



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Paweł Krawczak

Wykonywanie typowych prac na tokarkach 722[02].Z3.01

Poradnik dla ucznia

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007**

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

Recenzenci:

mgr inż. Andrzej Zych

mgr inż. Marek Olsza

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Paweł Krawczak

Konsultacja:

mgr Małgorzata Sienna

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 722[02].Z3.01 „Wykonywanie typowych prac na tokarkach”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu operator obrabiarek skrawających.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	4
2. Wymagania wstępne	6
3. Cele kształcenia	7
4. Materiał nauczania	8
4.1. Użytkowanie i konserwacja tokarki	8
4.1.1. Materiał nauczania	8
4.1.2. Pytania sprawdzające	9
4.1.3. Ćwiczenia	10
4.1.4. Sprawdzian postępów	11
4.2. Podstawowe pojęcia związane z procesami toczenia. Noże tokarskie	12
4.2.1. Materiał nauczania	12
4.2.2. Pytania sprawdzające	18
4.2.3. Ćwiczenia	19
4.2.4. Sprawdzian postępów	20
4.3. Ustawianie i ustalanie przedmiotów oraz narzędzi do toczenia	21
4.3.1. Materiał nauczania	21
4.3.2. Pytania sprawdzające	25
4.3.3. Ćwiczenia	26
4.3.4. Sprawdzian postępów	27
4.4. Dobieranie warunków skrawania	28
4.4.1. Materiał nauczania	28
4.4.2. Pytania sprawdzające	33
4.4.3. Ćwiczenia	33
4.4.4. Sprawdzian postępów	34
4.5. Toczenie powierzchni czołowych oraz zewnętrznych i wewnętrznych powierzchni walcowych	35
4.5.1. Materiał nauczania	35
4.5.2. Pytania sprawdzające	37
4.5.3. Ćwiczenia	37
4.5.4. Sprawdzian postępów	38
4.6. Toczenie rowków i odcinanie	39
4.6.1. Materiał nauczania	39
4.6.2. Pytania sprawdzające	40
4.6.3. Ćwiczenia	40
4.6.4. Sprawdzian postępów	41
4.7. Toczenie powierzchni stożkowych zewnętrznych i wewnętrznych	42
4.7.1. Materiał nauczania	42
4.7.2. Pytania sprawdzające	44
4.7.3. Ćwiczenia	45
4.7.4. Sprawdzian postępów	46
4.8. Toczenie powierzchni kształtowych	47
4.8.1. Materiał nauczania	47
4.8.2. Pytania sprawdzające	49
4.8.3. Ćwiczenia	49
4.8.4. Sprawdzian postępów	51

4.9. Nacinanie gwintów	52
4.9.1. Materiał nauczania	52
4.9.2. Pytania sprawdzające	54
4.9.3. Ćwiczenia	54
4.9.4. Sprawdzian postępów	56
4.10. Specjalne odmiany robót tokarskich	57
4.10.1. Materiał nauczania	57
4.10.2. Pytania sprawdzające	58
4.10.3. Ćwiczenia	59
4.10.4. Sprawdzian postępów	60
5. Sprawdzian osiągnięć	61
6. Literatura	66

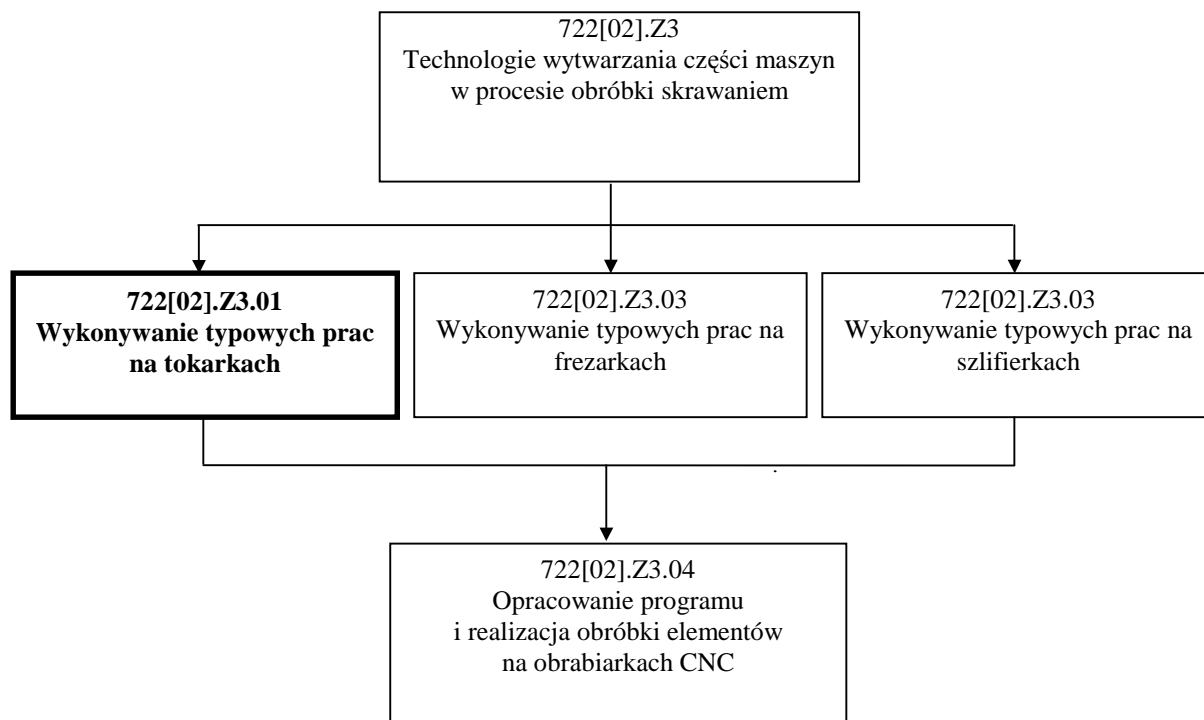
1. WPROWADZENIE

Poradnik ten będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy dotyczącej wykonywania typowych prac na tokarkach.

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne określające umiejętności, jakie powinien posiadać, abyś mógł bez problemów rozpocząć pracę z poradnikiem,
- cele kształcenia czyli wykaz umiejętności, jakie opanujesz w wyniku realizacji programu jednostki modułowej,
- materiał nauczania, czyli wiadomości teoretyczne konieczne do opanowania treści jednostki modułowej,
- zestaw pytań sprawdzających, czy opanowałeś już materiał nauczania,
- ćwiczenia zawierające polecenia, sposób wykonania oraz wyposażenie stanowiska pracy, które pozwolą Ci ukształtować określone umiejętności praktyczne,
- sprawdzian postępów pozwalający sprawdzić Twój poziom wiedzy po wykonaniu ćwiczeń,
- sprawdzian osiągnięć opracowany w postaci testu, który umożliwi Ci sprawdzenie wiadomości i umiejętności opanowanych podczas realizacji programu danej jednostki modułowej,
- literaturę związaną z programem jednostki modułowej umożliwiającą pogłębienie Twojej wiedzy z zakresu programu tej jednostki.

Materiał nauczania został podzielony na dziesięć części. W pierwszej części znajdziesz informacje związane z bezpieczeństwem i higieną pracy oraz użytkowaniem obrabiarek. W części drugiej zawarte zostały podstawowe pojęcia związane z procesami toczenia oraz geometrią ostrza noża tokarskiego. Informacje na temat ustawiania i ustalania przedmiotów oraz narzędzi do toczenia zawarte zostały w części trzeciej. Czwarta część poświęcona została parametrom skrawania. W piątym części zawarto materiał nauczania poświęcony toczeniu powierzchni czołowych oraz zewnętrznych i wewnętrznych powierzchni walcowych. Szósta część zawiera informacje na temat toczenia rowków i odcinania. Toczenie powierzchni stożkowych zewnętrznych i wewnętrznych zostało opisane w części siódmej materiału nauczania. Część ósma zawiera informacje na temat toczenia powierzchni kształtowych. Dziewiąta część poświęcona została nacinaniu gwintów na tokarce. Ostatnia część poradnika zawiera informacje na temat specjalnych robót tokarskich.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- stosować zasady bezpiecznej pracy podczas eksploatacji maszyn i urządzeń,
- dobierać sprzęt ochrony indywidualnej w zależności od prowadzonych prac,
- posługiwać dokumentacją techniczną,
- wykonywać pomiary warsztatowe,
- wyjaśniać podstawowe pojęcia związane z procesem skrawania,
- rozróżniać materiały narzędziowe,
- rozróżniać narzędzia do obróbki skrawaniem,
- wyjaśniać budowę i zasadę działania obrabiarek skrawających,
- wyjaśniać budowę i zasadę działania mechanizmów obrabiarek skrawających,
- korzystać z różnych źródeł informacji technicznej, jak: Polskie Normy, poradniki,
- analizować treść zadania, dobierać metody i plan rozwiązania,
- komunikować się i pracować w zespole,
- samodzielnie podejmować decyzje,
- dokonywać oceny swojej pracy.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- scharakteryzować proces obróbki toczeniem,
- sklasyfikować narzędzia do toczenia,
- określić geometrię ostrza noża tokarskiego,
- dobrać ciecze chłodząco-smarujące przy toczeniu, gwintowaniu i obróbce otworów,
- zaplanować obróbkę wałka i tulei,
- zamocować przedmioty obrabiane,
- dobrać warunki skrawania do toczenia,
- wykonać podstawowe operacje tokarskie,
- wykonać toczenie powierzchni stożkowych zewnętrznych i wewnętrznych,
- wykonać toczenie powierzchni kształtowych,
- naciąć gwint,
- zastosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska podczas wykonywania pracy.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Użytkowanie i konserwacja tokarki

4.1.1. Materiał nauczania

Dopuszczona do produkcji obrabiarka powinna być dla pracownika bezpieczna oraz zapewniać mu właściwe pod względem fizjologicznym warunki pracy. Bezpieczny sposób użytkowania obrabiarek określają ogólne i szczegółowe (dla określonej maszyny) instrukcje, których znajomość jest niezbędnym warunkiem dopuszczenia pracownika do użytkowania obrabiarki. Pracownik lub uczeń obsługujący tokarkę powinien bezwzględnie stosować się do instrukcji bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujących na stanowisku pracy. Dla zachowania bezpieczeństwa pracy przy toczeniu należy obowiązkowo stosować wszystkie osłony, które chronią obsługującego przed skutkami wyrwania obrabianego przedmiotu z uchwytu podczas toczenia oraz przed zaproszeniem oczu, a także zmniejszają zagrożenie zaczepienia i pociągnięcia ubrania lub ciała operatora przez obracający się przedmiot lub uchwyt. Bezwzględnie należy przestrzegać przepisów dotyczących spięcia rękawów i włosów oraz zdjęcia bandażi i ozdób z rąk.

Przy obróbce tokarskiej wirujący uchwyt wraz z przedmiotem obrabianym stwarza duże niebezpieczeństwo wypadku przy niewłaściwej lub nieostrożnej pracy. Należy zwrócić szczególną uwagę na następujące zasady:

- po zamocowaniu i odmocowaniu przedmiotu wyjąć klucz z uchwytu. Pozostawiony w uchwycie klucz przy uruchomieniu wrzeciona zostaje odrzucony z dużą siłą, co może być przyczyną ciężkiego wypadku,
- zamocowanie przedmiotu w uchwycie czy w kłach powinno być staranne i dostatecznie mocne. Przedmiot wyrwany w czasie pracy z uchwytu stwarza duże niebezpieczeństwo. Należy zwrócić na to szczególną uwagę przy obróbce w kłach przedmiotów ciężkich. Kieł stały w koniku na skutek braku smaru lub zbyt dużego docięcia może się zatrzeć i urwać, a wówczas przedmiot spadając poważnie uszkadza tokarkę i jest bardzo niebezpieczny dla użytkownika tokarki,
- nigdy nie należy hamować ruchu wrzeciona ręką przez chwytywanie lub tarcie ręką o uchwyt,
- przy zamocowaniu przedmiotu w kłach należy stosować ochronne tarcze zabierakowe z osłoną,
- w czasie ruchu wrzeciona nie dotykać ręką przedmiotu obrabianego,
- nie mierzyć przedmiotów będących w ruchu,
- przy piłowaniu ręcznym na tokarce trzonek pilnika należy trzymać lewą ręką, prawą zaś jego koniec. Odwrotnie trzymanie pilnika stwarza niebezpieczeństwo wciągnięcia rękawa w uchwyt lub uderzenia wystającymi częściami uchwytu o rękę. Trzonek pilnika powinien być pewnie i mocno osadzony. Wypadnięcie trzonka w czasie pracy może m.in. spowodować okaleczenie twarzy.

Wióry powstające w czasie skrawania stanowią bardzo duże niebezpieczeństwo dla pracownika w postaci:

- uszkodzenia mechanicznego ciała (okaleczenia),
- poparzenia.

Wiór wstęgowy, powstający przy skrawaniu materiałów miękkich, jeżeli nie jest z miejsca obróbki odprowadzany, gromadzi się przy przedmiocie obrabianym i uchwycie.

Stamtąd może być łatwo porwany przez wirujące części i wówczas zaczyna wirować w formie kłębu wraz z nimi, stwarzając duże niebezpieczeństwo dla obsługi. Środkiem zaradczym jest w takim przypadku stosowanie zwijaczy wiórów (wkłęsa powierzchnia natarcia) lub łamaczy wiórów. Środkiem doraźnym może być bieżące odprowadzanie wióra za pomocą odpowiednich szczypiec lub zagiętego pręta (haczyka). Ręką wióra chwycić nie wolno. Wiór krótki odpryskowy w czasie skrawania odpryskuje z narzędzia lub jest odbijany przez wystające części uchwytu i przedmiotu obrabianego. Wiór taki stanowi niebezpieczeństwo przede wszystkim dla twarzy i oczu pracownika. Zabezpieczeniem są okulary ochronne lub osłony, wykonywane z materiałów przezroczystych (nietłukących się), co umożliwia obserwowanie procesu skrawania.

Tokarz pracujący na tokarce powinien dokładnie zaznajomić się z jej mechanizmami, układem sterowania i systemem smarowania. Powyższe informacje zawarte są w Dokumentacji Techniczno-Ruchowej lub instrukcji obsługi, która powinna być przechowywana na stanowisku roboczym tokarza. Bieżąca kontrola stanu technicznego obrabiarki jest bardzo ważnym elementem użytkowania urządzenia. Należy szczególną uwagę zwrócić na dobre smarowanie oraz utrzymanie tokarki w stanie nieuszkodzonym i czystym.

Przed przystąpieniem do pracy należy uzupełnić smar we wszystkich punktach smarowania ręcznego. Przy centralnych lub obiegowych systemach smarowania należy sprawdzić, czy w zbiornikach jest prawidłowy poziom oleju i w przypadku zbyt małej ilości oleju uzupełnić go. Przed uruchomieniem tokarki należy sprawdzić, czy wszystkie dźwignie sterownicze znajdują się we właściwych położeniach.

W czasie pracy należy chronić prowadnice łoża i suportu przed wiórami i usuwać je stale z prowadnic. Po pracy należy całą tokarkę oczyścić z wiórów. Prowadnice należy wytrzeć do sucha i następnie naoliwić. Jeżeli tokarka nie będzie przez pewien czas używana, należy zabezpieczyć wszystkie jej powierzchnie ulegające korozji.

Jakiegokolwiek uszkodzenia elementów tokarki powinny być natychmiast usuwane. Praca na tokarce uszkodzonej powoduje szybkie jej zużycie i w rezultacie całkowite zniszczenie.

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie zagrożenia dla pracownika stwarza uchwyt tokarski?
2. Jakie zagrożenie dla pracownika stwarza obracający się przedmiot obrabiany?
3. W jaki sposób należy chronić się przed skaleczeniem wiórem?
4. Jakie czynności związane z użytkowaniem tokarki należy wykonać przed rozpoczęciem pracy?
5. Jakie czynności związane z użytkowaniem tokarki należy wykonać po zakończeniu pracy?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Określ zagrożenia dla pracownika występujące podczas pracy na tokarce.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić, jakie zagrożenia dla pracownika występują podczas pracy na tokarce,
- 2) wpisać wszystkie pomysły na kartce (burza mózgów – nie krytykując żadnego z pomysłów koleżanek/kolegów),
- 3) uporządkować zapisane pomysły – odrzucić ewentualnie nierealne lub budzące wątpliwości członków grupy,
- 4) zaprezentować efekty pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- duże arkusze papieru,
- mazaki,
- tablica flipchart.

Ćwiczenie 2

Określ czynności związane z konserwacją tokarki, jakie należy wykonać po zakończeniu pracy na obrabiarce? Wykonaj konserwację tokarki.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić, jakie czynności związane z konserwacją tokarki należy wykonać po zakończeniu pracy,
- 2) wpisać wszystkie pomysły na kartce (burza mózgów – nie krytykując żadnego z pomysłów koleżanek/kolegów),
- 3) uporządkować zapisane pomysły – odrzucić ewentualnie nierealne lub budzące wątpliwości członków grupy,
- 4) zaprezentować efekty pracy,
- 5) wykonać konserwację tokarki.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- tokarka,
- środki do konserwacji tokarki,
- czyściwo,
- duże arkusze papieru,
- mazaki,
- tablica flipchart.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) zastosować zasady bhp podczas pracy na tokarce?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić zagrożenia dla pracownika występujące podczas toczenia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić, na czym polega bieżąca kontrola stanu technicznego tokarki?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wykonać konserwację tokarki?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić warunki, jakie powinna spełniać obrabiarka dopuszczona do produkcji?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Podstawowe pojęcia związane z procesami toczenia. Noże tokarskie

4.2.1. Materiał nauczania

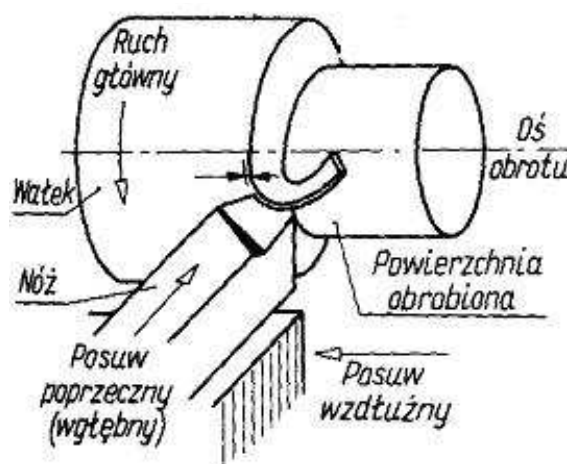
Obróbka na tokarkach (toczenie) jest najpowszechniejszą odmianą obróbki wiórowej. Wynika to z faktu, że bryły obrotowe stanowią najczęściej spotykany kształt różnych części maszyn. Tak więc podstawowym zastosowaniem technologicznym procesu toczenia jest obróbka brył (powierzchni) obrotowych. Toczenie polega na oddzielaniu nożem tokarskim warstwy materiału z przedmiotu, na obrabiarce zwanej tokarką (rys. 1). Tokarka jest obrabiarką przeznaczoną do obróbki powierzchni obrotowych zewnętrznych (toczenie) i wewnętrznych (wytaczanie). Podstawowymi ruchami są: ruch główny obrotowy przedmiotu obrabianego oraz prostoliniowy ruch posuwowy narzędzia.

Zależnie od kierunku ruchu posuwowego noża względem osi obrotu przedmiotu rozróżnia się toczenie:

- wzdłużne – kierunek posuwu noża równoległy do osi obrotu przedmiotu,
- poprzeczne, tzw. planowanie – kierunek posuwu prostopadły do osi obrotu przedmiotu,
- kopiowe, tj. wg wzornika sterującego ruchem posuwowym noża po dowolnej linii.

W zależności od dokładności obróbki wyróżnia się toczenie:

- zgrubne – klasa tolerancji 13–16, chropowatość powierzchni $R_a = 20\text{--}80\text{ }\mu\text{m}$,
- średnio dokładne – klasa tolerancji 11, 12, chropowatość powierzchni $R_a = 5\text{--}10\text{ }\mu\text{m}$,
- dokładne – klasa tolerancji 8–10, chropowatość powierzchni $R_a = 1,25\text{--}2,5\text{ }\mu\text{m}$,
- bardzo dokładne – klasa tolerancji 6–7, chropowatość powierzchni $R_a = 0,63\text{--}1,25\text{ }\mu\text{m}$,



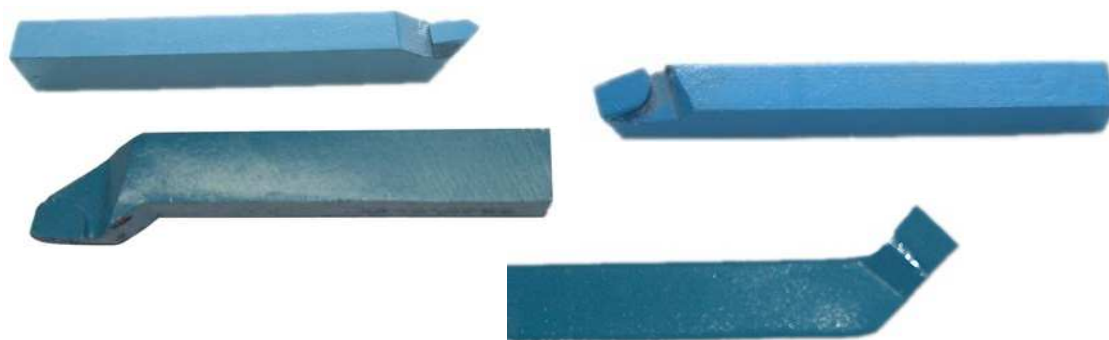
Rys. 1. Zasada obróbki tokarskiej [3].

Jako wynik obróbki na obrabiarce uzyskuje się przedmiot obrobiony, którego kształt, dokładność wykonania i jakość powierzchni powinny być zgodne z rysunkiem wykonawczym przedmiotu. W zależności od przeznaczenia przedmiotu oraz możliwości technologicznych obrabiarki mogą być na niej wykonane wszystkie powierzchnie określające kształt przedmiotu albo tylko niektóre spośród nich.

Powierzchnią obrabianą nazywamy tę powierzchnię obrabianego przedmiotu, która podlega obróbce, natomiast powierzchnią obrobioną – tę, która została ukształtowana w wyniku obróbki. Podczas obróbki narzędzie usuwa z powierzchni obrabianej nadmiar

obróbkowy. Czynności obejmujące nadanie przedmiotowi żadanego kształtu za pomocą określonego narzędzia i przyjętych warunków skrawania nazywa się procesem roboczym obrabiarki.

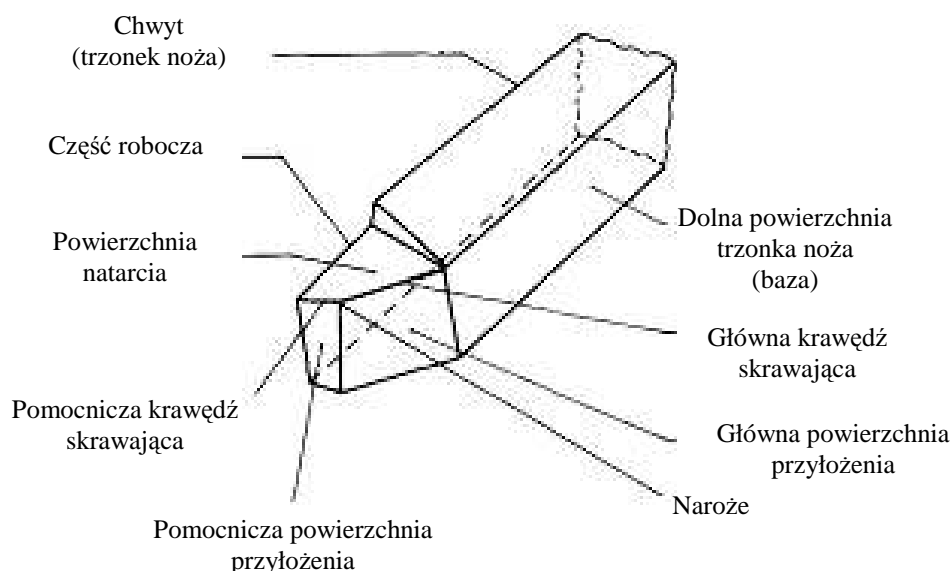
Do wykonania przedmiotu na obrabiarce niezbędne jest narzędzie. Narzędziem jednoostrzowym przeznaczonym do obróbki zewnętrznych i wewnętrznych powierzchni części o kształtach obrotowych jest nóż tokarski (rys. 2).



Rys. 2. Przykłady noży tokarskich [9].

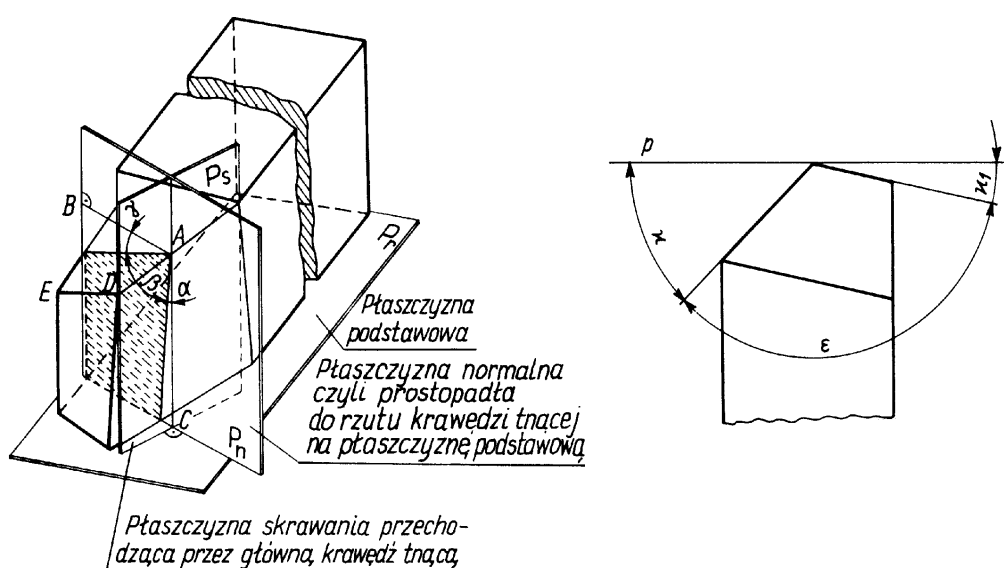
W budowie noża tokarskiego wyróżniamy dwie podstawowe części: część roboczą i część chwytową (rys. 3). Część chwytowa noża tokarskiego służy do jego zamocowania w imaku obrabiarki. W części roboczej noża tokarskiego, która jest bezpośrednio związana z procesem skrawania wyróżniamy:

- powierzchnię natarcia – jest to powierzchnia po której spływa wiór oddzielony od obrabianego przedmiotu,
- powierzchnię przyłożenia – jest to powierzchnia zwrócona do płaszczyzny obrabianej przedmiotu,
- krawędź skrawającą – jest to linia przecięcia pomiędzy powierzchnią natarcia i powierzchnią przyłożenia,
- ostrze – jest część robocza narzędzia ograniczona powierzchniami natarcia i przyłożenia,
- naroże – jest to miejsce przecięcia się krawędzi skrawającej głównej z krawędzią pomocniczą.



Rys.3. Elementy geometryczne noża tokarskiego [2].

Główne kąty ostrza noża tokarskiego są określane przez położenie powierzchni przyłożenia i natarcia (rys. 4). Można je otrzymać na płaszczyźnie przecinającej krawędź skrawającą w dowolnym punkcie A (płaszczyzna P_n na rys. 4) i poprowadzonej prostopadłe do płaszczyzny skrawania przechodzącej przez główną krawędź skrawającą.



Rys. 4. Geometria ostrza noża tokarskiego [1].

Kąt przyłożenia α jest zawarty między prostopadłą AC do płaszczyzny podstawowej noża a powierzchnią przyłożenia, zmniejsza tarcie między obrabianym przedmiotem a powierzchnią przyłożenia narzędzia, co powoduje zmniejszenie się ilości wydzielanego ciepła. Chroni to narzędzia przed zbytnim nagrzaniem i zużyciem. Kąt przyłożenia powinien zawierać się w granicach 8–12°.

Kąt natarcia γ jest zawarty między linią poziomą AB a powierzchnią natarcia. Kąt natarcia może przyjmować wartość dodatnią, ujemną lub równą zero. Kąt natarcia ułatwia spływ wióra w czasie obróbki. Im większy jest kąt natarcia narzędzia, tym łatwiej jego ostrze wnika w materiał, dzięki czemu napór materiału na narzędzie będzie mniejszy.

Kąt ostrza β znajduje się między powierzchnią przyłożenia a powierzchnią natarcia, wpływa na kształt narzędzia oraz jego wytrzymałość.

Suma kątów $\alpha + \beta + \gamma$ powinna wynosić 90° . Kąt skrawania δ jest sumą kątów przyłożenia α i ostrza β .

Kąt κ utworzony między prostą określającą kierunek posuwu a rzutem głównym krawędzi skrawającej na powierzchnię P_r nazywa się kątem przystawienia i w nożach tokarskich jest najczęściej równy 45° , 60° , 75° lub 90° . Kąt κ_r , powstały między prostą określającą kierunek posuwu a rzutem pomocniczej krawędzi skrawającej na płaszczyznę P , nazywa się pomocniczym kątem przystawienia. Kąt ten odgrywa podrzędną rolę w procesie toczenia wzdłużnego, natomiast odgrywa ważną rolę w procesie toczenia kształtowego, gdyż jego wartość decyduje o ograniczeniu wykonywanych zarysów. Kąty przystawienia wpływają na trwałość ostrza narzędzia. Przy dużych kątach przystawienia powierzchnia obrobionego przedmiotu jest bardzo chropowata. W miarę zmniejszania się kątów przystawienia noża poprawia się jakość

Kąt ϵ_r zawarty między rzutami krawędzi skrawających (głównej i pomocniczej) na płaszczyznę podstawową noża nazywa się kątem naroża.

Wartości wymienionych podstawowych kątów ostrza noża tokarskiego mają bardzo duży wpływ na przebieg procesu skrawania, jego wydajność, jakość powierzchni obrobionej oraz trwałość narzędzia. Zalecane wartości kątów przyłożenia i natarcia w nożach tokarskich podano w tabeli 1.

Tabela 1. Zalecane wartości kątów przyłożenia i natarcia w nożach tokarskich [4].

Materiał obrabiany		Kąty natarcia w $^\circ$		Kąty przyłożenia w $^\circ$	
Rodzaj	Wytrzymałość w MPA lub twardość	Materiał ostrza		Przy posuwie f	
		Stal szybko tnąca	Węglik spiekane	$f < 0,2$ mm/obr	$f > 0,2$ mm/obr
Stale niestopowe (węglowe) Stale stopowe Staliwa	$R_m < 400$	25	- 5	12	8
	490–785	18	- 5		
	785–981	12	- 5		
	981–1177	8	- 10		
	$R_m = 1177,60$ HRC	–	- 10		
	60–65 HRC	–	- 15		
Żeliwa szare Żeliwa ciągliwe	$HB < 160$	15	12	15	10
	160–220	10	8		
	220–260	7	5		
	260–300	–	0		
	> 300	–	-10		
Aluminium	20–40	30	20	12	8
Miedź	40–50	30	15		
Mosiądz, brąz	50–130	13	0–8		

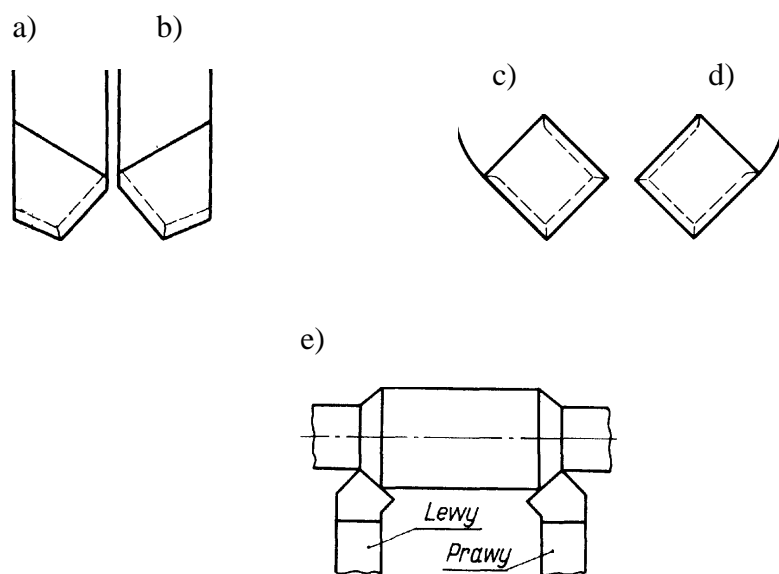
Za podstawę podziału noży tokarskich przyjmuje się miejsce pracy, sposób zamocowania, wykonanie, ukształtowanie części roboczej (położenie krawędzi skrawającej względem części roboczej noża oraz położenie wzajemne części roboczej i trzonka), sposób pracy noża i inne kryteria.

W zależności od miejsca pracy noża rozróżnia się noże suportowe imakowe, pracujące w imakach suportów, oraz noże do głowic rewolwerowych, pracujące w głowicach rewolwerowych tokarek rewolwerowych i automatów tokarskich.

W zależności od sposobu zamocowania noża rozróżnia się noże zamocowane bezpośrednio na obrabiarce oraz noże oprawkowe, które są zamocowane w gnieździe oprawki.

W zależności od sposobu wykonania rozróżnia się noże: jednolite, zgrzewane oporowo, z nakładanymi płytkami oraz z wymiennymi płytkami.

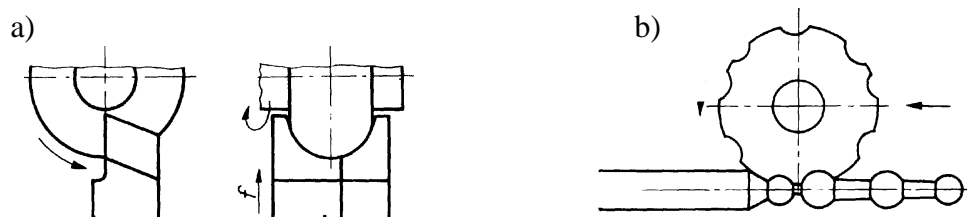
Zależnie od położenia krawędzi skrawającej względem części roboczej noża rozróżnia się noże prawe i lewe (rys. 5). Nożem prawym nazywa się taki nóż, który ma główną krawędź skrawającą z prawej strony, jeśli patrzymy nań od strony roboczej zwróconej powierzchnią natarcia do góry. Nożem lewym nazywa się nóż, który przy tym samym sposobie obserwacji ma główną krawędź skrawającą z lewej strony. Zależnie od wzajemnego położenia części roboczej i trzonka rozróżnia się noże: proste, wygięte w prawo, wygięte w lewo oraz odsadzone prawe lub lewe.



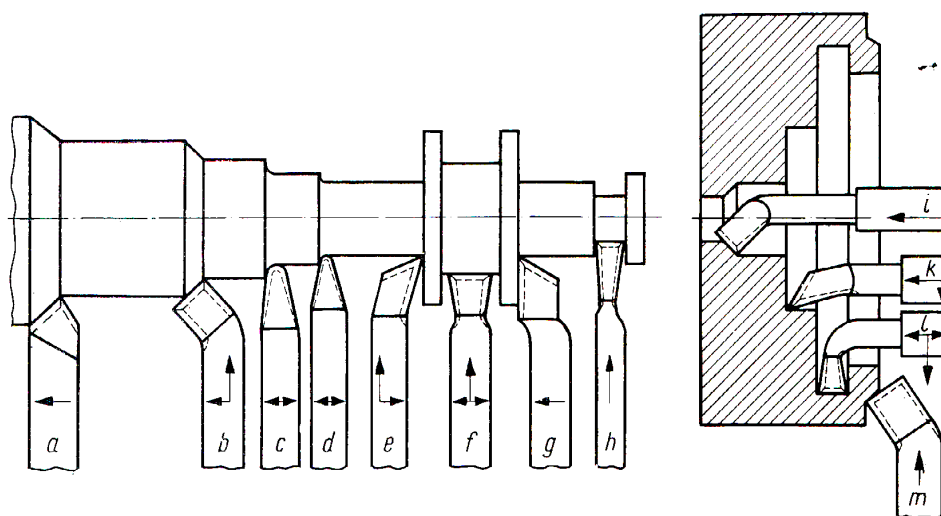
Rys. 5. Noże tokarskie: a) prosty prawy, b) prosty lewy, c) wygięty prawy, d) wygięty lewy, e) zastosowanie noży prawych i lewych [3].

Ze względu na sposób pracy, czyli sposób kształtowania obrabianej części rozróżniamy:

- noże ogólnego przeznaczenia (rys. 7), kształtujące część obrabianą jedynie w wyniku wzajemnych ruchów części obrabianej i noża. Zarys krawędzi skrawającej tego rodzaju noży nie jest związany z ściśle określoną operacją ani częścią. Większość tych noży jest znormalizowana,
- noże kształtowe (rys. 6 a), których zarys odpowiada zarysowi kształtowanej powierzchni, są to najczęściej noże specjalne.
- noże obwiedniowe (rys. 6 b), kształtujące obrabianą część w wyniku odtaczania zarysu krawędzi skrawającej podczas wzajemnego ruchu względnego narzędzia i części obrabianej, są to wyłącznie noże specjalne.
















Rys. 6. Noże tokarskie: a) kształtowe, b) obwiedniowe [3].



Rys. 7. Noże ogólnego przeznaczenia (znormalizowane) i ich zastosowanie: a) zdzierak prosty prawy, b), m) zdzieraki wygięte prawe, c), d) zdzieraki spiczaste, e) wykańczak boczny wygięty lewy, f) wykańczak szeroki, g) wykańczak boczny odsadzony prawy, h) przecinak odsadzony prawy, i) wytaczak do otworów przelotowych, k) wytaczak do otworów nieprzelotowych, l) wytaczak hakowy [3].

Część robocza noża tokarskiego może być wykonana:

- ze stali szybkotnącej, są to noże stosowane do obróbki stali i staliwa, żeliwa oraz miękkiego mosiądzu,
- w postaci płytek z węglików spiekanych gatunku S lub H. Płytki gatunku S stosuje się do obróbki stali węglowej, staliwa, stali narzędziowej nie hartowanej i stali nierdzewnej. Płytki gatunku H stosuje się do obróbki żeliwa, mosiądzu, brązu fosforowego, stopów lekkich i żeliwa ciągliwego,
- w postaci płytki wieloostrowej.

	NNZa-b	Nóż prosty a – prawy, b – lewy
	NNZc-d	Nóż wygięty c – prawy, d – lewy
	NNBc-d	Nóż boczny wygięty c – prawy, d – lewy
	NNPd	Nóż szeroki
	NNBk-m	Nóż czołowy k – prawy, m – lewy
	NNBe-f	Nóż boczny odsadzony e – prawy, f – lewy
	NNPa-c	Nóż przecinak a – prawy, c – lewy
	NNWa NNUa	Nóż wytaczak prosty NNUa z chwytem o przekroju kołowym
	NNWb NNUb	Nóż wytaczak spiczasty NNUa z chwytem o przekroju kołowym
	NNPe	Nóż spiczasty
	NNWc	Nóż wytaczak hakowy
	NNGc-r	Nóż do gwintów zewnętrznych
	NNGd-s	Nóż do gwintów wewnętrznych

Rys. 8. Rodzaje i oznaczenia noży tokarskich imakowych [9].

4.2.2. Pytania sprawdzające

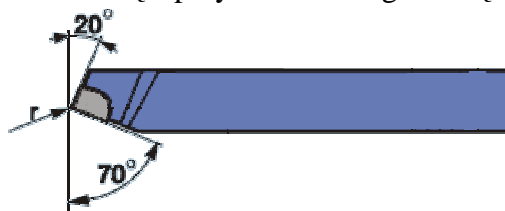
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Na czym polega proces toczenia?
2. Jakie znasz rodzaje toczenia?
3. Jakie znasz powierzchnie ostrza noża tokarskiego?
4. Jakie znasz kąty noża tokarskiego?
5. Jakie znasz rodzaje noży tokarskich?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Na rysunku przedstawiono nóż tokarski. Odpowiedz na pytania: jaki to rodzaj noża? Jaki jest jego symbol? Jaka jest wartość kąta przystawienia tego narzędzia?



Rysunek do ćwiczenia 1 [9].

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

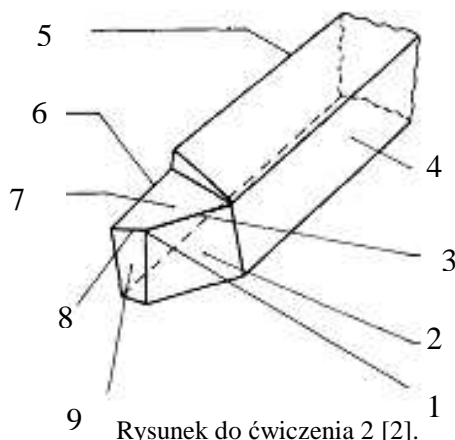
- 1) zapoznać się z rysunkiem,
- 2) zastanowić się jaki rodzaj noża tokarskiego jest przedstawiony na rysunku,
- 3) zastanowić się jaki jest jego symbol,
- 4) zastanowić się ile wynosi kąt przystawienia noża,
- 5) wpisać wszystkie pomysły na kartce (burza mózgów – nie krytykując żadnego z pomysłów koleżanek/kolegów),
- 6) uporządkować zapisane pomysły,
- 7) zaprezentować efekty pracy,
- 8) wziąć udział w podsumowaniu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- duże arkusze papieru,
- mazaki,
- tablica flipchart.

Ćwiczenie 2

Na rysunku przedstawiono nóż tokarski. Nazwij elementy geometryczne noża oznaczone na rysunku.



Rysunek do ćwiczenia 2 [2].

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się z rysunkiem,
- 2) zastanowić się jakie elementy geometrii noża tokarskiego zostały przedstawione na rysunku,
- 3) wpisać wszystkie pomysły na kartce (burza mózgów – nie krytykując żadnego z pomysłów koleżanek/kolegów),
- 4) uporządkować zapisane pomysły,
- 5) zaprezentować efekty pracy,
- 6) wziąć udział w podsumowaniu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- duże arkusze papieru,
- mazaki,
- tablica flipchart.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) scharakteryzować proces obróbki toczeniem?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) sklasyfikować narzędzia do toczenia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić geometrię noża tokarskiego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) opisać budowę noża tokarskiego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) rozpoznać oznaczenia noży tokarskich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Ustawianie i ustalanie przedmiotów oraz narzędzi do toczenia

4.3.1. Materiał nauczania

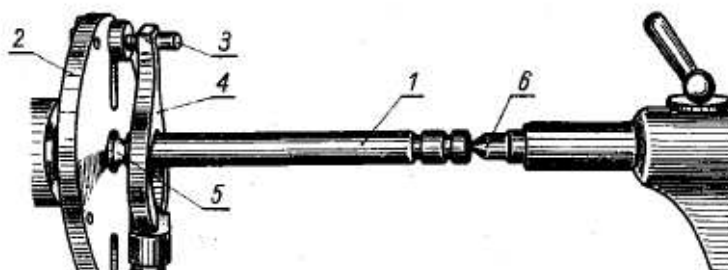
Zamocowanie przedmiotu obrabianego na tokarce ma za zadanie:

- ustalenie położenia przedmiotu w stosunku do osi obrotu wrzeciona,
- przeniesienie momentu obrotowego z wrzeciona na przedmiot obrabiany,
- przeniesienie sił skrawania na uchwyt.

Bazą ustawczą, według której ustala się przedmiot obrabiany w stosunku do osi obrotu wrzeciona tokarki może być oś obrotu przedmiotu, powierzchnia zewnętrzna, powierzchnia wewnętrzna lub też powierzchnia i oś. Przedmiot obrabiany na tokarce mocuje się na trzy podstawowe sposoby:

- w kłach,
- w uchwycie lub na trzpieniu,
- w uchwycie z podparciem kłem.

Mocowanie przedmiotu w kłach (rys. 9) jest sposobem umożliwiającym uzyskiwanie największych dokładności toczenia, sposób ten stosowany jest również w przypadku wysokich wymagań dotyczących prostopadłości czy równoległości powierzchni. Mocowanie w kłach jest jednak sposobem długotrwałym i kosztownym. Wynika to przede wszystkim z konieczności wykonania dodatkowych baz obróbkowych tzw. nakiełków, w które wprowadzane są kły umiejscowione we wrzecionie tokarki i w koniku. Ponadto samo istnienie kła nie umożliwia jeszcze przeniesienie ruchu obrotowego z wrzeciona na przedmiot obrabiany. Konieczne jest więc zastosowanie oprzyrządowania umożliwiającego spełnienie tego warunku. Stanowi je tarcza zabierakowa zamocowana na wrzecionie tokarki i zabierak (zwany często od swojego charakterystycznego kształtu sercówką) zamocowany na przedmiocie obrabianym.



Rys. 9. Mocowanie w kłach: 1) przedmiot toczony, 2) tarcza zabierakowa, 3) palec, 4) zabierak, 5, 6) kły [3].

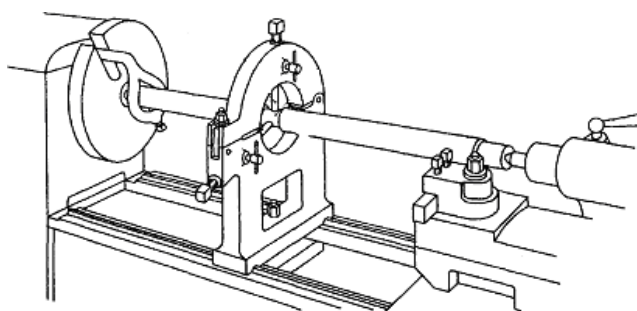
Pod względem konstrukcji i charakteru pracy dzieli się kły na dwie grupy: kły stałe i kły obrotowe. Ze względu na sztywną konstrukcję kły stałe stosowane są najczęściej przy cięższych pracach tokarskich (duży przekrój wióra). Część robocza stożka kła stałego może posiadać ścięcie, umożliwiające całkowite przetoczenie czoła przedmiotu obrabianego. Kły obrotowe stosuje się przy dużych prędkościach obrotowych wrzeciona tokarki oraz do robót lżejszych. W celu zwiększenia uniwersalności kłków obrotowych buduje się je z końcówką stożkową lub z gniazdem stożkowym.

W celu skrócenia czasu zamocowania przedmiotu stosuje się niekiedy specjalny kieł umieszczony we wrzecionie tokarki. Kieł ten ma nacięcia na stożku, które wgniatają się w materiał przedmiotu obrabianego, co umożliwia przeniesienie momentu obrotowego.



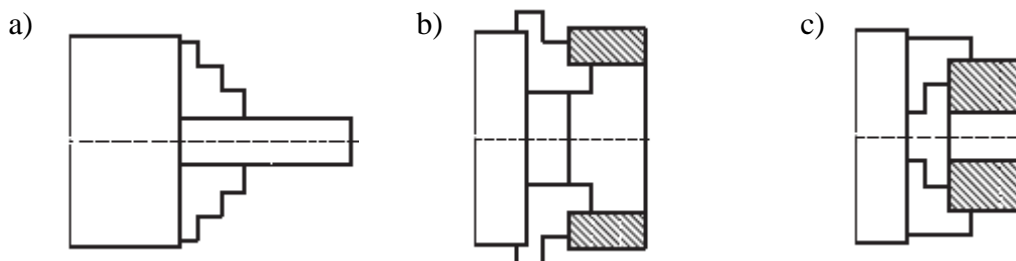
Rys. 10. Kły tokarskie: a) kiel obrotowy, b) kiel stały [10].

Do toczenia długich wałków zamocowanych w kłach stosuje się podtrzymki stałe lub ruchome, które są dodatkowym punktem podparcia wałka. Podtrzymka tokarska stała (rys. 11) jest zamocowana na prowadnicach łoża i obejmuje pręt toczony za pomocą trzech kamieni lub trzech łożysk tocznych. Jeżeli powierzchnia obrabianego wałka jest surowa, w miejscu założenia podtrzymki wykonuje się wtoczenie cylindryczne, które obejmują kamienie. Podtrzymka tokarska ruchoma jest osadzona na suporcie wzdłużnym tokarki. Kamienie stykają się z przedmiotem obrabianym w miejscu, gdzie powierzchnia jest już obrobiona. Po każdym przejściu narzędzia należy kamienie ustawić na właściwą średnicę wałka. Używając podtrzymek należy pamiętać o częstym smarowaniu kamieni w celu uniknięcia zatarcia.



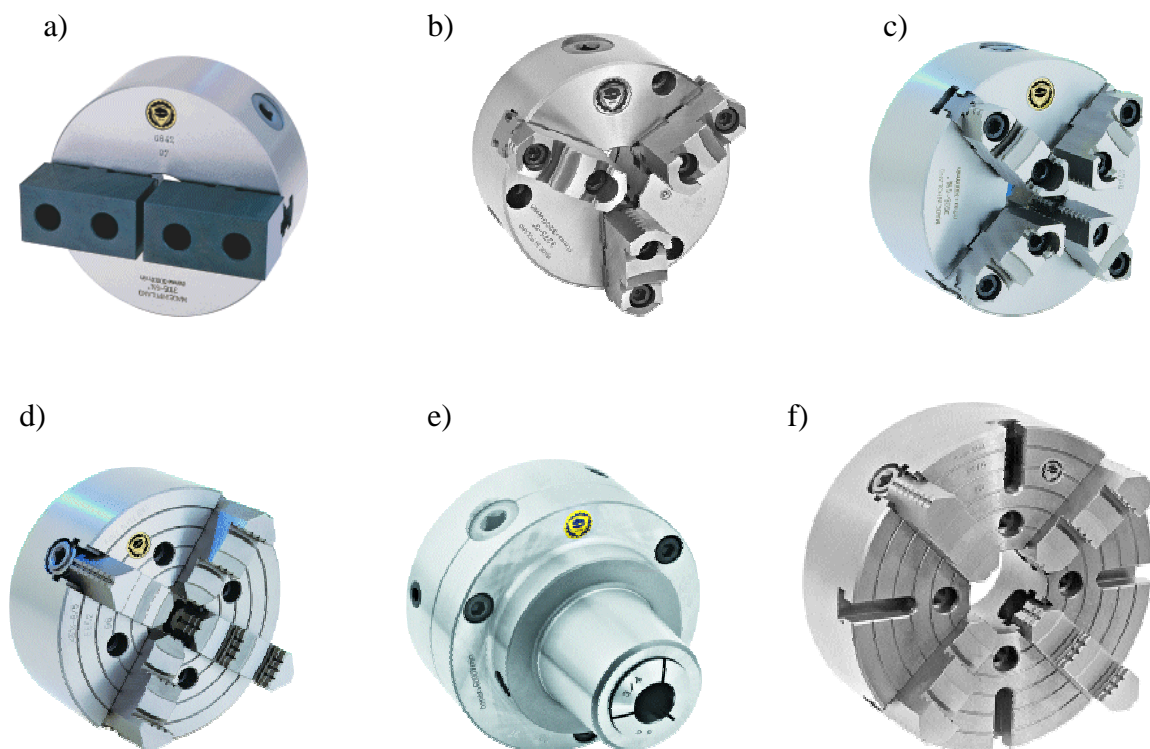
Rys. 11. Wałek zamocowany w kłach przy użyciu podtrzymki stałej [2]

Zamocowanie przedmiotu w uchwycie szczękowym (najczęściej trójszczękowym samocentrującym) zapewnia stosunkowo szybkie mocowanie oraz współosiowość przedmiotu i wrzeciona tokarki. Uchwyty samocentrujące (rys. 13 a, b, c) umożliwiają zamocowanie przedmiotów o regularnym przekroju np. o kształcie koła, trójkąta równobocznego, sześciokąta, kwadratu. Uchwyty samocentrujące są wyposażone w szczęki zwykłe i szczęki odwrotne.



Rys. 12. Mocowanie przedmiotu w uchwycie tokarskim: a) wałka, b) tulei w szczękach zewnętrznych, c) tulei w szczękach wewnętrznych [2].

Szczęki zwykle posiadają powierzchnie chwytowe zarówno od strony wewnętrznej, jak i zewnętrznej. Szczęk odwrotnych używa się do zamocowania większych przedmiotów, jak również do przedmiotów o mniejszych średnicach przy wierceniu z konika, gdy występuje duża siła osiowa.



Rys. 13. Uchwyty szczękowe: a) dwuszczękowy samocentrujący, b) trzyszczękowy samocentrujący, c) czteroszczękowy samocentrujący, d) czteroszczękowy z niezależnie ustawianymi odwrotnymi szczękami, e) uchwyt zaciskowy z tuleją zaciskową, f) tarcza tokarska [10].

Uchwyty z niezależnym ustawieniem szczęk (rys. 13 d) są budowane wyłącznie jako czteroszczękowe i służą do mocowania przedmiotów o skomplikowanych kształtach. Przed zamocowaniem przedmiot ustawia się (centruje) na dwóch sąsiednich szczękach (dolnej i bocznej), a następnie dociska lekko dwiema pozostałymi szczękami i sprawdza jego położenie. Jeśli konieczne jest skorygowanie położenia przedmiotu obrabianego, przesuwa się go w uchwycie przez odsunięcie jednej i dosunięcie przeciwległej szczęki.

Uchwyty, zwane tarczami tokarskimi (rys. 13 f) stosuje się do zamocowania przedmiotów o kształtach nieregularnych oraz przedmiotów dużych takich jak odlewy, odkuwki. Tarcze tokarskie posiadają niezależnie ustawiane szczęki oraz podłużne otwory w korpusie służące do mocowania docisków. Dociski są stosowane w przypadku mocowania na tarczy przedmiotów o nieregularnych kształtach, kiedy nie jest możliwe użycie wszystkich czterech szczęk.

Uchwyty zaciskowe z tuleją zaciskową (rys. 13 e) stosowane są przy obróbce przedmiotów o małej średnicy wykonanych z pręta (pręty ciągnione, szlifowane). Tuleje zaciskowe wykonywane są dla zakresu średnic 1–120 mm i dobiera się je w zależności od średnicy przedmiotu obrabianego. Uchwyty zaciskowe z tuleją rozprężną pozwalają na obróbkę przedmiotów z dużymi prędkościami obrotowymi wrzeciona, nawet do 4000 obr/min.

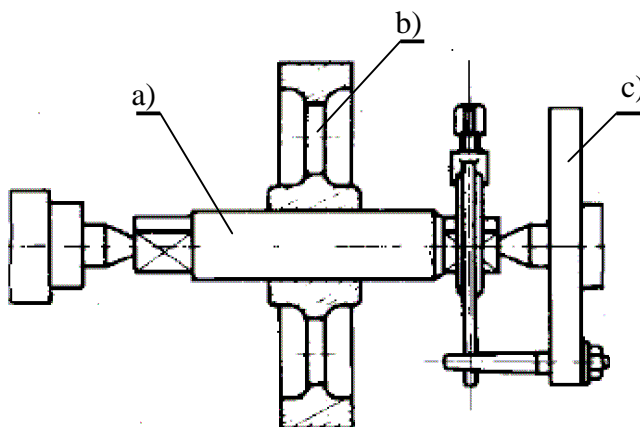
Wałki o dużej długości zamocowanie w uchwycie należy podeprzeć kłem.

Do mocowania przedmiotów obrabianych, które posiadają wykonany dokładny otwór służą trzpienie tokarskie. Przez osadzenie przedmiotu na trzpieniu uzyskuje się możliwość obróbki powierzchni zewnętrznych przedmiotu współosiowo z powierzchnią otworu. Trzpień wraz z przedmiotem obrabianym osadza się w kłach tokarki. Trzpienie tokarskie dzielą się na dwie podstawowe grupy:

- trzpienie tokarskie stałe,
- trzpienie tokarskie rozprężne.

Trzpień tokarski stały (rys. 14) jest to wałek z zatoczeniami na obu końcach, na których są wykonane spłaszczenia dla zabieraka. Na obu stronach trzpienia wykonane są nakielki chronione. Część robocza trzpienia, na której jest osadzony przedmiot obrabiany jest stożkowa. Przedmiot na trzpieniu osadza się (wciska) za pomocą pras tak mocno, aby nie obrócił się w trakcie toczenia.

Część robocza trzpienia rozprężnego ma kształt stożka i osadzona jest na nim tulejka rozprężna. Przedmiot obrabiany wsuwa się na trzpień a następnie pokręcając nakrętką powoduje się rozprężenie tulei i zamocowanie przedmiotu. Zamiast tulei rozprężnej stosowane są również sprężyny krążkowe, tulejowe oraz śrubowe.



Rys.14. Zamocowanie przedmiotu na trzpieniu tokarskim: a) trzpień tokarski, b) przedmiot obrabiany, c) tarcza zabierakowa [7].

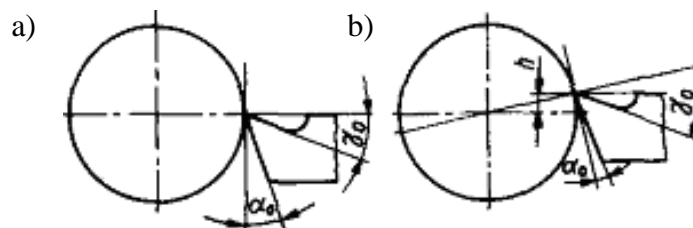
Noże tokarskie mocuje się na powierzchni górnej sanek narzędziowych tokarki w imaku nożowym. Najczęściej stosowanym imakiem jest imak czteronożowy (rys. 15). Można na nim zamocować jednocześnie cztery noże i łatwo je wprowadzać kolejno w położenie robocze.



Rys. 15. Imak czteronożowy [opracowanie własne].

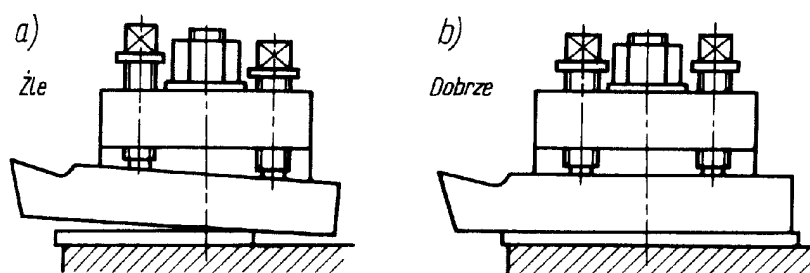
Imak czteronożowy posiada mechanizm zatraskowy, który ustala położenie imaka względem sanek narzędziowych, kolejno w czterech niezmiennych położeniach. Nóż w imaku

mocuje się w sposób pewny i sztywny. Nie może on wystawać z imaka na odległość większą niż 1,5 wysokości trzonka noża. Wierzchołek noża powinien znaleźć się na wysokości osi wrzeciona tokarki (rys. 16 a). Położenie górne (rys. 16 b) noża stosuje się przy toczeniu długich i wiotkich wałków, przy czym wysokość przesunięcia h nad oś powinna maksymalnie wynosić 0,01 średnicy toczzonego wałka.



Rys. 16. Ustawienie noża: a) środkowe (na osi), b) górne (nad osią) [2].

Aby uzyskać prawidłowe położenie noża w stosunku do przedmiotu obrabianego, nóż kładzie się na gładkich i równych podkładkach o odpowiedniej grubości. Podkładki te powinny mieć taką samą długość, jak powierzchnia, na której leżą.



Rys. 17. Zamocowanie noża: a) błędne, b) poprawne [2].

Narzędzia obróbkowe z chwytem stożkowym mocuje się w gnieździe tulei konika. Jeżeli stożek chwytu wiertła nie odpowiada stożkowi gniazda, stosuje się tuleje redukcyjne. Narzędzia o chwycie cylindrycznym mocuje się w uchwycie wiertarskim, który swoim chwytem jest osadzony w tulei konika.

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

- 1) Jakie znasz bazy ustawcze według, których ustala się przedmiot obrabiany?
- 2) Jakie znasz podstawowe sposoby mocowania przedmiotów na tokarce?
- 3) Jaki sposób mocowania przedmiotów zapewnia największe dokładności toczenia?
- 4) Jaki znasz rodzaje uchwytów szczękowych?
- 5) Jakie zastosowanie posiada tarcza tokarska?
- 6) Jaka jest różnica pomiędzy trzpieniem tokarskim stałym a rozprężnym?
- 7) W jaki sposób mocuje się narzędzia obróbkowe na tokarce?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zamocuj na tokarce pręt o długości 150 mm i średnicy 20 mm. Obróbka pręta będzie odbywać się na całej długości.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zastanowić się w jaki sposób należy zamocować przedmiot obrabiany,
- 2) scharakteryzować oprzyrządowanie konieczne do zamocowania przedmiotu,
- 3) opisać sposób przygotowania wałka do zamocowania na tokarce,
- 4) wpisać wszystkie pomysły na kartce (burza mózgów – nie krytykując żadnego z pomysłów koleżanek/kolegów),
- 5) uporządkować zapisane pomysły,
- 6) zamocować wałek,
- 7) zaprezentować efekty pracy,
- 8) wziąć udział w podsumowaniu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- pręt o długości 150 mm i średnicy 20 mm,
- kły tokarskie,
- tokarka,
- duże arkusze papieru,
- mazaki,
- tablica flipchart.

Ćwiczenie 2

Zamocuj na tokarce kostkę sześcienną, w której zostanie wywiercony i wytoczony otwór. W jaki sposób zamocujesz przedmiot obrabiany? W jaki sposób zamocujesz narzędzia wykorzystywane w procesie obróbkowym: nóż tokarski, nawiertak i wiertło z chwytem stożkowym?

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zastanowić się w jaki sposób zamocujesz przedmiot obrabiany,
- 2) scharakteryzować oprzyrządowanie konieczne do zamocowania przedmiotu,
- 3) opisać sposób mocowania przedmiotu,
- 4) opisać sposób mocowania narzędzi,
- 5) wpisać wszystkie pomysły na kartce (burza mózgów – nie krytykując żadnego z pomysłów koleżanek/kolegów),
- 6) uporządkować zapisane pomysły,
- 7) zamocować materiał obrabiany,
- 8) zamocować narzędzia,
- 9) zaprezentować efekty pracy grupy na forum klasy,
- 10) wziąć udział w podsumowaniu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- duże arkusze papieru,
- mazaki,
- tablica flipchart.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) opisać sposoby mocowania przedmiotów na tokarce?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) opisać sposoby mocowania narzędzi na tokarce?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) zamocować przedmiot obrabiany?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) zamocować narzędzia obróbkowe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4. Dobieranie warunków skrawania

4.4.1. Materiał nauczania

Warunki technologiczne ograniczają parametry skrawania ze względu na wymaganą dokładność obróbki, chropowatość powierzchni obrabianej i stan warstwy wierzchniej. W praktyce warsztatowej do wyznaczania warunków skrawania na obrabiarkach ogólnego przeznaczenia są stosowane monogramy i tablice. Parametry skrawania są ograniczone warunkami technologicznymi, trwałością i wytrzymałością narzędzia, mocą obrabiarki, rodzajem przedmiotu obrabianego, wartością posuwu i prędkością skrawania możliwymi do uzyskania na danej obrabiarence.

W procesie toczenia dobór parametrów polega na ustaleniu: prędkości skrawania, posuwu i głębokości skrawania.

Prędkość skrawania wyrażana jest w m/min, jest zależna od średnicy przedmiotu obrabianego oraz jego prędkości obrotowej i oblicza się ją według wzoru:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad [\text{m/min}]$$

gdzie:

- v – prędkość skrawania [m/min],
- d – średnica przedmiotu obrabianego [mm],
- n – prędkość obrotowa wrzeciona [obr/min].

Przez przekształcenie wzoru na prędkość skrawania można określić prędkość obrotową wrzeciona:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} \quad [\text{obr/min}]$$

Właściwą prędkość obrotową wrzeciona tokarki określa się na podstawie prędkości skrawania i średnicy toczenia (rys. 1).

Posuw jest to przesunięcie noża na jeden obrót przedmiotu wyrażony w mm/obr. Ruch ten może odbywać w kierunku równoległym do prowadnic łoża tokarki, wówczas nazywa się go posuwem wzdłużnym. Gdy nóż wykonuje ruch prostopadły to posuw nazywa się poprzecznym. Wartości posuwu dobiera się z uwzględnieniem następujących czynników:

- obrabianego materiału,
- wymagań technicznych dotyczących chropowatości i dokładności obrabianej powierzchni,
- narzędzia,
- sztywności obrabiarki.

Głębokość skrawania jest to grubość warstwy materiału usuwanej podczas jednego przejścia narzędzia skrawającego.

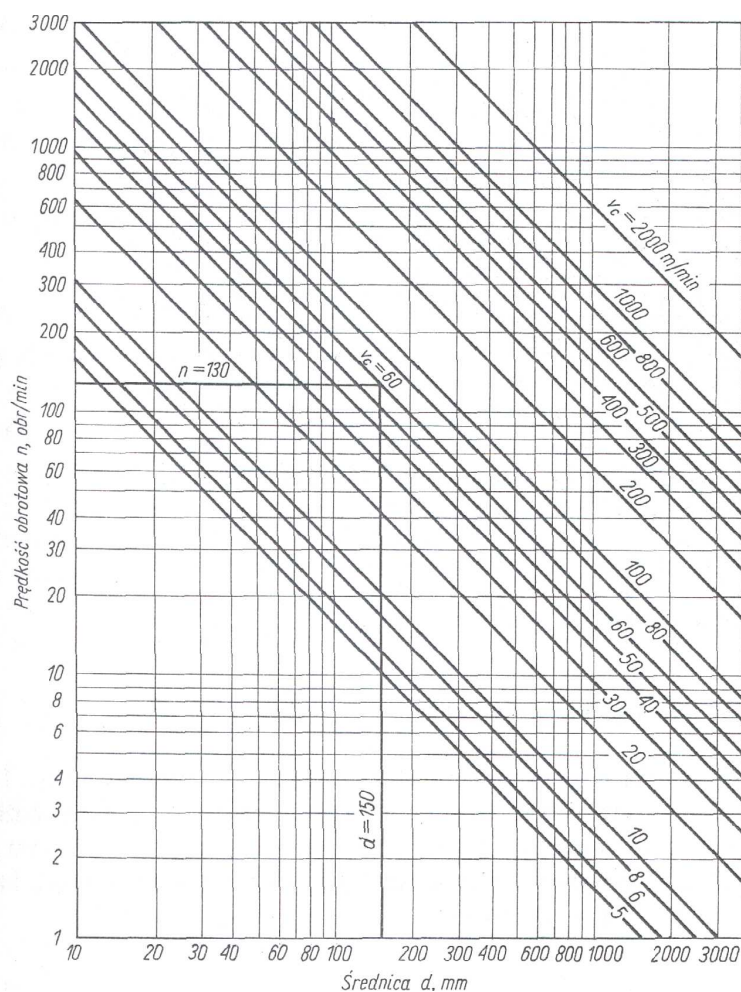
Tablice ułatwiające dobór posuwu i prędkości skrawania w zależności od rodzaju obrabianego materiału są zawarte w poradnikach technicznych. W tabeli 2 oraz tabeli 3 podane są ogólne wytyczne doboru wartości parametrów skrawania. W eksploatacji możliwe jest ich podwyższanie lub obniżanie w zależności od skrawalności obrabianego materiału.

Tabela 2. Wartości posuwu dla operacji tokarskich [2].

Średnica obrabianej części d [mm]	Toczenie zewnętrzne, wzdłużne i poprzeczne, podcinanie nożami normalnymi		Toczenie wzdłużne nożem szerokim	Wytaczanie nożami normalnymi		Wytaczanie nożami płytkowymi
	obróbka zgrubna	półwykańczając a	półwykańczając a	zgrubna	półwykańczając a	półwykańczając a
	Chropowatość powierzchni R_a w μm					
	40–20	10	10	40–20	10–5	10–5
	Głębokość skrawania w mm					
	powyżej 2	do 2	0,2–0,5	powyżej 2	do 2	0,3–1,0
	Posuw p w mm/obr					
	do 30	0,15–0,25	0,08–0,13	0,3–0,8	0,1–0,15	0,04–0,08
30–50	0,25–0,35	0,1–0,15	0,5–1,5	0,15–0,25	0,06–0,1	0,2–0,4
50–80	0,3–0,45	0,13–0,2	1,2–2,0	0,25–0,35	0,08–0,13	0,3–0,5
80–120	0,4–0,6	0,18–0,25	1,5–2,5	0,3–0,45	0,1–0,15	0,4–0,6
120–180	0,5–0,7	0,20–0,3	2,0–3,0	0,4–0,6	0,12–0,18	0,5–0,8
180–260	0,6–0,8	0,25–0,35	2,5–3,5	0,5–0,6	0,15–0,2	0,7–1,
260–360	0,7–1,0	0,3–0,45	3,0–4,0	0,6–0,75	0,18–0,25	0,9–1,2
ponad 360	0,9–1,2	0,35–0,55	3,5–5,0	0,7–1,0	0,2–0,3	1,0–1,5

Tabela 3. Zalecane prędkości skrawania przy toczeniu [2].

Materiał ostrza noża		Stal szybkotnąca			Węglik spiekany	
Rodzaj obróbki		zgrubna	dokładna	nacinanie gwintów	zgrubna	dokładna
Materiał obrabiany		Prędkość skrawania V_c m/min				
Stal R_m , MPa	do 500	30–40	40–50	8–12	70–120	200–250
	500–700	25–30	30–40	5–8	55–90	150–200
	700–850	15–20	20–30	5–8	50–80	100–150
	850–1000	10–15	15–20	4–6	30–50	70–100
	ponad 1000	5–10	10–15	3–4	20–30	40–70
Żeliwo HB	do 220	20–25	15–40	6–10	60–90	80–100
	ponad 220	15–20	20–25	5–8	40–60	50–80
Staliwo R_m , MPa	300–500	20–25	25–35	5–8	60–90	80–120
	500–700	15–20	20–25	5–8	30–60	60–90
Brąz, mosiądz	–	25–50	40–70	7–12	100–200	150–300
Metale i stopy lekkie	–	70–150	100–300	15–30	150–1000	150–1000



Rys. 18. Wykres doboru prędkości obrotowych w zależności od średnicy przedmiotu obrabianego i prędkości skrawania [2].

W celu obniżenia temperatury ostrzy narzędzi skrawających i zwiększenia w ten sposób ich trwałości, a także w celu obniżenia temperatury powierzchni obrabianego materiału i jego ochrony przed korozją stosuje się chłodzenie: noża, obrabianego materiału oraz przestrzeni obróbki. Do chłodzenia są stosowane cieczki do obróbki metali zwane też cieczkami obróbczymi lub cieczkami chłodząco-smarującymi (tabela 4). Najczęściej jest stosowane chłodzenie zewnętrzne, polegające na kierowaniu strugi cieczy obróbczej na skrawaną warstwę, powierzchnię natarcia i wiór od góry lub na powierzchnię przyłożenia ostrza od dołu. W niektórych szczególnych przypadkach jest stosowane chłodzenie wewnętrzne, polegające na podawaniu cieczy obróbczej przez samo narzędzie skrawające. Do podstawowych funkcji spełnianych w procesie obróbki metali przez ciecz obróbczą, zalicza się:

- chłodzenie narzędzia skrawającego,
- chłodzenie obrabianego przedmiotu,
- smarowanie w strefie styku ostrza narzędzia skrawającego z obrabianym materiałem i wiórem,
- zmniejszenie współczynnika tarcia,
- poprawę jakości obrabianej powierzchni (dzięki właściwościom smarnym cieczy obróbczej),
- usuwanie wiórów z obszaru obróbki,
- ochrona powierzchni obrabianego materiału przed korozją.

W wyniku stosowania właściwych cieczy obróbczych, uzyskuje się zwiększenie wydajności maszyn do obróbki metali poprzez: zwiększenie prędkości skrawania, poprawę jakości obrabianych powierzchni, przedłużenie żywotności narzędzia skrawającego, zmniejszenie tarcia i zużycia energii oraz odprowadzenia wytwarzanego ciepła.

Jako ciecze obróbcze mogą być stosowane:

- oleje obróbcze,
- emulsje do obróbki metali, zwane chłodziwami lub cieczami chłodząco-smarującymi, otrzymywane przez zmieszanie olejów emulgujących z wodą,
- ciecze syntetyczne – roztwory substancji chemicznych,
- pasty obróbcze,
- gazy.

Oleje obróbcze są wytwarzane i sprzedawane w stanie gotowym do użycia. Oleje obróbcze są to oleje mineralne, zwierzęce (olej smalcowy) lub roślinne (rzepakowy), niekiedy syntetyczne oraz ich mieszaniny. Oleje obróbcze nie zawierają wody i nie tworzą z nią trwałych emulsji. Rozróżnia się oleje obróbcze zwykłe (chemicznie bierne) i oleje obróbcze aktywowane. Te ostatnie uzyskuje się przez wprowadzenie do zwykłego oleju substancji aktywnych: siarki elementarnej, związków siarki, chloru lub innych. Olej zawierający związki siarki jest nazywany sulfofrezolem, oleje z zawartością chloru (najczęściej chlorowanych parafin) – olejami chlorowanymi. Oleje aktywowane wykazują lepsze właściwości smarne i przeciwwuzyciowe, istotne zwłaszcza przy dużych prędkościach obrabiania metalu i dużych naciskach. Wadą olejów obróbczych jest ich małe ciepło właściwe, co powoduje powolniejsze odprowadzanie ciepła z narzędzia i obrabianego materiału. Oleje obróbcze zwykłe są stosowane w przypadkach, gdy zależy na uzyskaniu dużej dokładności zarysu narzędzi skrawających (np.: noży, frezów, ściernic kształtowych). Oleje obróbcze aktywowane są stosowane w przypadkach obróbki materiałów trudno obrabialnych lub, gdy występują bardzo duże naciski między narzędziem i obrabianym materiałem.

Emulsje olejowe (chłodziwa) najczęściej są sprzedawane w postaci koncentratów, zawierających obok substancji emulgujących (oleje mineralne, zwierzęce, roślinne lub syntetyczne oraz ich mieszaniny) także: dodatki smarnościowe, przeciwkorozyjne, zapobiegające rozwojowi mikroorganizmów, barwniki itp. Emulsje olejowe są otrzymywane z olejów emulgujących (koncentratów), przez ich zmieszanie z wodą średnio twardą (nigdy twardą). Oleje emulgujące mieszają się z wodą w dowolnym stosunku, tworzą stabilne emulsje, koloru mleka. W praktyce eksploatacyjnej stosuje się emulsje olejowe zawierające najczęściej 2–8% oleju emulgującego. W niektórych tylko przypadkach są stosowane emulsje o stężeniu do 10%. Emulsje olejowe znajdują szerokie zastosowanie w przypadkach obróbki z dużymi prędkościami, przy niewielkich obciążeniach w strefie kontaktu narzędzie – obrabiany metal.

Roztwory substancji chemicznych, zwane czasami syntetycznymi cieczami obróbczymi są sprzedawane w postaci koncentratu specjalnie dobranych substancji chemicznych. Nie zawierają one oleju mineralnego. Ciecze syntetyczne są zestawiane na bazie wody, glikoli, produktów kondensacji alkanoamin i kwasu borowego, soli nieorganicznych oraz dodatków typu: inhibitorów korozji i utleniania oraz smarnościowych. Ze względu na dobre właściwości eksploatacyjne, zastosowanie tego typu cieczy chłodząco-smarujących jest coraz powszechniejsze. Zaletami tego typu cieczy jest:

- długi okres żywotności,
- niskie koszty utylizacji,
- stabilność mikrobiologiczna (brak przykrego zapachu i skłonności do wywoływania korozji),
- mniejszy potencjał zagrożenia i mniejsza szkodliwość dermatologiczna.

W niektórych przypadkach, jako czynnik chłodzący i smarujący są stosowane różnego rodzaju pasty, zawierające substancje smarujące, jak: grafit, azotek boru, tlenki metali (zwane wypełniaczami) i substancje wiążące, np. mydła, parafiny, cerezyny itp. Pasty niekiedy są stosowane jako mieszaniny z wodą lub dodawane do innych cieczy chłodząco-smarujących.

Podczas tzw. obróbki na sucho jako czynnik chłodzący stosowane są gazy (chłodziwa gazowe): powietrze, dwutlenek węgla, azot oraz inne gazy. Tego typu chłodzenie nie jest rozpowszechnione, stosuje się je najczęściej przy obróbce narzędziami skrawającymi wykonanymi ze spiekanych węglików.

Chłodziwo należy przygotowywać w oddzielnych, specjalnie do tego celu przeznaczonych pojemnikach. Należy przestrzegać zasady, aby koncentrat dolewać do wody, a nie wodę do koncentratu. Przed wprowadzeniem nowej emulsji (chłodziwa) do maszyny, należy starannie usunąć zanieczyszczenia istniejące w układzie: szlamy, wióry, produkty korozji, itp. Zbiornik maszyny oraz instalację obiegową należy wymyć wodnym roztworem płynu dezynfekująco-czyszczącego. Po spuszczeniu roztworu myjącego, układ należy wypłukać czystą wodą i dopiero wówczas napełnić nowo sporządzoną emulsją. Chłodziwo należy sporządzać w specjalnie do tego celu przeznaczonych pojemnikach a następnie napełnić zbiornik tokarki. Zużytego chłodziwa, w żadnym przypadku, nie należy odprowadzać do ścieków lub gruntu, ze względu na jego toksyczne działanie na organizmy żywe oraz możliwość skażenia wód gruntowych.

Tabela 4. Ciecze chłodząco-smarujące najczęściej stosowane przy toczeniu [2].

Materiał obrabiany	Toczenie	
	zgrubne	dokładne
Stale konstrukcyjne i narzędziowe	Roztwór wodny sody Emulsja olejowa	Roztwór wodny mydła Emulsja olejowa Roztwór wodny boraksu Olej siarkowany
Staliwo	Emulsja olejowa	Emulsja olejowa
Żeliwo maszynowe	Na sucho Roztwór wodny sody Emulsja olejowa	Na sucho Emulsja olejowa
Brąz	Na sucho Emulsja olejowa	Emulsja olejowa
Mosiądz	Na sucho Emulsja olejowa	Na sucho Emulsja olejowa
Aluminium	Na sucho Emulsja olejowa	Na sucho Emulsja olejowa Nafta
Duraluminium	Na sucho Nafta	Nafta

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie znasz parametry skrawania stosowane przy toczeniu?
2. Jakie czynniki mają wpływ na dobór parametrów skrawania?
3. Z jakiego wzoru należy skorzystać obliczając prędkość skrawania?
4. W jaki sposób określa się prędkość obrotową wrzeciona?
5. W jakim celu stosuje się cieczy obróbkowe?
6. Jakie znasz rodzaje cieczy obróbkowych?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Dobierz parametry skrawania do wzdłużnego toczenia powierzchni zewnętrznej wałka o średnicy 25 mm wykonanego z aluminium. Narzędzie wykonane jest ze stali szybko tnącej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z zasadami doboru parametrów skrawania,
- 2) dobrać prędkość skrawania dla operacji toczenia,
- 3) dobrać posuw,
- 4) dobrać obroty wrzeciona,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 6) dokonać oceny wykonanej pracy.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- tabele parametrów skrawania,
- poradniki,
- pisaki,
- kartki papieru.

Ćwiczenie 2

Dobierz ciecz chłodząco-smarującą do toczenia powierzchni zewnętrznej tulei, wiercenia otworu w tulei i gwintowania. Tuleja wykonana jest z aluminium. Scharakteryzuj wybraną ciecz.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z zasadami doboru cieczy chłodząco-smarujących,
- 2) dobrać właściwą ciecz do obróbki aluminium,
- 3) scharakteryzować wybraną ciecz,
- 4) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 5) dokonać oceny wykonanej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi cieczy chłodząco-smarujących,
- poradniki,
- duże arkusze papieru,
- mazaki,
- tablica flipchart.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

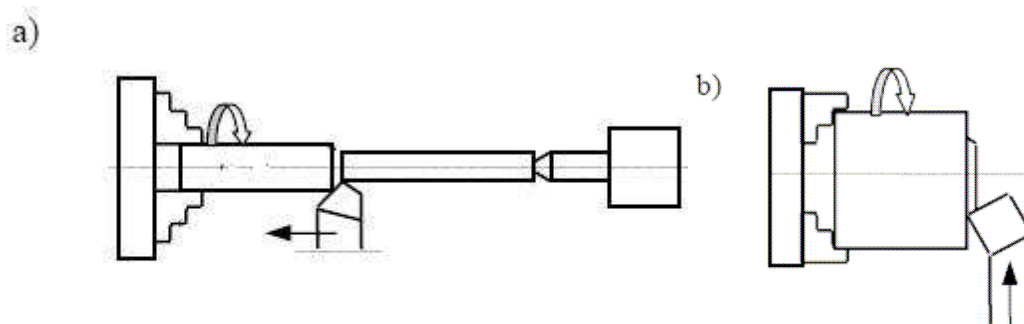
	Tak	Nie
1) opisać czynniki wpływające na właściwy dobór parametrów skrawania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) dobrać warunki skrawania do operacji toczenia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) rozróżnić rodzaje cieczy chłodząco-smarujących?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) scharakteryzować ciecze chłodząco-smarujące?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dobrać ciecz chłodząco-smarującą do operacji toczenia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.5. Toczenie powierzchni czołowych oraz zewnętrznych i wewnętrznych powierzchni walcowych

4.5.1. Materiał nauczania

Toczenie powierzchni cylindrycznych jest najbardziej typowym i najczęściej stosowanym rodzajem obróbki tokarskiej. Toczenie odbywa się dwoma sposobami:

- przy posuwie wzdłużnym, kiedy kierunek posuwu jest równoległy do osi obrotu przedmiotu (rys. 19 a),
- przy posuwie poprzecznym, kiedy główna krawędź skrawająca jest równoległa do osi obrotu przedmiotu (rys. 19 b).



Rys. 19. Toczenie powierzchni cylindrycznych: a) wzdłużne, b) poprzeczne [2].

Do toczenia zewnętrznych powierzchni cylindrycznych stosuje się najczęściej typowe noże tokarskie takie jak, np. NNZa, NNBc, NNBe. Zamocowanie ich w imaku nożowym powinno być krótkie i sztywne.

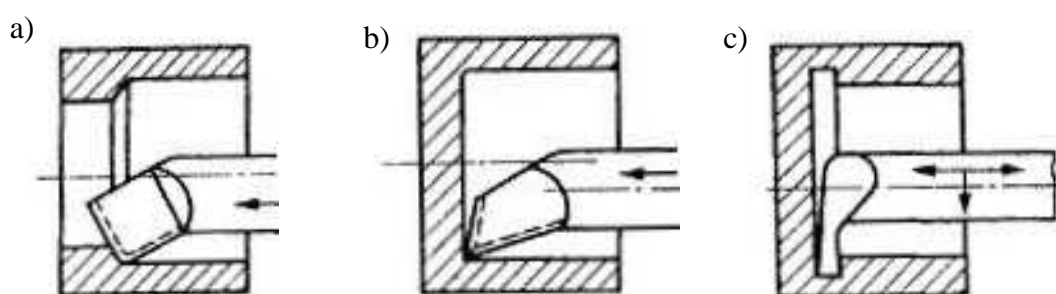
Przedmiot obrabiany mocuje się w uchwycie tokarskim, w kłach lub w uchwycie i podpira kłem. Podczas toczenia wzdłużnego nie zawsze zachodzi konieczność podpierania przedmiotu obrabianego kłem. Zależy to od stosunku długości przedmiotu l do jego średnicy d . Przyjmuje się, że o ile stosunek $l/d < 4$ nie ma potrzeby dodatkowego podparcia przedmiotu kłem z konika, a wystarczy jedynie zamocowanie w uchwycie. W przypadku o ile $l/d = 4$ do 10 celowe jest dodatkowe podparcie kłem. Kiedy stosunek $l/d > 10$ przedmioty takie uważa się za mało sztywne. Pod działaniem sił skrawania nastąpiłoby znaczne ugięcie przedmiotu, które negatywnie wpływałoby na dokładność obróbki. Z tego względu konieczne jest jeszcze dodatkowe podparcie przedmiotu w podtrzymańce.

Przykładowe czynności związane z obróbką wałka na określonej średnicy przy toczeniu wzdłużnym polegają na:

- zamocowaniu wałka i wprawieniu w ruch wrzeciono tokarki,
- dosunięciu noża do przedmiotu tak, aby jego wierzchołek lekko tarł o powierzchnię przedmiotu,
- ustawieniu pierścienia ze skalą na zero i wycofaniu noża,
- przesunięciu suportu w stronę konika tak, aby nóż był z prawej strony czoła wałka,
- ustawieniu głębokości skrawania. Dosunięcie noża, w celu wprowadzenia jego ostrza na właściwą głębokość skrawania, odbywa się to według podziałki znajdującej się na tarczy związanej ze śrubą pociągową posuwu poprzecznego,
- włączeniu posuwu i wykonaniu obróbki wałka na określonej długości,
- wyłączeniu posuwu, odsunięciu narzędzia i zatrzymaniu wrzeciona.

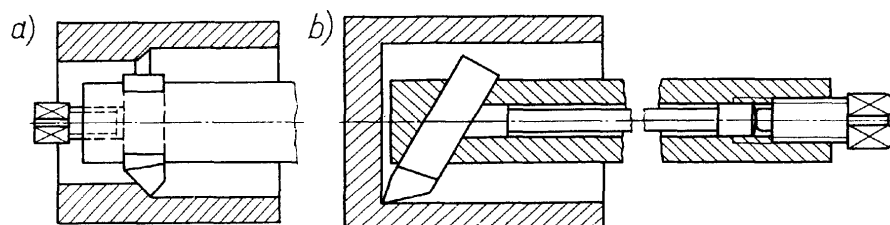
W przypadku toczenia poprzecznego powierzchni czołowych nóż tokarski skrawa warstwę materiału z czoła przedmiotu. W przypadku, jeżeli powierzchnia czołowa przedmiotu jest tylko wyrównana (bez zwracania uwagi na jego wymiar długościowy) taki zabieg nazywany jest często zabieleniem. W przypadku, kiedy obok wyrównania powierzchni przedmiotu skrawamy z jego czoła taką warstwę materiału, aby zapewnić żądany wymiar długościowy operację nazywamy planowaniem czoła.

Wytaczanie (rys. 20), czyli toczenie wewnętrzne może być realizowane z posuwem wzdłużnym lub poprzecznym. Do toczenia wewnętrznego stosowane są specjalne odmiany noży tokarskich zwane wytaczakami np.: NNWa, NNWb, NNWc. Wytaczaki mocowane są w imaku narzędziowym równoległe do osi przedmiotu obrabianego. Zamocowanie noża powinno być możliwie krótkie, aby zapewnić jak największą sztywność noża. Wysięg noża powinien być większy o 1–2 mm od głębokości otworu. Wierzchołek noża przy obróbce otworów jest zazwyczaj ustawiony na wysokości osi wrzeciona, jednak w celu lepszego tłumienia drgań stosuje się również ustawienie wierzchołka noża powyżej osi przedmiotu.



Rys. 20. Typowe operacje wytaczania: a) wytaczanie otworu przelotowego, b) wytaczanie otworu ślepego, c) wytaczanie rowka [2].

Wytaczanie jest operacją technologiczną stosunkowo mało wydajną, tym bardziej, że przed rozpoczęciem wytaczania należy wstępnie wykonać w przedmiocie otwór. Obróbka ta zapewnia możliwość uzyskania dokładności obróbki rzędu 0,02 mm, chociaż uzyskanie takiej dokładności jest operacją kosztowną. Rozkład sił występujący podczas wytaczania powoduje ugięcie narzędzia. Z tego względu chcąc uzyskać określoną wyżej dokładność konieczne jest zmniejszenie parametrów obróbki (szacuje się, że około 30 do 40% w porównaniu do parametrów stosowanych podczas toczenia zewnętrznego), po to aby zmniejszyć siły występujące podczas obróbki. Przy większych otworach, gdy należy utrzymać dużą dokładność obrabianego otworu stosuje się wytaczadła (rys. 21), których przekrój jest większy niż trzonka noża wytaczaka.



Rys. 21. Wytaczadła tokarskie: a) do otworów przelotowych, b) do otworów ślepych [2].

Pomiar i sprawdzenie powierzchni walcowych zewnętrznych i wewnętrznych jest wykonywany najczęściej za pomocą przyrządów pomiarowych suwmiarkowych i mikrometrycznych. Do pierwszej grupy przyrządów należą suwmiarki oraz

głębokościomierze suwmiarkowe. Do drugiej grupy przyrządów należą: mikrometry zewnętrzne i mikrometry wewnętrzne oraz średnicówki mikrometryczne.

4.5.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakich znasz rodzaje toczenia powierzchni cylindrycznych?
2. Jakich narzędzi użyjesz do toczenia zewnętrznych powierzchni cylindrycznych?
3. Jakich narzędzi użyjesz do toczenia wewnętrznych powierzchni cylindrycznych?
4. W jaki sposób zamocujesz nóż wytaczak w imaku nożowym?
5. W jaki sposób wykonuje się toczenie powierzchni zewnętrznych cylindrycznych?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj toczenie powierzchni walcowej zgodnie z dokumentacją zadania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z techniką toczenia powierzchni walcowych,
- 2) dobrać sposób zamocowania przedmiotu obrabianego,
- 3) dobrać narzędzia tokarskie,
- 4) sprawdzić stan techniczny narzędzi, obrabiarki, uchwytów,
- 5) zamocować przedmiot obrabiany,
- 6) zamocować narzędzia obróbkowe,
- 7) wykonać toczenie powierzchni walcowych,
- 8) przestrzegać przepisów bhp w trakcie wykonywania ćwiczenia,
- 9) uporządkować stanowisko pracy,
- 10) zagospodarować odpady,
- 11) dokonać oceny wykonanej pracy,
- 12) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja zadania,
- tokarka uniwersalna,
- uchwyty obróbkowe,
- noże tokarskie,
- przyrządy pomiarowe,
- wałki stalowe,
- pisaki,
- kartki papieru.

Ćwiczenie 2

Wykonaj toczenie powierzchni wewnętrznej zgodnie z dokumentacją zadania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z techniką toczenia powierzchni wewnętrznych,
- 2) dobrać sposób zamocowania przedmiotu obrabianego,
- 3) dobrać narzędzia tokarskie,
- 4) dobrać narzędzia do wykonania otworu,
- 5) sprawdzić stan techniczny narzędzi, obrabiarki, uchwytów,
- 6) zamocować przedmiot obrabiany,
- 7) zamocować narzędzia obróbkowe,
- 8) wykonać toczenie powierzchni wewnętrznych,
- 9) przestrzegać przepisy bhp w trakcie wykonywania ćwiczenia,
- 10) uporządkować stanowisko pracy,
- 11) zagospodarować odpady,
- 12) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 13) dokonać oceny wykonanej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja zadania,
- tokarka uniwersalna,
- uchwyty obróbkowe,
- noże tokarskie,
- wiertła,
- tuleje redukcyjne,
- uchwyt wiertarski,
- narzędzia pomiarowe,
- materiał obrabiany z wykonanym otworem,
- pisaki,
- kartki papieru.

4.5.4. Sprawdzian postępów

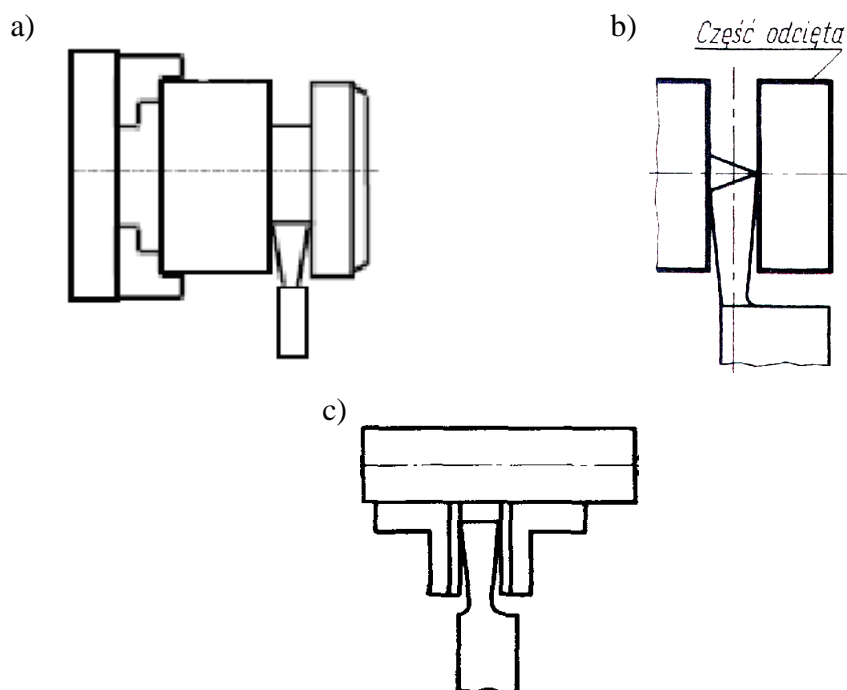
Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) dobrać narzędzia do obróbki powierzchni walcowych zewnętrznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) dobrać narzędzia do obróbki powierzchni walcowych wewnętrznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) zamocować przedmiot obrabiany do operacji toczenia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wykonać toczenie powierzchni walcowych zewnętrznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wykonać toczenie powierzchni walcowych wewnętrznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.6. Toczenie rowków i odcinanie

4.6.1. Materiał nauczania

Najczęstszymi operacjami toczenia poprzecznego są operacje wykonywania rowków i podcięć a także przecinanie (rys. 22). Nóż tokarski zwany przecinakiem wykonuje ruch posuwowy prostopadły do osi przedmiotu przecinając materiał lub nacinając rowki. Do obróbki rowków oraz przecinania używa się noży przecinaków np.: NNPa, NNPd.



Rys. 22. Toczenie poprzeczne: a) nacinanie rowka, b) przecinanie, c) ustawienie noża przecinaka [2].

Przecinanie na tokarce jest zabiegiem wymagającym ostrożności i dokładności. Proces skrawania odbywa się w warunkach utrudnionych ze względu na trudny spływ wiórów. Częstym zjawiskiem towarzyszącym przecinaniu są drgania, które nierzadko powodują złamanie noża. Przy przecinaniu należy kierować się podanymi poniżej zasadami:

- przedmiot obrabiany powinien być zamocowany sztywno i krótko, tzn. miejsce przecinania powinno leżeć możliwie blisko uchwytu,
- nóż należy wystawić z imaka jedynie na wielkość konieczną (jak najmniejszy wysięg noża) i zamocować sztywno,
- nóż należy ustawić tak, aby oś symetrii jego części roboczej była równoległa do kierunku posuwu (prostopadła do osi tokarki). Przy niewłaściwym ustawieniu noża będzie on spychany na jedną stronę lub ulegnie złamaniu,
- szerokość noża b oraz posuw należy dobrać zależnie od średnicy przecinanego przedmiotu (tabela 7),
- w celu uzyskania pracy bez drgań, stan techniczny tokarki powinien być poprawny, niepożądane są tu luzy wrzeciona w łożyskach oraz luzy w suporcie.
- w czasie przecinania należy zapewnić dobre chłodzenie i smarowanie.

Tabela 7. Dobór szerokości noża i posuwu przy przecinaniu [2].

Średnica przedmiotu mm	Szerokość <i>b</i> noża mm	Posuw, mm/obr		Średnica przedmiotu mm	Szerokość <i>b</i> noża mm	Posuw, mm/obr	
		Stal	Żeliwo			Stal	Żeliwo
5	2	0,04–0,06	0,06–0,08	80	5–6	0,13–0,18	0,18–0,23
10	2	0,06–0,08	0,08–0,10	100	6	0,14–0,20	0,20–0,25
20	2-3	0,07–0,11	0,11–0,13	120	6–7	0,14–0,21	0,21–0,26
40	3-4	0,10–0,14	0,14–0,17	150	7–8	0,16–0,24	0,24–0,28
60	4-5	0,11–0,16	0,16–0,20	180	8	0,18–0,26	0,26–0,33

4.6.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie zjawisko fizyczne często towarzyszy przecinaniu i jak go uniknąć?
2. Jakich narzędzi użyjesz do toczenia rowków i przecinania?
3. Od czego uzależniony jest dobór szerokości noża do przecinania?
4. W jaki sposób należy zamocować przedmiot obrabiany do przecinania?
5. W jaki sposób zamocujesz nóż przecinak w imaku nożowym?

4.6.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj toczenie rowków zgodnie z dokumentacją zadania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z techniką toczenia rowków,
- 2) dobrać sposób zamocowania przedmiotu obrabianego,
- 3) dobrać narzędzia tokarskie,
- 4) sprawdzić stan techniczny narzędzi, obrabiarki, uchwytów,
- 5) zamocować przedmiot obrabiany,
- 6) zamocować narzędzia obróbkowe,
- 7) wykonać toczenie rowków,
- 8) przestrzegać przepisy bhp w trakcie wykonywania ćwiczenia,
- 9) uporządkować stanowisko pracy,
- 10) zagospodarować odpady,
- 11) dokonać oceny wykonanej pracy,
- 12) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja zadania,
- tokarka uniwersalna,
- uchwyty obróbkowe,
- noże tokarskie,
- przyrządy pomiarowe,
- wałki stalowe,
- pisaki,
- kartki papieru.

Ćwiczenie 2

Wykonaj przecinanie na tokarce zgodnie z dokumentacją zadania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z techniką przecinania,
- 2) dobrać sposób zamocowania przedmiotu obrabianego,
- 3) dobrać narzędzia do wykonania przecinania,
- 4) sprawdzić stan techniczny narzędzi, obrabiarki, uchwytów,
- 5) zamocować przedmiot obrabiany,
- 6) zamocować narzędzia obróbkowe,
- 7) wykonać przecinanie,
- 8) przestrzegać przepisy bhp w trakcie wykonywania ćwiczenia,
- 9) uporządkować stanowisko pracy,
- 10) zagospodarować odpady,
- 11) dokonać oceny wykonanej pracy,
- 12) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja zadania,
- tokarka uniwersalna,
- uchwyty obróbkowe,
- noże tokarskie przecinaki,
- przyrządy pomiarowe,
- materiał obrabiany,
- pisaki,
- kartki papieru.

4.6.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) dobrać narzędzia do toczenia rowków i przecinania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) zamocować przedmiot obrabiany do toczenia rowków i przecinania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) dobrać parametry skrawania do toczenia rowków i przecinania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wykonać toczenie rowków?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wykonać przecinanie na tokarce?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

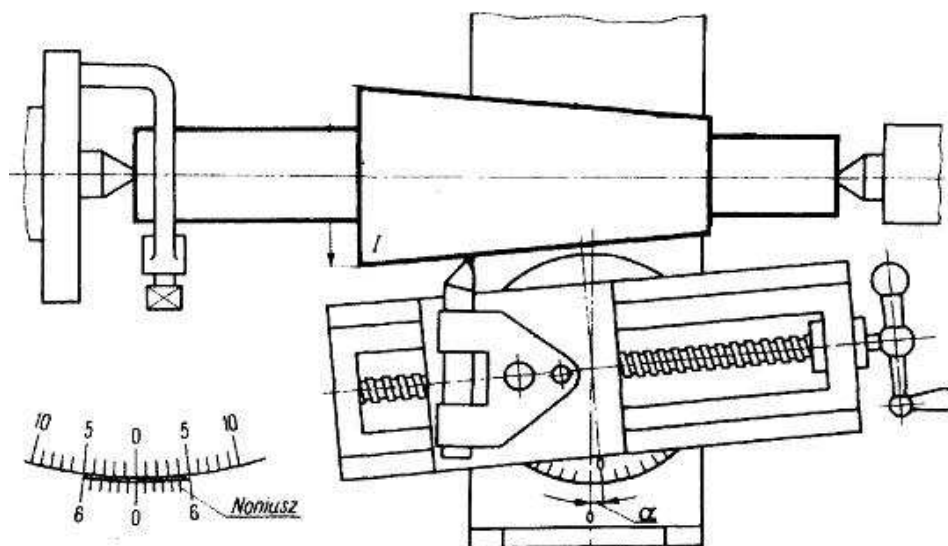
4.7. Toczenie powierzchni stożkowych zewnętrznych i wewnętrznych

5.7.1. Materiał nauczania

Wykonanie na częściach obrotowo-symetrycznych stożków jest często stosowaną operacją technologiczną, traktowane jest jako specyficzna odmiana toczenia powierzchni kształtowych. Przy toczeniu stożków przedmiot obrabiany mocowany jest w kłach lub w uchwycie samocentrującym. Najczęściej stosowanymi sposobami toczenia powierzchni stożkowych są:

- toczenie przez skrócenie suportu narzędziowego, stosowane dla stożków krótkich o dużej zbieżności,
- toczenie nożami kształtowymi, stosowane do stożków bardzo krótkich o bardzo dużej zbieżności,
- toczenie przez przesunięcie konika w płaszczyźnie poziomej, stosowane do stożków długich o niewielkiej zbieżności,
- toczenie przy pomocy liniału lub przyrządu, stosowane dla stożków raczej dłuższych o niewielkiej zbieżności.

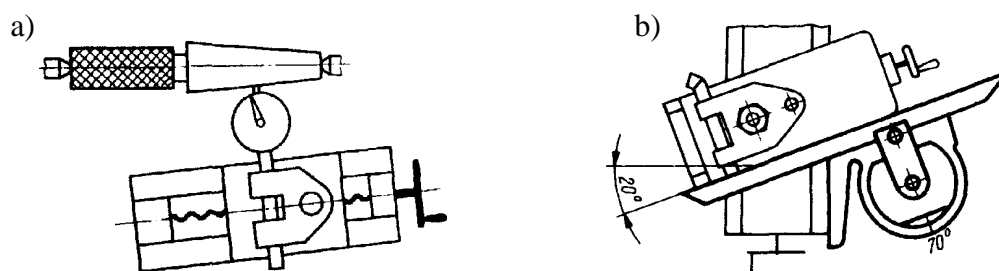
Toczenie powierzchni stożkowych przez skrócenie suportu narzędziowego (rys. 23) jest najpowszechniej stosowanym sposobem obróbki stożków krótkich. Stożki krótkie są to stożki, których długość nie jest większa niż całkowity przesuw sanek narzędziowych tokarki. Sanki narzędziowe znajdujące się na suporcie wzdłużnym i suporcie poprzecznym łatwo się skreca pod dowolnym kątem, kąt skrócenia suportu jest zgodny z kątem pochylenia tworzącej stożka. Długość stożka nie może przekroczyć możliwej długości przesuwu sanek narzędziowych, gdyż w trakcie obróbki suporty wzdłużny i poprzeczny nie wykonują żadnego ruchu. W tokarkach uniwersalnych napęd suportu narzędziowego jest tylko i wyłącznie ręczny, co w pewnym stopniu utrudnia obróbkę. W celu uzyskania równej i gładkiej powierzchni stożka, należy stosować mały i równomierny posuw.



Rys. 23. Toczenie stożka ze skróceniem sań narzędziowych [2].

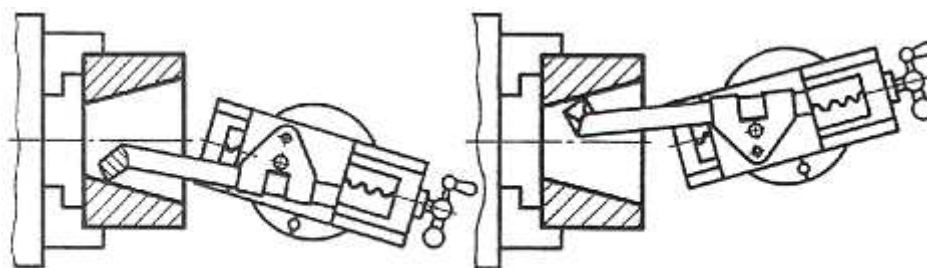
Jeżeli dokładność podziałki kątowej obrotnicy nie jest wystarczająca (obrotnica sanek narzędziowych posiada podziałkę kątową co 1°) lub obrotnica nie ma w ogóle podziałki można ustawić kąt skrócenia sanek za pomocą sprawdzianu stożkowego zamocowanego

w kłach tokarki i czujnika w imaku nożowym (rys. 24 a) lub za pomocą kątomierza uniwersalnego (rys. 24 b).



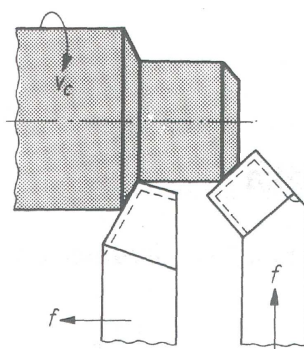
Rys. 24. Ustawienie kąta skreślenia sanek: a) według sprawdzianu, b) według kątomierza uniwersalnego [2].

Do wykonania wewnętrznych powierzchni stożkowych stosuje się również skreślenie suportu narzędziowego (rys. 25). Obróbkę w takim przypadku wykonuje się analogicznie jak proces wytaczania.



Rys. 25. Toczenie tulei stożkowej [2].

Toczenie stożków nożami kształtowymi stosowane jest w przypadku wykonywania ściągów ostrych krawędzi przedmiotu (fazowań), których długość tworzącej nie przekracza 30 mm a kąt stożka jest zgodny z kątem przystawienia narzędzia.



Rys. 26. Toczenie stożków krótkich [4].

Obróbkę stożków długich wykonuje się przy przesunięciu osi konika (rys. 27). W przypadku toczenia stożków z przesunięciem konika mocowanie przedmiotu odbywa się

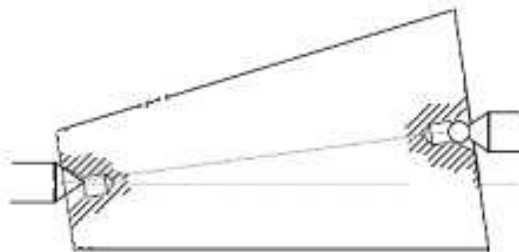
w kłach. Konik tokarski jest przesuwany w kierunku poprzecznym w stosunku do podstawy. Wielkość przesunięcia zależy od zbieżności i długości stożka. W tej metodzie toczenia stożka posuw noża jest równoległy do osi wrzeciona. Aby otrzymać stożek, należy tak ustawić oś przedmiotu obrabianego, aby tworząca stożka była równoległa w płaszczyźnie poziomej do kierunku posuwu. Przesunięcie konika oblicza się ze wzoru:

$$s = \frac{D-d}{2} \text{ [mm]}$$

gdzie:

s – przesunięcie konika [mm],
D – średnica stożka duża [mm],
d – średnica stożka mała [mm].

Zaletą tej metody jest możliwość stosowania mechanicznego posuwu wzdłużnego. Wadą tej metody jest to, że po przesunięciu konika osie kła konika i wrzeciona nie są równoległe lecz nachylone pod pewnym kątem. Wynikiem tego jest wadliwie przyleganie roboczej powierzchni kła do stożkowej powierzchni nakielka, który można wyeliminować stosując kuliste końcówki kłów.



Rys. 27. Toczenie stożka z przesunięciem konika [4].

W celu sprawdzenia wymiarów stożka mierzy się jego większą średnicę, długość i kąt wierzchołkowy. Pomiar średnicy i długości stożka wykonuje się suwmiarką lub w przypadku wymaganej większej dokładności – mikrometrem. Pomiar kąta wierzchołkowego stożka wykonuje się kątomierzem uniwersalnym ustawiając przedmiot na płycie wzorcowej przy użyciu pryzmy lub też dokonując pomiaru bezpośredniego.

4.7.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie są sposoby toczenia stożków?
2. W jaki sposób mocuje się przedmiot obrabiany przy toczeniu stożków?
3. W jaki sposób wykonuje się toczenie powierzchni stożkowych przez skrócenie suportu narzędziowego?
4. Jaką metodą wykonuje się stożki długie?
5. W jaki sposób oblicza się przesunięcie konika?

4.7.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj toczenie powierzchni stożkowej zewnętrznej zgodnie z dokumentacją zadania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) zapoznać się z techniką toczenia stożków,
- 2) dobrać sposób zamocowania przedmiotu obrabianego,
- 3) dobrać narzędzia tokarskie,
- 4) sprawdzić stan techniczny narzędzi, obrabiarki, uchwytów,
- 5) zamocować przedmiot obrabiany,
- 6) zamocować narzędzia obróbkowe,
- 7) wykonać toczenie powierzchni stożkowej,
- 8) przestrzegać przepisy bhp w trakcie wykonywania ćwiczenia,
- 9) uporządkować stanowisko pracy,
- 10) zagospodarować odpady,
- 11) dokonać oceny wykonanej pracy,
- 12) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja zadania,
- tokarka uniwersalna,
- uchwyty obróbkowe,
- noże tokarskie,
- przyrządy pomiarowe,
- wałki stalowe,
- pisaki,
- kartki papieru.

Ćwiczenie 2

Wykonaj toczenie powierzchni stożkowej wewnętrznej zgodnie z dokumentacją zadania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) zapoznać się z techniką toczenia stożków,
- 2) dobrać sposób zamocowania przedmiotu obrabianego,
- 3) dobrać narzędzia tokarskie,
- 4) sprawdzić stan techniczny narzędzi, obrabiarki, uchwytów,
- 5) zamocować przedmiot obrabiany,
- 6) zamocować narzędzia obróbkowe,
- 7) wykonać toczenie powierzchni stożkowej wewnętrznej,
- 8) przestrzegać przepisy bhp w trakcie wykonywania ćwiczenia,
- 9) uporządkować stanowisko pracy,
- 10) zagospodarować odpady,
- 11) dokonać oceny wykonanej pracy,
- 12) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja zadania,
- tokarka uniwersalna,
- uchwyty obróbkowe,
- noże tokarskie,
- przyrządy pomiarowe,
- tuleje stalowe z otworem,
- pisaki,
- kartki papieru.

4.7.4. Sprawdzian postępów

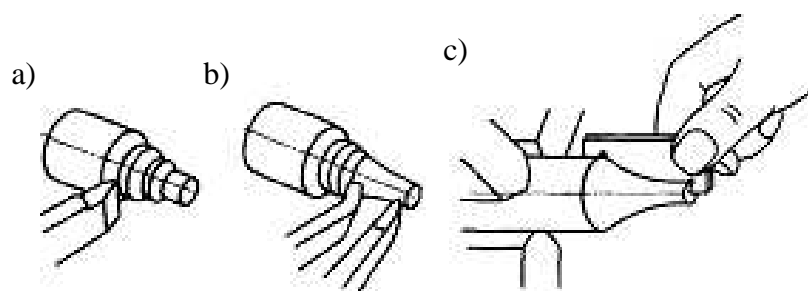
Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) dobrać narzędzia do toczenia stożków?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) dobrać metodę toczenia stożka w zależności od jego długości?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) zamocować przedmiot obrabiany do toczenia stożków?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wykonać toczenie powierzchni stożkowych zewnętrznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wykonać toczenie powierzchni stożkowych wewnętrznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.8. Toczenie powierzchni kształtowych

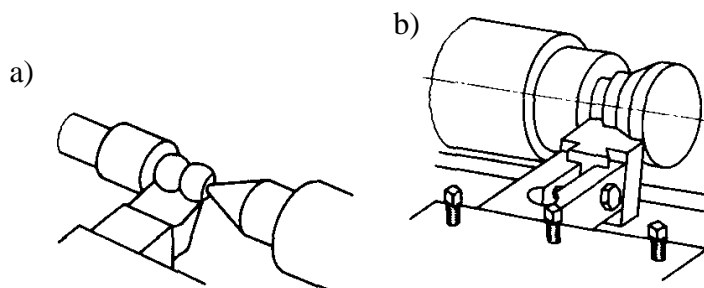
4.8.1. Materiał nauczania

Toczenie kształtowe polega na ukształtowaniu zewnętrznej powierzchni wałka w taki sposób, że tworząca wałka nie jest linią prostą równoległą do osi tego wałka. Obróbka kształtowa przy posuwach ręcznych polega na jednoczesnym, ręcznym obsługiwaniu posuwu wzdłużnego i poprzecznego tokarki w taki sposób, aby naroże noża zakreślało linię, która jest tworzącą bryły, jaką należy wytoczyć. Powierzchnię kształtową toczy się zgrubnie w sposób ciągły lub odcinakami a następnie toczy na gotowo sprawdzając kształt powierzchni za pomocą wzornika (rys. 28). Prawidłowo wykonana powierzchnia przylega do krawędzi wzornika na całej swej długości i nie występują na niej widoczne szczeliny w czasie obserwacji „pod światło”.



Rys. 28. Przykład obróbki trzpienia kształtowego: a) toczenie zgrubne, b) toczenie na gotowo, c) sprawdzenie powierzchni wzornikiem [2].

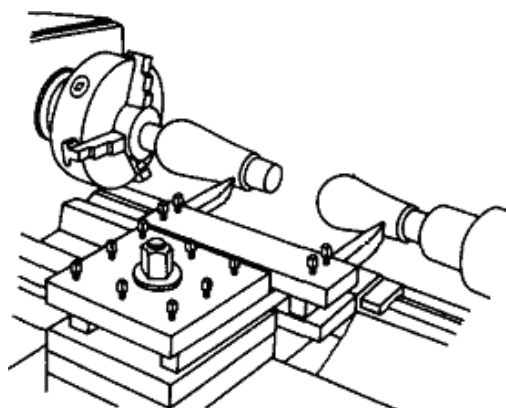
Toczenie kształtowe może być także realizowane za pomocą noża tokarskiego kształtowego, a więc takiego, którego kształt znajduje odzwierciedlenie na powierzchni obrabianej. Zarys powierzchni kształtowej uzyskiwany jest najczęściej przy posuwie poprzecznym. Nóż kształtowy występuje w postaci noży imakowych (rys. 29 a) oraz oprawkowych (rys. 29 b). Najczęściej stosowanym narzędziem jest nóż imakowy, którego powierzchnia natarcia jest przeszlifowana do zarysu powierzchni obrabianej. Ze względu na dużą siłę skrawania przy toczeniu nożem kształtowym należy stosować małe posuwy wgłębne noża (do 0,1 mm/obr.) oraz niskie prędkości skrawania (ok. 20 m/min.).



Rys. 29. Toczenie kształtowe: a) nożem imakowym, b) nożem oprawkowym [2].

Toczenie powierzchni kształtowych może odbywać się również za pomocą toczenia kopiowego. Obróbka kopiowa polega na samoczynnym prowadzeniu noża na tokarce wg

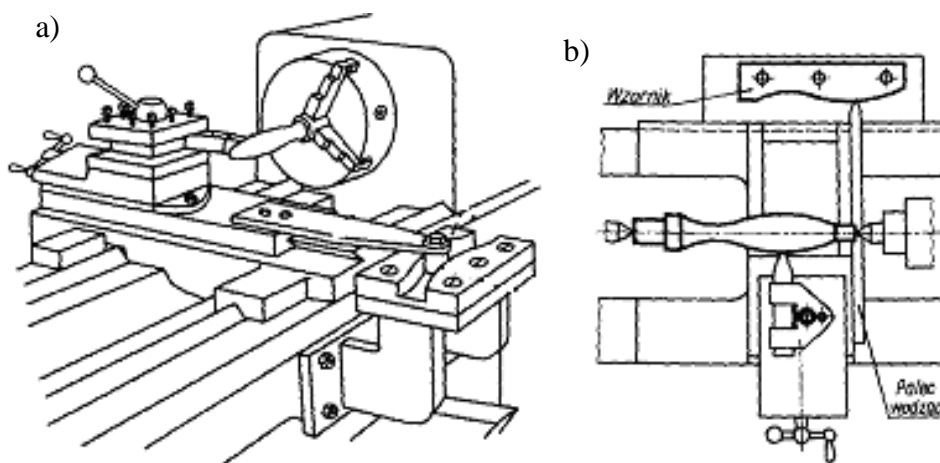
wzorca, którym może być przedmiot lub też wzornik. Najprostszym sposobem toczenia kopiowego jest toczenie według wzornika zamocowanego w tulei konika (rys. 30).



Rys. 30. Toczenie kopiowe z wzorcem w tulei konika [2]

W tulei konika jest zamocowany wzornik, według którego prowadzony jest palec wodzący. Narzędzie obróbkowe i palec wodzący powinny mieć identyczny kształt. Suport tokarki jest przesuwany ręcznie w kierunkach wzdłużnym i poprzecznym w taki sposób, aby palec wodzący nie tracił kontaktu z wzornikiem. W wyniku obróbki przedmiot obrabiany uzyskuje kształt analogiczny do wzornika.

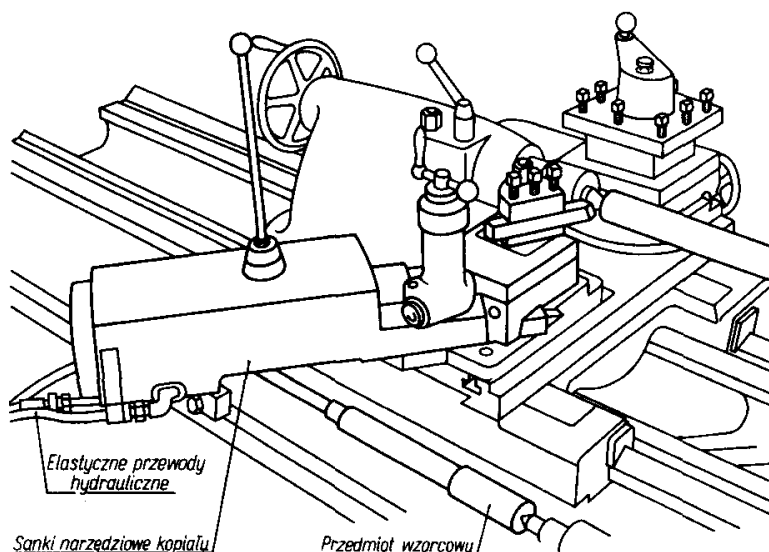
Innym sposobem toczenia kopiowego jest toczenie z kopiałem mechanicznym lub hydraulicznym. Kopiał mechaniczny z wzornikiem (pojedynczym lub podwójnym) jest przymocowany na wsporniku do łoża tokarki (rys. 31). W suporcie poprzecznym jest odłączony napęd od śruby pociągowej a palec wodzący lub rolka przesuwa się po powierzchni wodzącej wzornika. Zagłębienie noża po każdym przejściu uzyskuje się przez pokręcenie śruby sanek narzędziowych, których kierunek przesuwu powinien być prostopadły do osi tokarki. Przy włączonym posuwie wzdłużnym nóż tokarski nadaje po kilku przejściach (odwzorowany z kopiału) kształt powierzchni przedmiotu obrabianego.



Rys. 31. Toczenie kopiowe: a) z podwójnym wzornikiem, b) z pojedynczym wzornikiem [2]

Kopiał hydrauliczny (rys. 32) zbudowany w formie przystawki, jest usytuowany na tylnej lub przedniej części sań poprzecznych suportu. Toczenie odbywa się przy wzdłużnym posuwie mechanicznym a sanki kopiału są skrócone o kąt $40-45^\circ$ w stosunku do kierunku przesuwu sań poprzecznych. Przedmiot wzorcowy lub wzornik, po którym przesuwa się palec wodzący,

znajduje się pod kopiałem. Na przesuwanych saniach kopiału hydraulicznego jest zamocowany nóż tokarski, który kształtuje toczony wałek. Palec wodzący kopiału swoim wierzchołkiem przesuwają się po tworzącej przedmiotu wzorcowego i sterując układem hydraulicznym, powoduje takie same ruchy noża, dzięki czemu przedmiot zostaje obrobiony zgodnie ze wzorcem.



Rys. 32. Toczenie kopiowe z kopiałem hydraulicznym [2]

4.8.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie są sposoby toczenia powierzchni kształtowych?
2. W jaki sposób wykonuje się obróbkę kształtową przy posuwach ręcznych?
3. Jakie znasz narzędzia i przyrządy do toczenia kształtowego?
4. W jaki sposób wykonuje się toczenie powierzchni kształtowych według wzornika?
5. Jakie są rodzaje kopiałów?

4.8.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj toczenie powierzchni kształtowej za pomocą wzornika zgodnie z dokumentacją zadania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z techniką toczenia powierzchni kształtowych,
- 2) dobrać sposób zamocowania przedmiotu obrabianego,
- 3) dobrać narzędzia tokarskie,
- 4) sprawdzić stan techniczny narzędzi, obrabiarki, uchwytów,
- 5) zamocować przedmiot obrabiany,
- 6) zamocować narzędzia obróbkowe,
- 7) wykonać toczenie powierzchni kształtowej,
- 8) przestrzegać przepisów BHP w trakcie wykonywania ćwiczenia,
- 9) uprządkować stanowisko pracy,

- 10) zagospodarować odpady,
- 11) dokonać oceny wykonanej pracy,
- 12) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja zadania,
- tokarka uniwersalna,
- uchwyty obróbkowe,
- noże tokarskie,
- wzornik,
- przyrządy pomiarowe,
- wałki stalowe,
- pisaki,
- kartki papieru.

Ćwiczenie 2

Wykonaj toczenie powierzchni nożem tokarskim kształtowym zgodnie z dokumentacją zadania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z techniką toczenia powierzchni kształtowych,
- 2) dobrać sposób zamocowania przedmiotu obrabianego,
- 3) dobrać narzędzia tokarskie,
- 4) sprawdzić stan techniczny narzędzi, obrabiarki, uchwytów,
- 5) zamocować przedmiot obrabiany,
- 6) zamocować narzędzia obróbkowe,
- 7) wykonać toczenie powierzchni kształtowej,
- 8) przestrzegać przepisy bhp w trakcie wykonywania ćwiczenia,
- 9) uporządkować stanowisko pracy,
- 10) zagospodarować odpady,
- 11) dokonać oceny wykonanej pracy,
- 12) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja zadania,
- tokarka uniwersalna,
- uchwyty obróbkowe,
- noże tokarskie kształtowe,
- przyrządy pomiarowe,
- wałki stalowe,
- pisaki,
- kartki papieru.

4.8.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wyszczególnić metody toczenia powierzchni kształtowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) dobrać narzędzia do toczenia powierzchni kształtowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wykonać toczenie powierzchni nożem kształtowym?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wykonać toczenie powierzchni kształtowej za pomocą wzornika?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wykonać toczenie kopiowe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.9. Nacinanie gwintów

4.9.1. Materiał nauczania

Gwintowanie na tokarce przeprowadza się zwykle na dwa podstawowe sposoby:

- gwintowanie narzędziami samonaprowadzającymi: narzynką lub gwintownikiem,
- nacinanie gwintów nożem tokarskim.

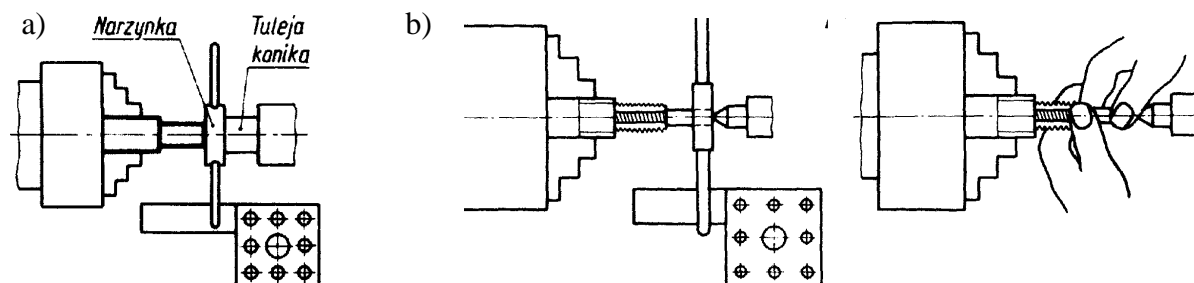
Narzynki stosowane są do wykonywania gwintów o małych średnicach, zwykle do około M20. Trzpień do gwintowania zamocowuje się w uchwycie samocentrującym a narzynkę z pokrętką przystawia do czoła sworznia i lekko dociska tuleją konika (rys. 33 a). Chwyt pokrętki opiera się luźno na zamocowanym w imaku nożowym gładkim trzpieniu oporowym (może to być trzonek noża tokarskiego o odpowiedniej długości). W celu wprowadzenia narzynki na sworzeń należy obrócić ręką (za uchwyt) wrzeciono tokarki (2–3 obroty), dociskając jednocześnie narzynkę tuleją konika. Następnie po odsunięciu konika należy uruchomić wrzeciono. W czasie gwintowania narzynka z pokrętką przesuwa się w stronę uchwytu, przy czym chwyt pokrętki ślizga się po trzpieniu oporowym. W czasie gwintowania należy używać cieczy smarująco-chłodzących:

- do stali niestopowych – oleju wiertniczego (emulsji),
- do stali stopowych oleju wiertniczego, terpentyny, pokostu,
- do żeliwa – na sucho lub naftę,
- do aluminium emulsji lub spirytusu.

Orientacyjne prędkości skrawania przy gwintowaniu narzynką powinny wahać się w granicach:

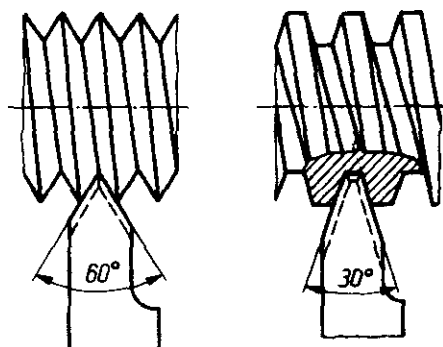
- dla stali 2,5–4 m/min,
- dla żeliwa 4–8 m/min,
- dla mosiądzu 9–15 m/min.

Podczas gwintowania otworów gwintownikami, gwintownik podpira się w kle konika, a ramię pokrętła jest oparte o trzpień zamocowany w imaku podobnie jak przy nacinaniu gwintu narzynką (rys. 33 b). Po uruchomieniu obrotów wrzeciona gwintownik jest samoczynnie prowadzony w gwintowany otwór, należy jednak powolnym ruchem przesuwać tuleję konika tak, aby kiel nie stracił kontaktu z gwintownikiem. Aby wykręcić gwintownik należy odsunąć konik i trzymając ręką pokrętkę, zmienić kierunek obrotów wrzeciona. Prędkości skrawania przy gwintowaniu gwintownikiem powinny być od dwóch do trzech razy większe niż przy gwintowaniu narzynką. Należy pamiętać również o stosowaniu cieczy chłodząco-smarujących.



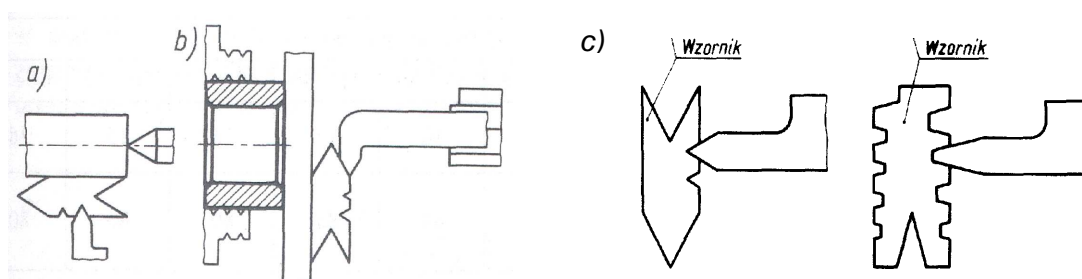
Rys. 33. Nacinanie gwintu: a) narzynką, b) gwintownikiem [2].

Gwintowanie nożem stosuje się, gdy dokładność i gładkość powierzchni gwintu ma być większa niż osiągana przy gwintowaniu narzynką i gwintownikiem. Również gwinty o dużych średnicach lub dużych skokach są nacinane nożem na tokarce. Toczenie gwintów wewnętrznych i zewnętrznych przeprowadza się nożami kształtowymi (rys. 34), których zarys odpowiada prawie dokładnie zarysowi toczonego gwintu np.: NNGc, NNGd. Zmiana kształtu noża umożliwia nacinanie gwintów o innym zarysie np. gwintu trapezowego.



Rys. 34. Nacinanie gwintu nożem: a) gwint metryczny, b) gwint trapezowy [2].

Noże do gwintowania mocuje się na tokarce w imaku nożowym. Wierzchołek ostrza noża powinien być ustawiony na poziomie osi toczenia, a trzonek noża powinien być prostopadły do osi toczenia. Prostopadłe ustawienie trzonka noża można sprawdzić wzornikiem (rys. 35 a), służącym także do sprawdzania kąta wierzchołkowego noża (rys. 33 b).



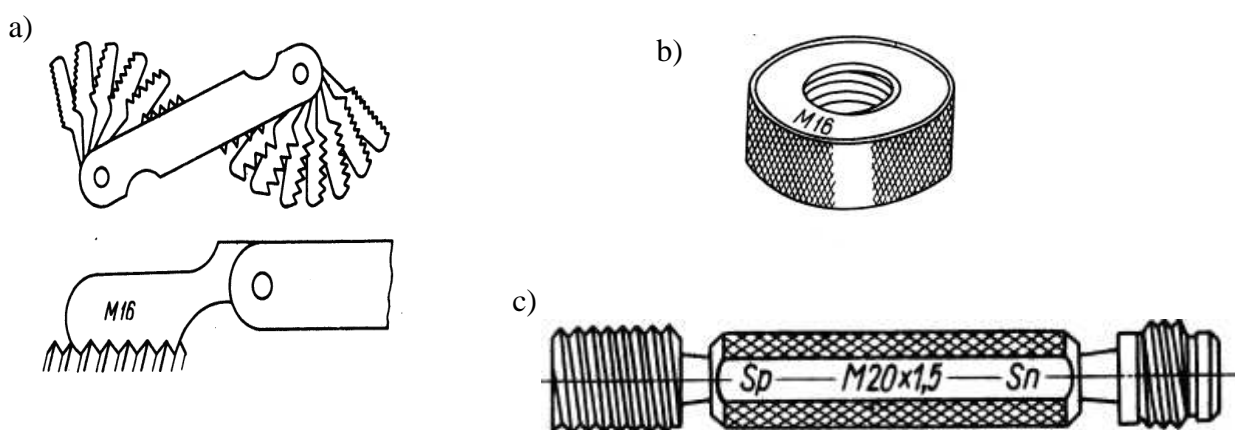
Rys. 35. Nacinanie gwintu: a, b) sprawdzanie ustawienia noża, c) sprawdzanie kąta wierzchołkowego [2].

Podczas toczenia gwintu obroty śruby pociągowej powinny być tak dobrane, aby jednemu obrotowi przedmiotu odpowiadało przesunięcie suportu o wartość skoku gwintu. Wartość skoku uzyskuje się przez założenie odpowiednich kół zmianowych na gitarze lub przez nastawienie za pomocą dźwigni znajdujących się przy skrzynce posuwów.

Gwint obrabia się zwykle zgrubnie i wykańczająco. Uzyskanie pełnego zarysu gwintu uzyskuje się dopiero po kilku przejściach noża. Przy obróbce zgrubnej – po pierwszym przejściu noża – oprócz dosunięcia noża w kierunku promieniowym należy go nieznacznie przesunąć za pomocą sanek narzędziowych w kierunku osiowym. Przy nacinaniu zgrubnym wielkości dosuwu wgłębnego dobiera się początkowo większe, a w miarę zwiększania się szerokości wióra coraz mniejsze. Na obróbkę wykańczającą gwintu należy pozostawić nadadek 0,1-0,3 mm i tak dobrać wartości kolejnych zagłębień, aby przy ostatnim przejściu noża grubość warstwy skrawanej wynosiła około 0,005 mm. W czasie gwintowania nóż po

każdym przejściu musi być cofnięty do swojego położenia wyjściowego, w tym celu cofa się suport bez otwierania nakrętki dwudzielnej na śrubie pociągowej włączając lewe obroty wrzeciona. Należy przy tym pamiętać, aby nóż zaczynał pracę po przejściu pewnego odcinka drogi w kierunku gwintowania, co jest potrzebne do skasowania luzów w przekładniach zębatych i między śrubą pociągową a nakrętką.

Po wykonaniu gwintowania należy sprawdzić prawidłowość wykonanych prac. Optycznie oceniamy jakość powierzchni gwintu. Powinna ona być gładka a wierzchołek gwintu równy, gwint na całej długości powinien posiadać cały zarys. Do sprawdzenia prawidłowości wykonanego gwintu stosuje się sprawdziany wewnętrzne i zewnętrzne, skok wykonanego gwintu sprawdza się za pomocą wzorników grzebieniowych.



Rys. 36. Narzędzia do sprawdzania poprawności wykonania gwintu: a) sprawdzanie zarysu gwintu wzornikiem do gwintów, b) sprawdzian do gwintów zewnętrznych, c) sprawdzian do gwintów wewnętrznych [1].

Pełne pomiary gwintów obejmują: średnicę zewnętrzną, wewnętrzną i podziałową. Do pomiaru używa się zazwyczaj suwmiarki oraz mikrometru ze specjalnymi końcówkami pomiarowymi.

4.9.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. W jaki sposób naciną się gwint na tokarce za pomocą gwintownika?
2. W jaki sposób naciną się gwint na tokarce za pomocą narzynki?
3. Jakich noży tokarskich używa się do nacinania gwintu?
4. W jaki sposób należy ustawić nóż do gwintowania?
5. W jaki sposób naciną się gwint na tokarce za pomocą noża tokarskiego?

4.9.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj nacinanie gwintu wewnętrznego na tokarce za pomocą gwintownika zgodnie z dokumentacją zadania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z techniką nacinania gwintów narzędziami samonaprowadzającymi,
- 2) dobrać gwintownik,
- 3) sprawdzić stan techniczny narzędzi, obrabiarki, uchwytów,
- 4) zamocować przedmiot obrabiany,
- 5) wykonać gwintowanie otworu,
- 6) przestrzegać przepisy bhp w trakcie wykonywania ćwiczenia,
- 7) uporządkować stanowisko pracy,
- 8) zagospodarować odpady,
- 9) dokonać oceny wykonanej pracy,
- 10) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- dokumentacja zadania,
- tokarka uniwersalna,
- uchwyty obróbkowe,
- gwintowniki,
- oprawka do gwintownika
- przyrządy pomiarowe,
- sprawdzian do gwintu,
- wałki stalowe,
- pisaki,
- kartki papieru.

Ćwiczenie 2

Wykonaj nacinanie gwintu nożem tokarskim zgodnie z dokumentacją zadania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z techniką nacinania gwintów nożem tokarskim,
- 2) dobrać nóż do gwintów,
- 3) sprawdzić stan techniczny narzędzi, obrabiarki, uchwytów,
- 4) zamocować przedmiot obrabiany,
- 5) ustawić wartość skoku gwintu,
- 6) wykonać gwintowanie,
- 7) przestrzegać przepisy bhp w trakcie wykonywania ćwiczenia,
- 8) uporządkować stanowisko pracy,
- 9) zagospodarować odpady,
- 10) dokonać oceny wykonanej pracy,
- 11) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja zadania,
- tokarka uniwersalna,
- uchwyty obróbkowe,
- noże do gwintów,
- wzornik do gwintów,
- przyrządy pomiarowe,
- sprawdzian do gwintu,
- wałki stalowe,
- pisaki,
- kartki papieru.

4.9.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

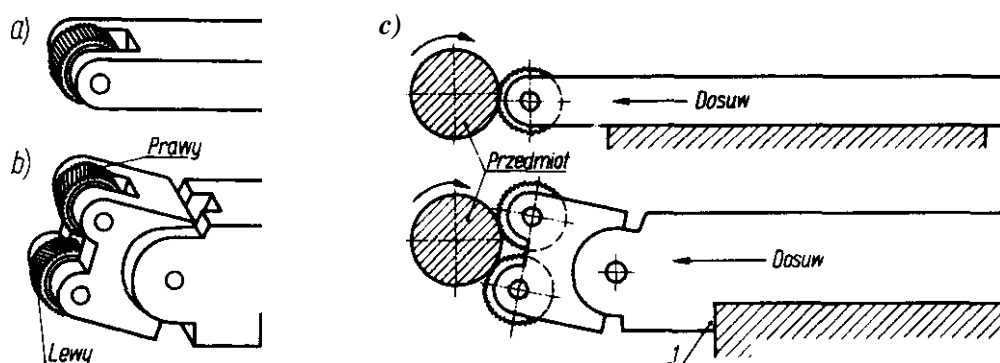
	Tak	Nie
1) określić metody nacinania gwintu na tokarce?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wykonać gwint zewnętrzny za pomocą narzynki?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wykonać gwint wewnętrzny za pomocą gwintownika?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) przygotować tokarkę do nacinania gwintów nożem?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) naciąć gwint nożem tokarskim?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.10. Specjalne odmiany robót tokarskich

4.10.1. Materiał nauczania

Do specjalnych odmian robót tokarskich zalicza się między innymi radełkowanie i zwijanie sprężyn.

Radełkowanie polega na wygnieceniu na powierzchni przedmiotu drobnych rowków np. na powierzchniach chwytowych narzędzi, przyrządów, łbów śrub. Ułożenie rowków na powierzchni przedmiotu obrabianego jest uzależnione od rodzaju materiału, z jakiego przedmiot jest wykonany. Prosty układ rowków stosuje się do wszystkich materiałów, układ krzyżowy – do stali, mosiądzu, aluminium itp., układ kratkowy – do twardej gumy i mas plastycznych. Do radełkowania używa się zamocowanych w oprawce hartownych rolek, które mają nacięte zęby. Rolki o prostym układzie rowków są osadzone w pojedynczej oprawce (rys. 37 a), natomiast do radełkowania krzyżowego używa się zespołu dwu rolek, osadzonych w oprawce wahliwej (rys. 37 b).

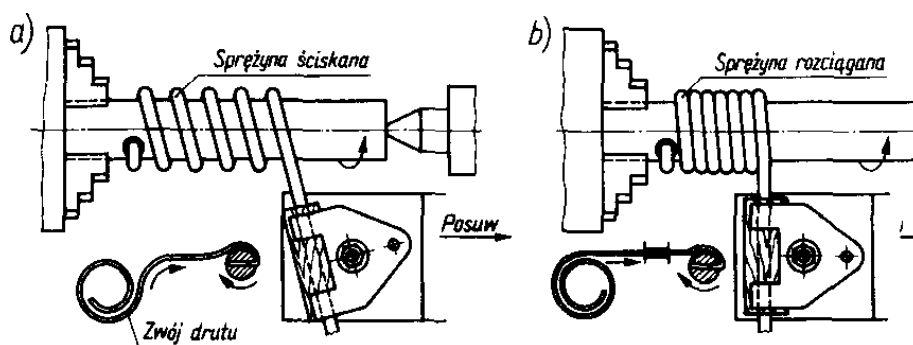


Rys. 37. Radełko: a) proste, b) krzyżowe, c) ustawienie radełka w stosunku do przedmiotu [2].

Radełko wraz z oprawką jest mocowane w imaku nożowym i dociskane do przedmiotu obrabianego w kierunku promieniowym. Oś rolki lub wahliwej oprawki powinna być ustawiona poniżej osi przedmiotu (rys. 37 c). Przy radełkowaniu powierzchni wąskich nie stosuje się posuwu wzdłużnego, przy radełkowaniu powierzchni szerokich, po dosunięciu rolek do przedmiotu włącza się posuw wzdłużny suportu. Pełną głębokość rowków uzyskuje się przy dwu do czterech przejściach radełka. W czasie radełkowania należy stosować smarowanie olejem.

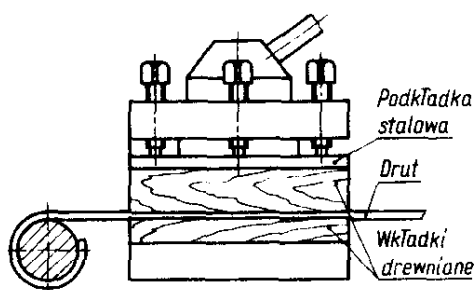
Prędkość obrotowa przedmiotu powinna orientacyjnie wynosić: dla stali miękkiej 20–25 obr/min, dla stali twardej 10–15 obr/min, dla brązu 25–40 obr/min, dla mosiądzu 40–50 obr/min, dla aluminium 80–100 obr/min. Posuw wzdłużny przyjmuje się w granicach od 1 do 2,5 mm/obr dla średnic od 10 do 60 mm.

Do zwijania sprężyn śrubowych na tokarce (rys. 38), są stosowane specjalne trzpienie walcowe (do zwijania sprężyn walcowych) i stożkowe (do zwijania sprężyn stożkowych). Długość trzpienia powinna być o 100–120 mm większa od całkowitej długości sprężyny. Średnica trzpienia powinna być mniejsza od średnicy wewnętrznej sprężyny i wynosić około 0,8 średnicy wewnętrznej sprężyny. Trzpienie stożkowe posiadają rowki, w których układa się drut. Trzpień mocuje się w uchwycie tokarskim i podpira kłem.



Rys. 38. Nawijanie sprężyny: a) ściskanej, b) rozciąganej [2].

Podczas nawijania drutu na trzpień drut jest prowadzony między dwiema wkładkami drewnianymi zamocowanymi w imaku nożowym (rys. 39). Naciąg drutu reguluje się przez dociśnięcie podkładki stalowej znajdującej się na klockach za pomocą śrub imaka.



Rys. 39. Zamocowanie drutu w imaku nożowym [2].

Posuw suportu powinien odpowiadać skokowi nawijanej sprężyny ściskanej lub średnicy drutu sprężyny rozciąganej. Prędkość obrotową wrzeciona należy tak dobrać, aby prędkość nawijanego drutu wynosiła 5–8 m/min. Po nawinięciu odpowiedniej liczby zwojów, nawijanie należy przerwać przez wyłączenie napędu tokarki. Przed zdjęciem sprężyny z trzpienia należy ją odprężyć przez ręczne obrócenie wrzeciona tokarki w kierunku przeciwnym.

4.10.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Na czym polega radełkowanie?
2. Jakie narzędzia służą do radełkowania?
3. W jaki sposób ustawia się narzędzie do radełkowania?
4. Jakie przyrządy służą do nawijania sprężyn?
5. Jaki posuw i obroty wrzeciona należy zastosować przy zwijaniu sprężyn?

4.10.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj radełkowanie powierzchni zgodnie z dokumentacją zadania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z techniką radełkowania,
- 2) dobrać radełko,
- 3) sprawdzić stan techniczny narzędzi, obrabiarki, uchwytów,
- 4) zamocować przedmiot obrabiany,
- 5) zamocować narzędzie,
- 6) wykonać radełkowanie powierzchni,
- 7) przestrzegać przepisy bhp w trakcie wykonywania ćwiczenia,
- 8) uporządkować stanowisko pracy,
- 9) zagospodarować odpady,
- 10) dokonać oceny wykonanej pracy,
- 11) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- dokumentacja zadania,
- tokarka uniwersalna,
- uchwyty obróbkowe,
- radełka,
- przyrządy pomiarowe,
- wałki stalowe,
- pisaki,
- kartki papieru.

Ćwiczenie 2

Wykonaj zwijanie sprężyny zgodnie z dokumentacją zadania.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z techniką zwijania sprężyn,
- 2) dobrać trzpień,
- 3) sprawdzić stan techniczny narzędzi, obrabiarki, uchwytów,
- 4) zamocować trzpień,
- 5) zamocować klocki drewniane w imaku,
- 6) umieścić drut pomiędzy klockami,
- 7) wykonać nawijanie sprężyny,
- 8) odprężyć sprężynę,
- 9) przestrzegać przepisy bhp w trakcie wykonywania ćwiczenia,
- 10) uporządkować stanowisko pracy,
- 11) zagospodarować odpady,
- 12) dokonać oceny wykonanej pracy,
- 13) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- dokumentacja zadania,
- tokarka uniwersalna,
- uchwyty obróbkowe,
- trzpień,
- drut,
- klocki drewniane,
- przyrządy pomiarowe,
- pisaki,
- kartki papieru.

4.10.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) rozróżnić narzędzia do radełkowania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) dobrać radełko w zależności od materiału obrabianego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wykonać radełkowanie powierzchni?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) dobrać trzpień do wykonania sprężyny?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wykonać zwijanie sprężyny?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

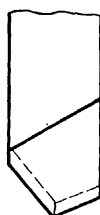
Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj dokładnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Odpowiedzi udzielaj wyłącznie na karcie odpowiedzi.
4. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
5. Test zawiera 20 zadań.
6. Do każdego zadania podane są cztery odpowiedzi, z których tylko jedna jest prawidłowa.
7. Zaznacz prawidłową według Ciebie odpowiedź wstawiając literę X w odpowiednim miejscu na karcie odpowiedzi.
8. W przypadku pomyłki zaznacz błędną odpowiedź kółkiem, a następnie literą X zaznacz odpowiedź prawidłową.
9. Za każde poprawne rozwiązanie zadania otrzymujesz jeden punkt.
10. Za udzielenie błędnej odpowiedzi, jej brak lub zakreślenie więcej niż jednej odpowiedzi - otrzymujesz zero punktów.
11. Uważnie czytaj treść zadań i proponowane warianty odpowiedzi.
12. Nie odpowiadaj bez zastanowienia; jeśli któreś z zadań sprawi Ci trudność – przejdź do następnego. Do zadań, na które nie udzieliłeś odpowiedzi możesz wrócić później.
13. Pamiętaj, że odpowiedzi masz udzielać samodzielnie.
14. Na rozwiązanie testu masz 40 minut.

Powodzenia

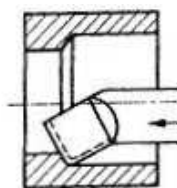
ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Nóż tokarski jest narzędziem
 - a) jednoostrzowym.
 - b) dwuostrzowym.
 - c) czteroostrzowym.
 - d) wieloostrzowym.
2. Kąt natarcia w nożu tokarskim może przyjmować wartość
 - a) dodatnią lub równą zeru.
 - b) dodatnią, ujemną lub równą zeru.
 - c) ujemną lub równą zeru.
 - d) dodatnią lub ujemną.
3. Powierzchnia natarcia w nożu tokarskim to powierzchnia
 - a) po której sływa wiór oddzielony od przedmiotu obrabianego.
 - b) zwrócona do płaszczyzny obrabianej przedmiotu.
 - c) pomiędzy krawędzią skrawającą główną i pomocniczą.
 - d) pomiędzy częścią chwytową a częścią roboczą.
4. Rysunek przedstawia nóż tokarski
 - a) kształtowy.
 - b) wygięty.
 - c) prosty.
 - d) obwiedniowy.



5. Rysunek przedstawia operację

- a) toczenia poprzecznego.
- b) przecinania.
- c) wytaczania.
- d) nacinania rowków.



6. W przypadku wysokich wymagań dotyczących prostopadłości czy równoległości powierzchni obrabianych przedmiot mocuje się

- a) w kłach.
- b) w uchwycie tokarskim.
- c) na trzpieniu.
- d) w uchwycie tokarskim i podpira kłem.

7. Nóż prosty prawy z częścią roboczą ze stali jest oznaczony symbolem

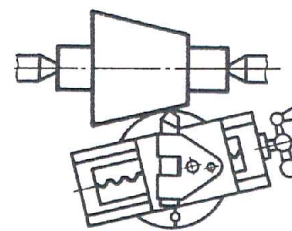
- a) NNZa.
- b) NNZb.
- c) NNZc.
- d) NNZd.

8. Do zamocowania przedmiotów o kształtach nieregularnych oraz przedmiotów dużych takich jak odlewy, odkuwki używa się

- a) uchwytów tokarskich trójszczękowych.
- b) tarcz tokarskich.
- c) trzpieni.
- d) podtrzymek.

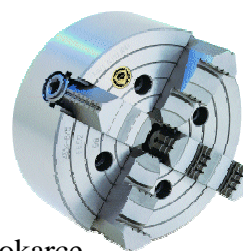
9. Rysunek przedstawia operację toczenie stożka

- a) z przesunięciem konika w płaszczyźnie poziomej.
- b) z skręceniem suportu narzędziowego.
- c) nożem kształtowym.
- d) za pomocą wzornika.



10. Rysunek przedstawia uchwyt tokarski

- a) czteroszczękowy z niezależnie ustawianymi szczękami.
- b) czteroszczękowy samocentrujący.
- c) czteroszczękowy zaciskowy.
- d) specjalny, nazywany tarczą tokarską.



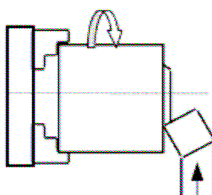
11. Narzędzia obróbkowe z chwytem stożkowym mocuje się na tokarce

- a) w imaku nożowym.
- b) w specjalnym uchwycie.
- c) w gnieździe tulei konika.
- d) w uchwycie wiertarskim.

12. Prędkość skrawania podczas toczenia zależy od

- a) średnicy przedmiotu obrabianego.
- b) posuwu oraz prędkości obrotowej przedmiotu obrabianego.
- c) średnicy przedmiotu obrabianego oraz jego prędkości obrotowej.
- d) posuwu.

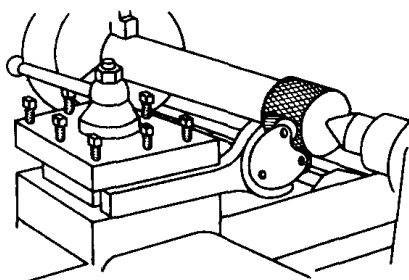
13. Rysunek przedstawia
- toczenie poprzeczne.
 - toczenie wzdłużne.
 - wytaczanie.
 - przecinanie.



14. Toczenie stożków przez przesunięcie konika w płaszczyźnie poziomej, jest stosowane do stożków
- krótkich o dużej zbieżności.
 - bardzo krótkich o bardzo dużej zbieżności.
 - długich o niewielkiej zbieżności.
 - bardzo krótkich o bardzo małej zbieżności.
15. Toczenie kopiowe polega na samoczynnym prowadzeniu noża na tokarce wg wzorca, którym może być
- przedmiot.
 - przedmiot lub wzornik.
 - wzornik.
 - szablon.
16. Podczas gwintowania otworów gwintownikami, gwintownik podpira się
- w imaku nożowym.
 - w tulei redukcyjnej.
 - w kle konika.
 - w suporcie.
17. Podczas toczenia gwintu obroty śruby pociągowej powinny być tak dobrane, aby jednemu obrotowi przedmiotu odpowiadało przesunięcie suportu
- o wartość skoku tocznego gwintu.
 - o wartość posuwu.
 - o wartość 1 mm.
 - wartość średnicy gwintu.
18. Gwint zewnętrzny wykonuje się za pomocą noża

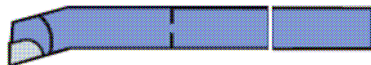
-
-
-
-

19. Rysunek przedstawia
- radełkowanie.
 - przecinanie.
 - wytaczanie.
 - gwintowanie.



20. Rysunek przedstawia nóż tokarski

- a) przecinak.
- b) wytaczak.
- c) czołowy.
- d) wygięty.



KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Wykonywanie typowych prac na tokarkach

Zakreśl poprawną odpowiedź.

Nr zadania	Odpowiedzi				Punkty
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
11	a	b	c	d	
12	a	b	c	d	
13	a	b	c	d	
14	a	b	c	d	
15	a	b	c	d	
16	a	b	c	d	
17	a	b	c	d	
18	a	b	c	d	
19	a	b	c	d	
20	a	b	c	d	
Razem:					

6. LITERATURA

1. Brodowicz W.: Skrawanie i narzędzia. WSiP, Warszawa 2004
2. Dudik K., Górski E.: Poradnik tokarza. WNT, Warszawa 2000
3. Górecki A.: Technologia ogólna. Podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa 2005
4. Górski E.: Tokarstwo. Technologia. WSiP, Warszawa 1995
5. Mac S.: Obróbka metali. WSiP, Warszawa 1999
6. Mały poradnik mechanika. WNT, Warszawa 1994
7. Paderewski K.: Obrabiarki. WSiP, Warszawa 2003
8. Rutkowski A.: Części maszyn. WSiP, Warszawa 2005
9. www.pafana.pl
10. www.bison-bial.pl