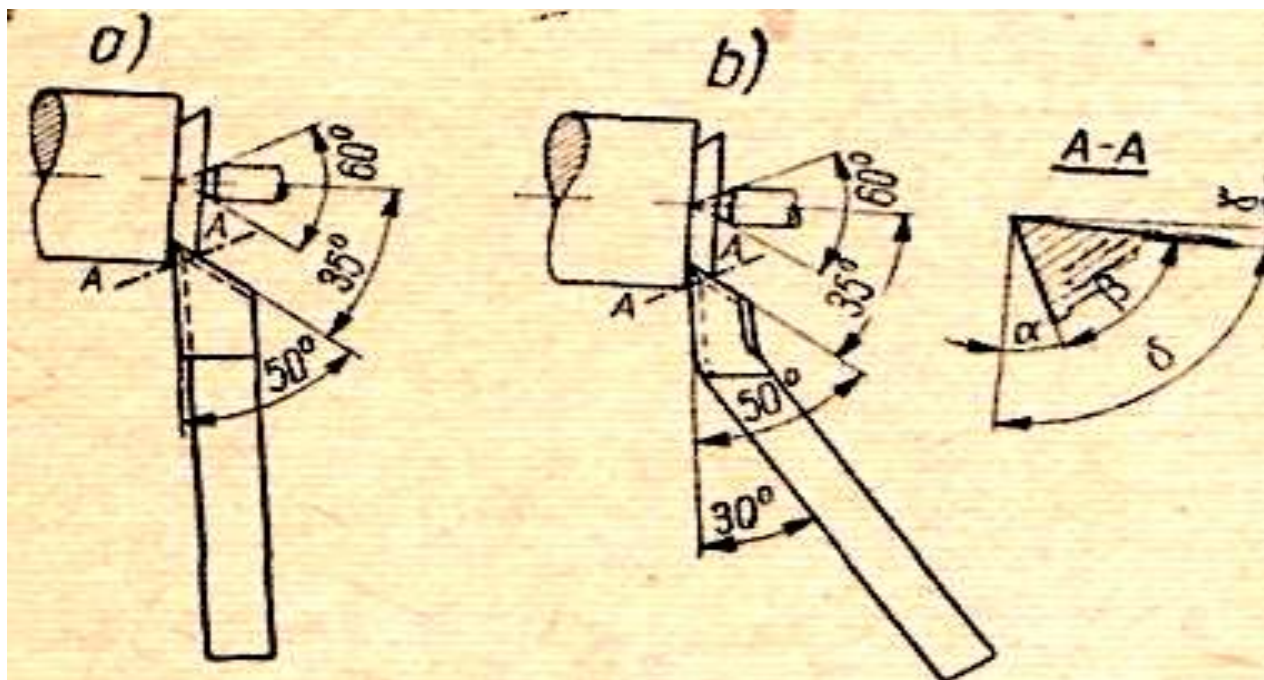
Rys. 39. Toczenie poprzeczne (płaszczyzn czołowych)

Przy dużych średnicach obrabianych tarcz zachodzi znaczna różnica w szybkości skrawania za leżnie od tego, w jakiej odległości od środka tarczy wykonuje się skrawanie. Największa szybkość skrawania występuje na obwodzie przedmiotu i zmniejsza się w miarę zbliżania się noża do środka przedmiotu. W samym środku przedmiotu szybkość skrawania $v = 0$, bo $d = 0$ ($v = \pi \cdot d \cdot n$). Jeżeli przedmiot, np. pierścień, zaczniemy toczyć od jego obwodu ku środkowi, to zauważymy łatwo, że powierzchnia początkowo gładka staje się coraz bardziej chropowata. Pochodzi to stąd, że szybkość skrawania staje się coraz mniejsza, a gładkość powierzchni obrabianej zależy od szybkości skrawania. Jeżeli zwiększymy prędkość obrotową (n), a tym samym i szybkość skrawania, to gładkość powierzchni obrabianej się poprawi.

Podtaczanie.

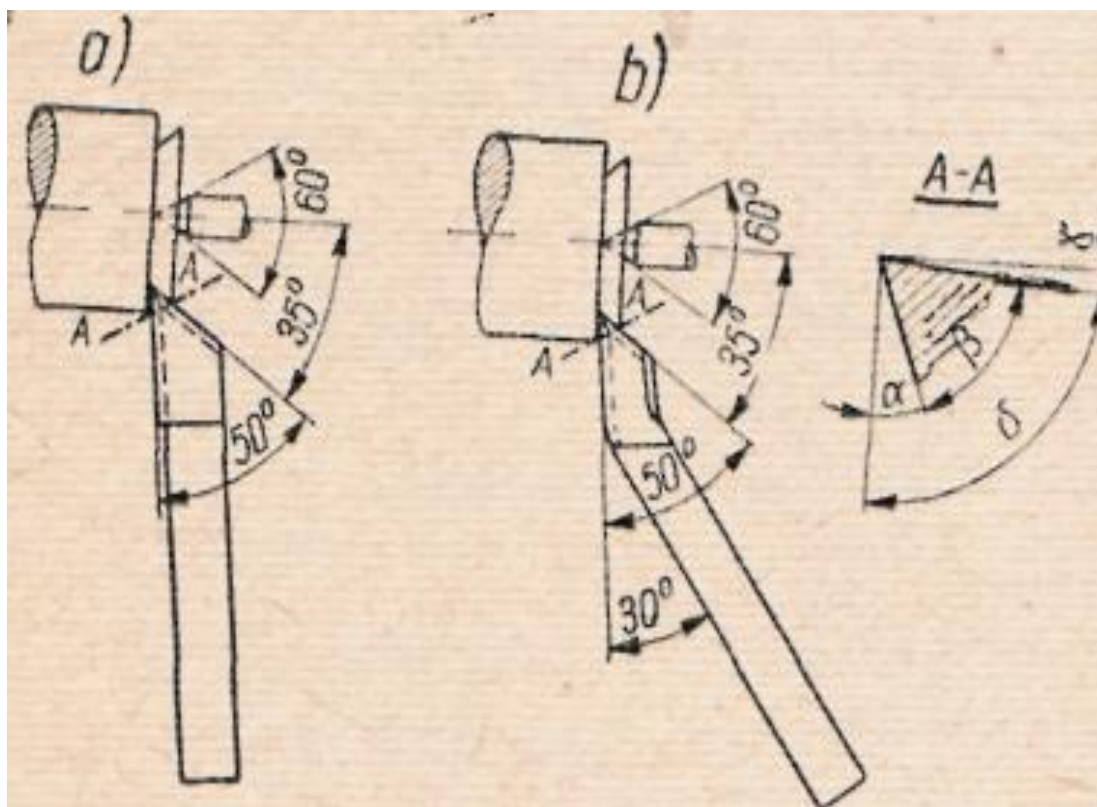
Częściej niż toczenie powierzchni płaskich zdarza się tzw. *podtaczanie* powierzchni czołowych. Większość wałków zakończona jest powierzchniami czołowymi prostopadłymi do osi wałka. Rzadko zdarzają się wałki jednakowej średnicy na całej długości. Często wałki mają różne średnice (odsądnienia) lub zgrubienia w środku swojej długości. Zarówno czołowe powierzchnie na końcach wałka oraz odsądnienia, jak i zgrubienia najczęściej są ograniczone powierzchniami płaskimi (czołowymi) prostopadłymi do osi wałka. Powierzchnie te muszą być dokładnie obrobione.

Przedmiot jest zamocowany w kłach. Do podtaczania stosowane są specjalne noże, tzw. boczne. Są one prawe lub lewe, zależnie od tego, czy powierzchnia wałka w czasie obróbki zwrócona jest do konika (noże prawe), czy do wrzeciennika (noże lewe). Również noże mogą być proste i wygięte (rys. 40).

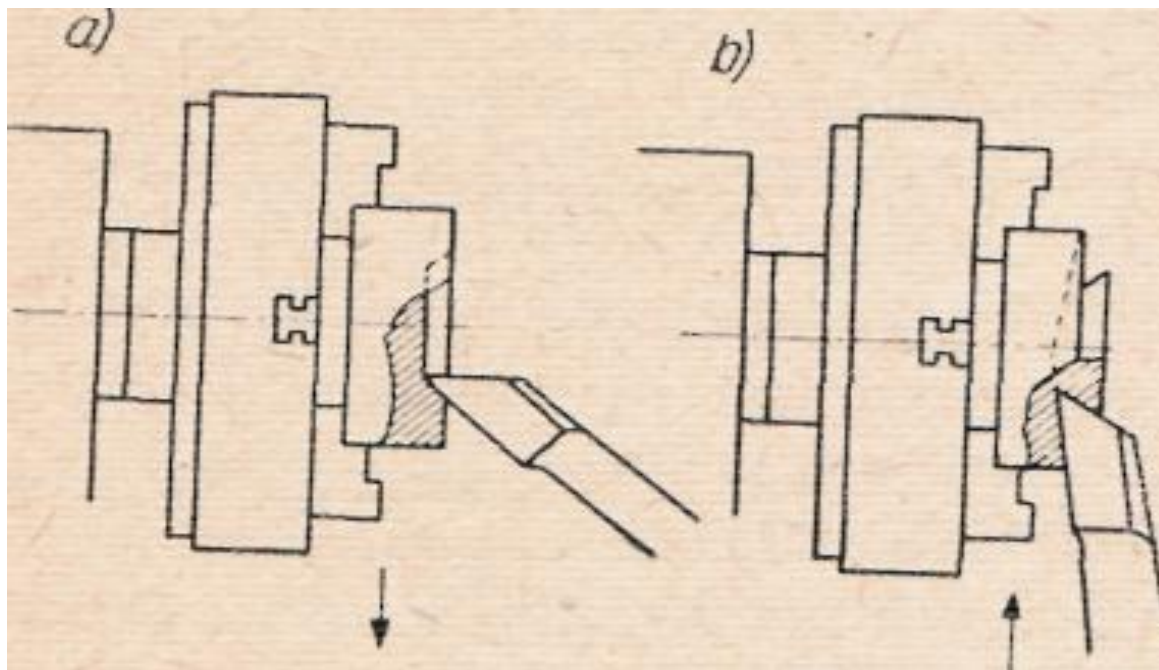


Rys. 40. Noże boczne do toczenia powierzchni czołowych: a — prosty prawy, b — wygięty prawy

Część roboczą noża wykonuje się ze stali szybko tnącej lub z węglików spiekanych. Kąt przyłożenia α wynosi 12° , a kąt natarcia $\gamma = (10-30)$ zależnie od rodzaju obrabianego materiału. Kąt przystawienia κ wynosi $93-95^\circ$, zaś κ_1 wykonuje się w granicach $35-40^\circ$. Tylko dzięki takiej wartości pomocniczego kąta przystawienia κ_1 nóż może się zbliżyć do wierzchołka kła. Jeżeli obrabiamy końcową powierzchnię czołową, to możemy posuwowi noża nadać kierunek od osi przedmiotu ku jego obwodowi lub odwrotnie. Obydwa te sposoby są stosowane.

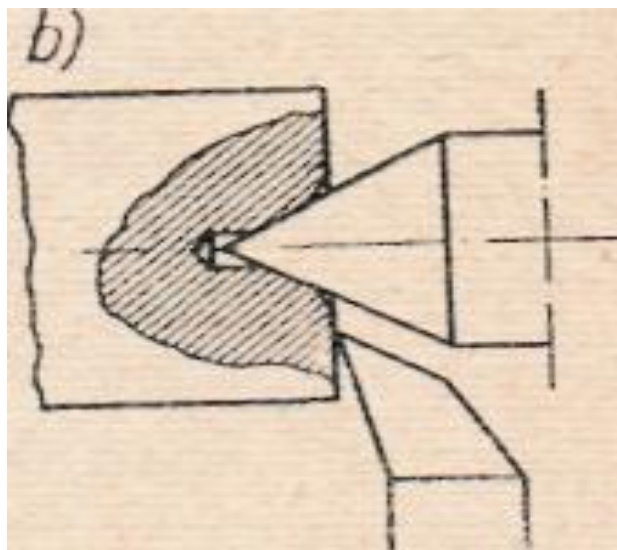
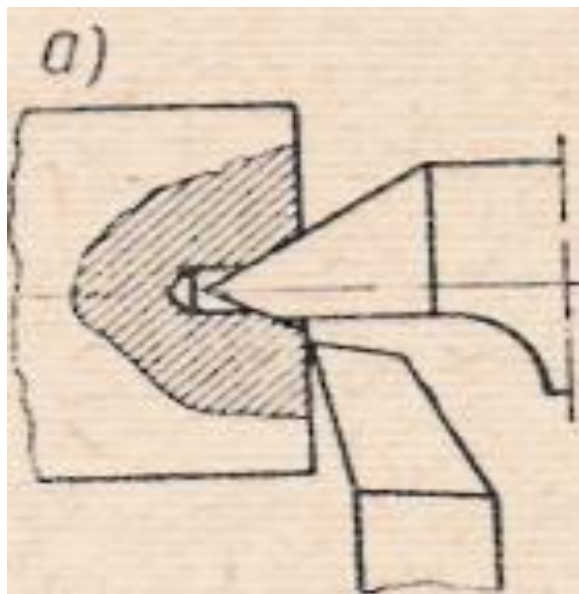


Podczas toczenia od osi nacisk materiału odpycha nóż od powierzchni obrabianej (rys. 41 a), a podczas toczenia do osi nacisk materiału wgłębia nóż w powierzchnię obrabianą (rys. 41 b) i powierzchnia nie jest obrabiana gładko. Ponieważ zwykle nie udaje się obrobić powierzchni jednym przejściem noża na gotowo, należy dążyć do tego, żeby ostatnie przejście noża miało kierunek od środka przedmiotu ku obwodowi. Po obrobieniu jednej czołowej powierzchni wałek zdejmujemy z kłów, a po przełożeniu zabieraka na koniec z obrobionym czołem ustawiamy wałek w kłach powierzchnią nie obrobioną do konika, odmierzamy żądaną długość wałka i obrabiamy tę powierzchnią na żądaną długość wałka.



Rys. 41. Siła działająca na nóż przy posuwie:
a — od środka przedmiotu na zewnątrz,
b — w kierunku środka przedmiotu

Chociaż kształt noża bocznego umożliwia jego podejście niemal do samego kąta, to jednak zwykle nie udaje się obrobić końcowych powierzchni czołowych na gładko. W samym środku pozostają czopki, które trzeba obciąć piłką, a następnie opiłować, a po poprawieniu nakiełka można już obrabiać powierzchnię boczną wałka. Tej dodatkowej czynności można uniknąć stosując w tulei konika kieł ścięty (rys. 42 a), który umożliwi obróbkę powierzchni czołowej bez potrzeby pozostawiania czopka. Obrobić na gładko powierzchnię czołową można również przez zastosowanie nakiełka chronionego (rys. 42 b)

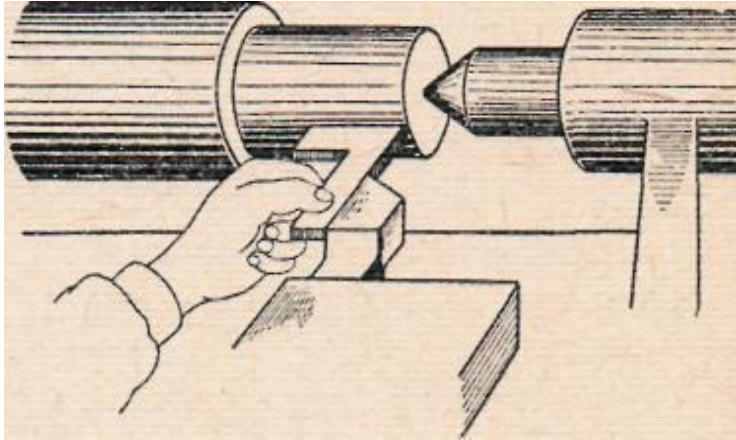


Rys. 42. Toczenie powierzchni czołowej z zastosowaniem:

a — kąta ściętego

b — nakiełka chronionego

Inaczej przedstawia się sprawa, gdy na wałku mamy „odsądzienia”, co się bardzo często zdarza. Wówczas mogą zachodzić dwa wypadki: różnica średnic jest nieznaczna albo jest duża. W pierwszym wypadku, tj. gdy odsądzenie nie przekracza 5 mm, toczy się wałek nożem bocznym ustawionym tak, że krawędź tnąca tworzy z powierzchnią obrabianą 90° , co sprawdza się małym dokładnym kątownikiem (rys. 43).



Rys. 43. Sprawdzanie prawidłowości ustawienia krawędzi tnącej kątownikiem

W drugim wypadku, tj. gdy odsądzenie jest większe, toczy się wałek nożem do toczenia wzdłużnego tyłoma przejściami, ile ich potrzeba ze względu na moc tokarki i sztywność wałka, a następnie nożem bocznym paroma przejściami wzdłużnymi toczy się powierzchnię czołową prostopadłą do osi wałka z takim obliczeniem, żeby na tej powierzchni pozostawić warstewkę grubości około 1 mm dla zebrania jej nożem bocznym z zastosowaniem posuwu poprzecznego od środka przedmiotu ku jego obwodowi. Do toczenia powierzchni czołowej z zastosowaniem posuwu poprzecznego w kierunku od środka ku obwodowi najlepiej jest ustawić nóż pod kątem $\alpha = 95^\circ$.

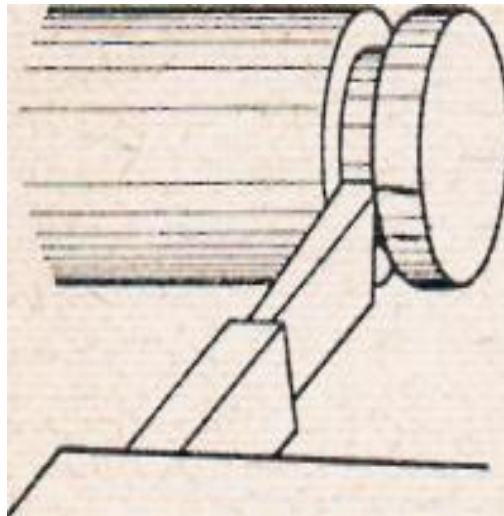
Dobór warunków skrawania.

W toczeniu wzdłużnym nożami bocznymi wartości podane na szybkość skrawania w tabl. 1 można zwiększyć o 20%, bo zwykle długość toczenia nożem bocznym jest niezbyt duża i noże mało się nagrzewają. Jeżeli idzie o toczenie poprzeczne specjalnymi nożami bocznymi, które są dość słabe, to wartości szybkości skrawania podane w tabl. 1 należy zmniejszyć o 20%.

Wartość posuwu do toczenia poprzecznego zgrubnego przyjmuje się 0,4 do 1 mm/obr. przy głębokości skrawania 3-6 mm. Do toczenia zaś dokładnego wartość posuwu przyjmuje się równą 0,1-1-0,3 mm na obrót przedmiotu, przy głębokości skrawania 0,5-1,5 mm.

7. Toczenie rowków zewnętrznych i przecinanie

Noże. Do toczenia rowków na zewnętrznych powierzchniach przedmiotu służą *zacinaki* (rys. 44). Do przecinania przedmiotów, do odcinania wykonanego z pręta przedmiotu służą *przecinaki*. Zacinaki i przecinaki są do siebie zasadniczo podobne, a różnią się jedynie wymiarami.

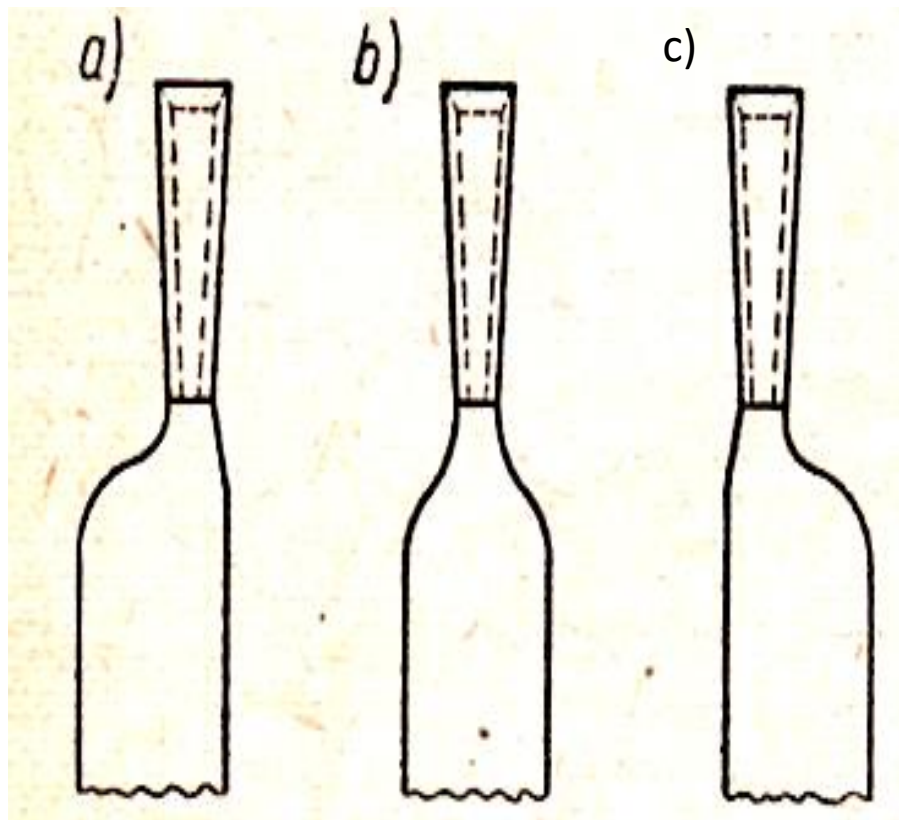


Rys. 44. Nóż do toczenia rowków

Do rowków szerokości do 5 mm stosuje się zacinaki z krawędzią tnącą równą szerokości rowka i wtedy rowek toczy się jednym przejściem noża przy posuwie poprzecznym. Jeżeli rowek jest szerszy niż 5 mm, toczy się go dwoma przejściami przy długości krawędzi nieco większej niż połowa szerokości rowka.

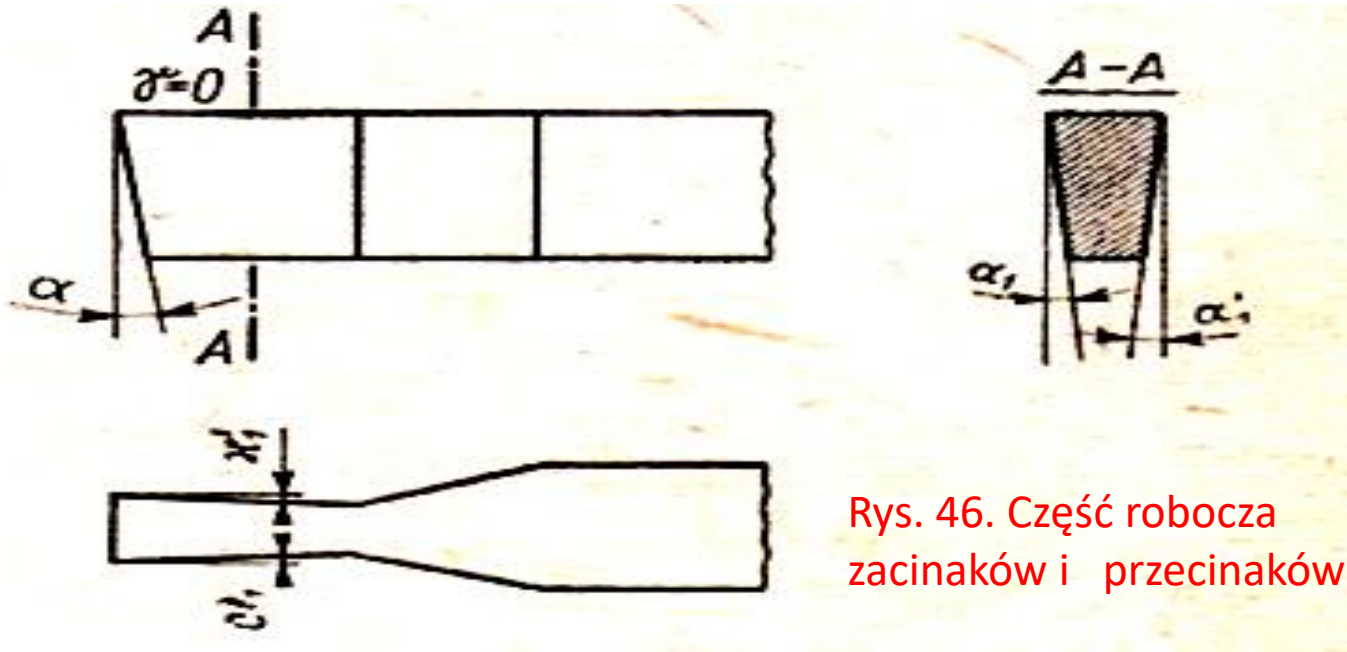
Krawędź tnąca przecinaka powinna być możliwie mała ze względu na oszczędności przecinanego materiału. Część robocza przecinaka powinna być około 5 mm dłuższa od połowy średnicy przecinanego przedmiotu.

Zacinaki i przecinaki mogą być proste i wygięte. Ponieważ krawędź tnąca ma wymiary zmniejszone w stosunku do szerokości trzonka, przecinaki i zacinaki zwykle są odsadzone lewe, odsadzone prawe lub odsadzone obustronnie (rys. 45).



Rys. 45. Przecinaki odsadzone:
a — lewy, b — obustronny, c — prawy

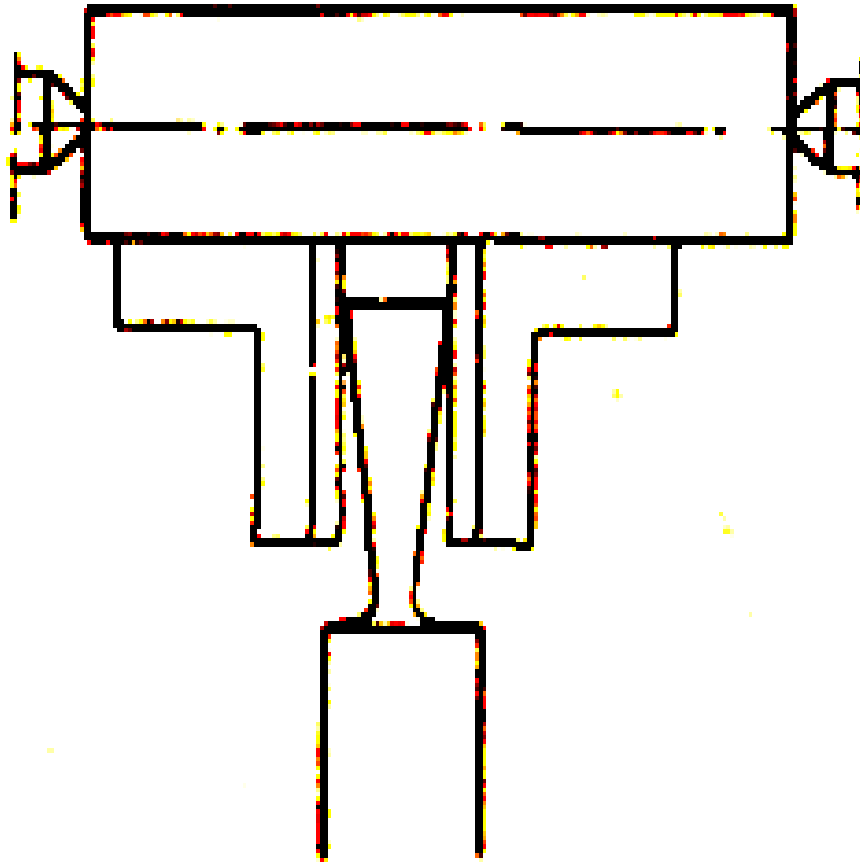
Część robocza zacinaka i przecinaka w celu zapobieżenia tarcia zwęża się od krawędzi tnącej w kierunku chwytu (rys. 46).



Rys. 46. Część robocza zacinaków i przecinaków

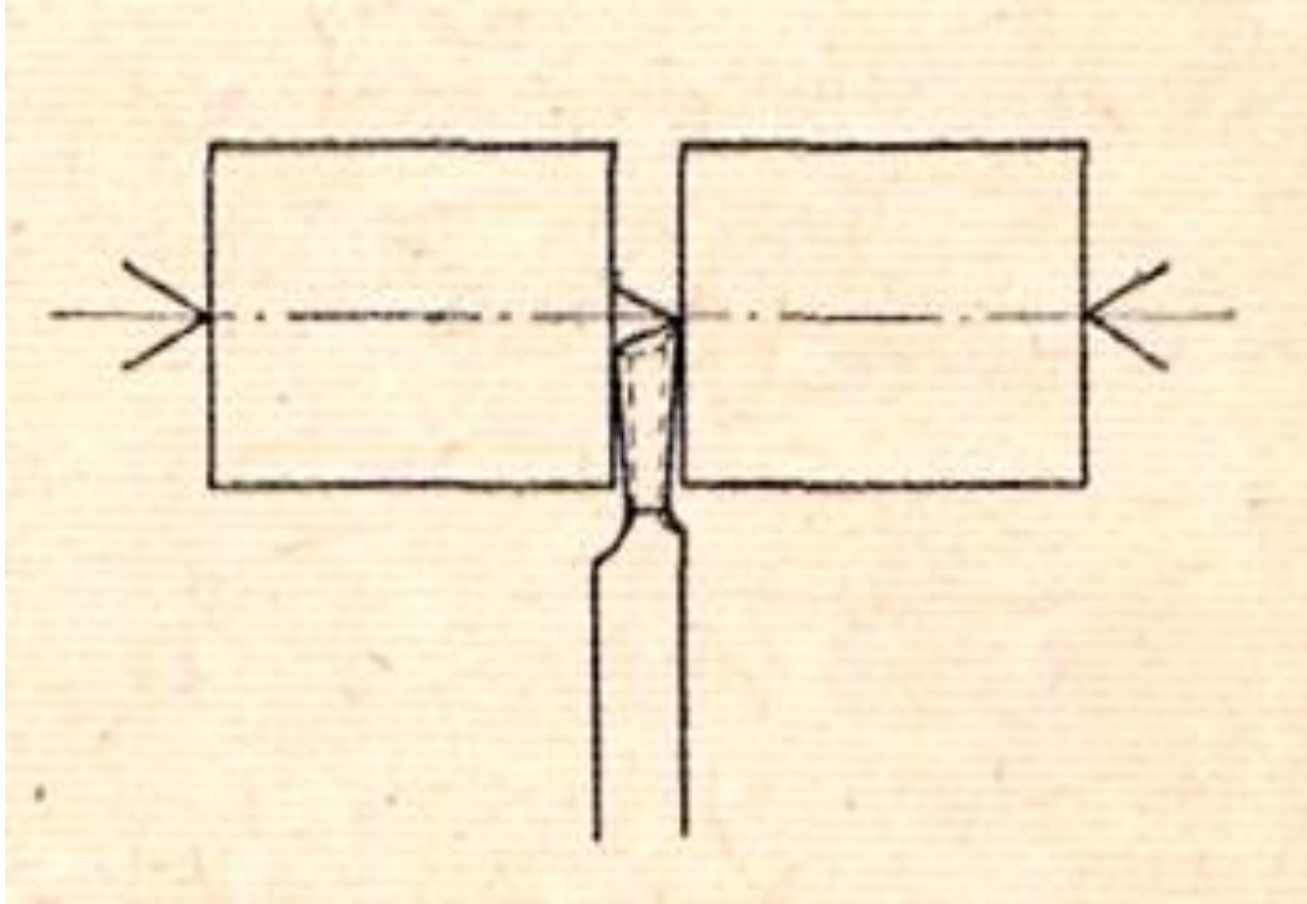
W nożach tych kąt przystawienia $\kappa = 0$, pomocnicze kąty przystawienia $\kappa_1 = \kappa_1' = 1 - 2^\circ = \alpha_1 = \alpha_1'$. Zależnie od rodzaju obrabianego materiału przyjmuje się do skrawania stali kąt natarcia $\gamma = 0 - 12^\circ$, a do skrawania metali miękkich kąt γ może wynosić do 25° . Ponieważ noże te są wąskie, przeto dla zachowania potrzebnej wytrzymałości powinny mieć część roboczą wysoką. Ostrza tych noży wykonuje się ze stali szybko tnącej, rzadziej z węglików spiekanych.

Ustawianie noży. Przecinaki i zacinaki powinny być bardzo dokładnie ustawione do pracy. Krawędź tnąca musi być ustawiona **na** wysokości kłów i ściśle równoległa do osi przedmiotu. Rys. 47 przedstawia sposób ustawienia noży.



Rys. 47. Ustawianie przecinaka i zacinaka

Przecinaki pozostawiają czopki walcowe przy środku przedmiotu. Istnieją też przecinaki, które mają skośną krawędź tnącą (rys. 48), dzięki czemu wskutek skrawania tworzy się mniejszy czopik stożkowy, który łatwo jest usunąć, a odcinana część odpada.



Rys. 48. Przecinananie nożem o skośnej krawędzi tnącej

Dobór warunków skrawania.

Praca przecinania jest bardzo ciężka dla noża, toteż do noży ze stali szybko tnącej stosuje się szybkość skrawania 25-50 m/min. w obróbce stali, a w obróbce żeliwa 15-30 m/min. Do przecinania stosuje się mały posuw, przeważnie ręczny. Wartość posuwu wynosi około 0,05 mm/obr. przy długości krawędzi tnącej 2 mm, a do 0,2 mm/obr. przy długości krawędzi tnącej 10 mm.