



KATEDRA TECHNIK WYTWARZANIA I AUTOMATYZACJI

Przedmiot:

Obróbka skrawaniem i narzędzia

Temat ćwiczenia:

Toczenie cz. I

Numer ćwiczenia:

2

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie odmian toczenia, budowy i przeznaczenia narzędzi tokarskich, parametrów skrawania, zapotrzebowania na moc przy toczeniu, obliczanie czasu głównego przy toczeniu jak również praktyczne poznanie wszystkich rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na tokarce.

2. Wyposażenie stanowiska

- Tokarka konwencjonalna.
- Oprzyrządowanie dodatkowe (zabierak, tarcza zabierakowa, uchwyt 3-szczękowy, podtrzymka).
- Narzędzia tokarskie jednolite i składane.
- Instrukcja do ćwiczenia.

3. Przebieg ćwiczenia

- Zapoznanie się z budową i zasadą działania tokarki konwencjonalnej.
- Omówienie i zastosowanie oprzyrządowania do ustalania i mocowania przedmiotu obrabianego.
- Omówienie narzędzi obróbkowych oraz sposoby ustalania i mocowania w suporcie narzędziowym tokarki uniwersalnej.
- Przeprowadzenie zabiegów obróbkowych na tokarce uniwersalnej:
 - a) toczenia wzdłużnego,
 - b) toczenia poprzecznego,
 - c) wytaczania,
 - d) planowania wzdłużnego,
 - e) planowania poprzecznego,
 - f) toczenia stożków krótkich,
 - g) toczenia stożków długich,
 - h) toczenia gwintów,
 - i) nacinania gwintów narzynką,
 - j) wiercenia.

Uwagi:

Po wykonaniu ćwiczenia należy sporządzić sprawozdanie wg wytycznych zawartych w niniejszej instrukcji.

1. Wprowadzenie

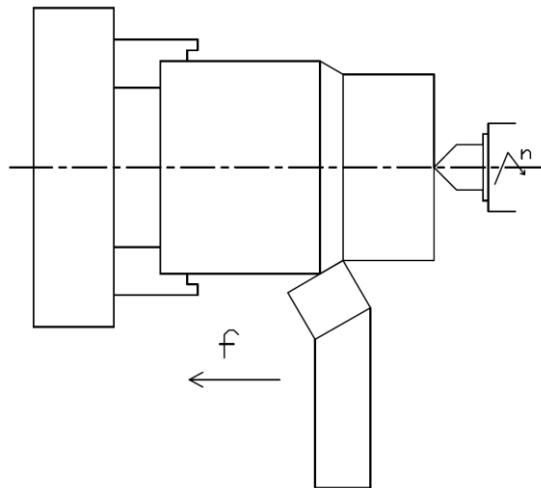
Toczeniem nazywamy taki rodzaj obróbki skrawaniem, w którym ruch główny obrotowy wykonuje przedmiot obrabiany napędzany poprzez wrzeciono tokarki (lub stołu w przypadku tokarek karuzelowych), natomiast ruch pomocniczy posuwowy wykonuje narzędzie. Ze złożenia tych ruchów otrzymuje się względne przemieszczenie narzędzia w odniesieniu do powierzchni obrabianej. Dla powierzchni cylindrycznej i stożkowej ruch ten jest realizowany po linii śrubowej, natomiast dla powierzchni czołowej ruch realizowany jest po torze spiralnym.

2. Klasyfikacja odmian toczenia.

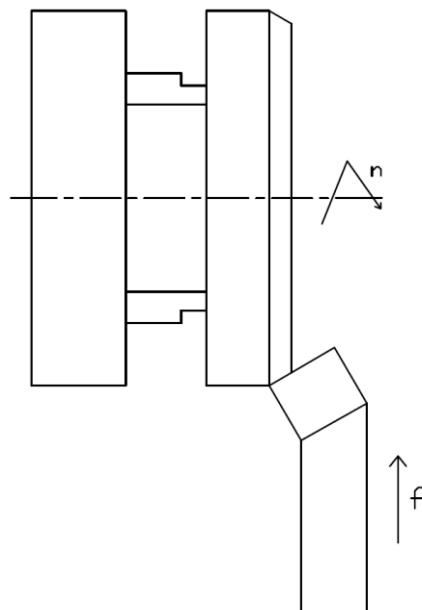
Toczenie można podzielić na odmiany, które różnią się kierunkiem realizacji ruchu posuwowego narzędzia oraz kształtem powierzchni obrobionej.

Ze względu na położenie osi obrotowej:

- Toczenie osiowe (wzdłużne) – rys. 1
- Toczenie promieniowe (poprzeczne) – rys. 2



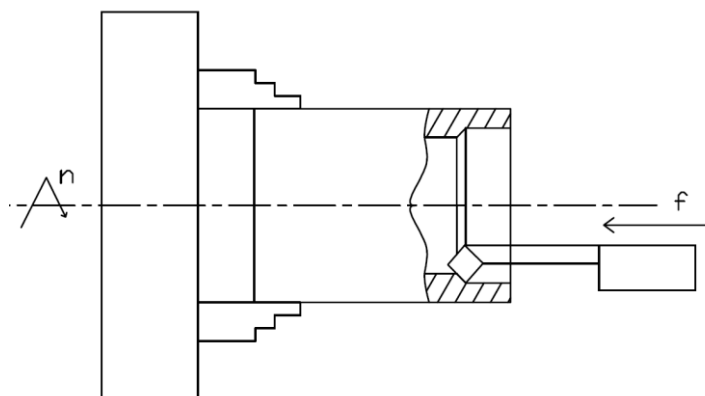
Rys. 1. Toczenie osiowe



Rys. 2. Toczenie promieniowe

W zależności od toczonej powierzchni:

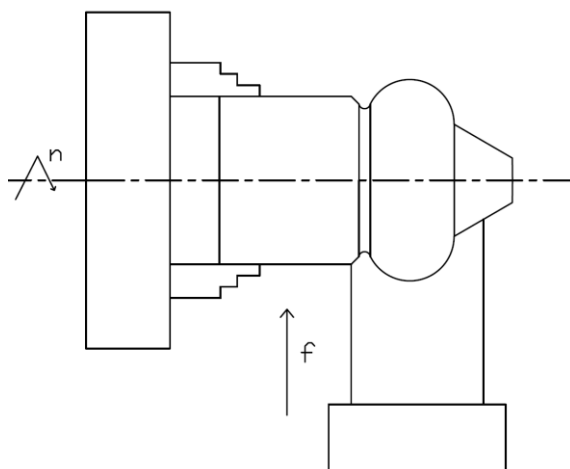
- Toczywanie powierzchni zewnętrznych – rys. 1
- Toczywanie powierzchni wewnętrznych – rys. 3



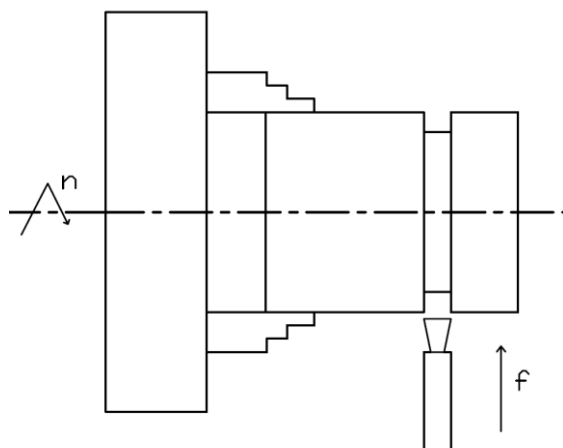
Rys. 3. Toczywanie powierzchni wewnętrznych

W zależności od usytuowania ruchu pomocniczego względem osi obrotu:

- Toczywanie wzdłużne zewnętrzne i wewnętrzne (rys. 1 i 3) – ruch pomocniczy wykonywany jest równoległe do osi wrzeciona.
- Toczywanie poprzeczne zewnętrzne i wewnętrzne (rys. 2) – ruch pomocniczy wykonywany jest prostopadle do osi wrzeciona. Można tu wyodrębnić toczywanie wcinające: kształtowe, przecinanie, toczywanie rowków (rys. 4 i 5).

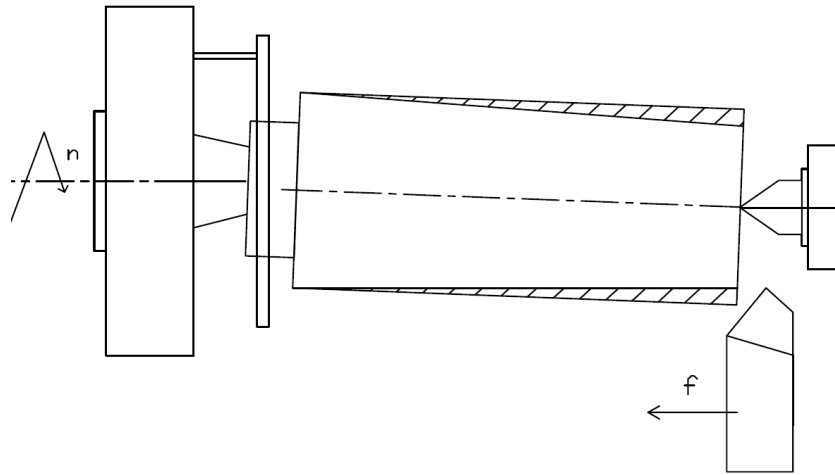


Rys. 4. Toczywanie kształtowe

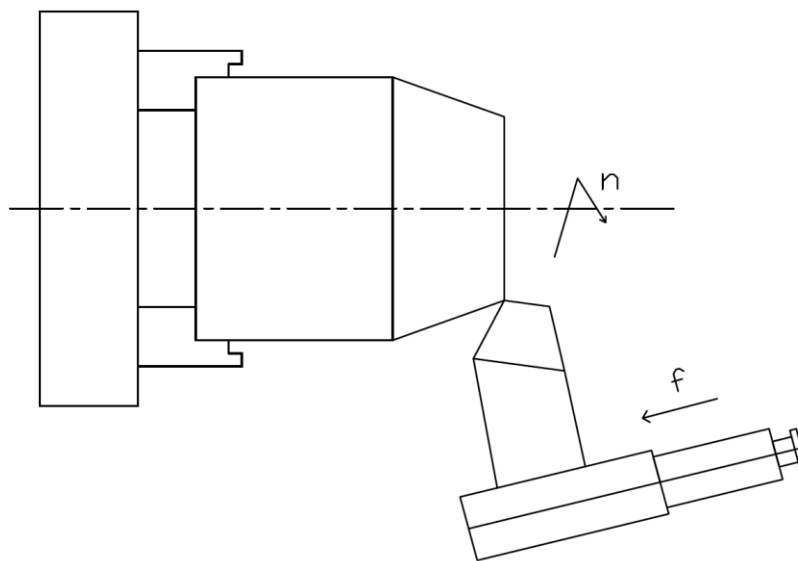


Rys. 5. Toczywanie rowków

- Toczenie stożków zewnętrznych i wewnętrznych, gdy kierunek ruchu posuwowego przecina się z osią wrzeciona. Toczenie stożków może być realizowane na kilka sposobów:
 - Toczenie stożków długich poprzez wychylenie konika z osi wrzeciona (rys. 6),
 - Toczenie stożków krótkich poprzez skręcenie sanek narzędziowych (rys. 7),
 - Toczenie stożków krótkich poprzez odwzorowanie kąta przystawienia noża.



Rys. 6. Toczenie stożków długich

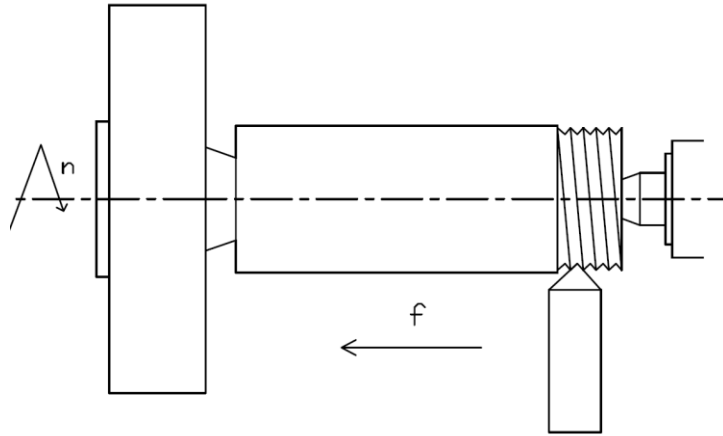


Rys. 7. Toczenie stożków krótkich

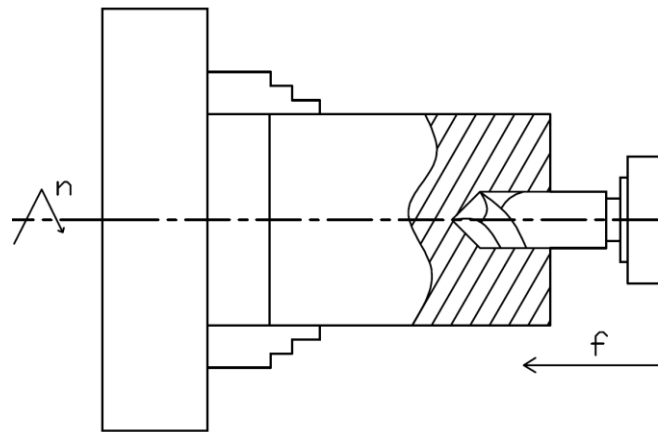
Toczenie kształtowe:

- Toczenie kształtowe nożem kształtowym (rys. 4),
- Toczenie kopiowe,
- Toczenie gwintów zewnętrznych i wewnętrznych (rys. 8). Jest to szczególna odmiana toczenia kształtowego, w której przemieszczenie narzędzia jest ściśle powiązane z obrotami przedmiotu obrabianego.

Wiercenie, powiercanie i gwintowanie (rys. 9). Są to operacje wykonywane na tokarce i dotyczą obróbki otworów w osi przedmiotu obrabianego. Narzędzie mocowane jest w koniku i wykonuje ruch posuwowy osiowy realizowany zazwyczaj ręcznie. Przedmiot obrabiany wykonuje ruch obrotowy.



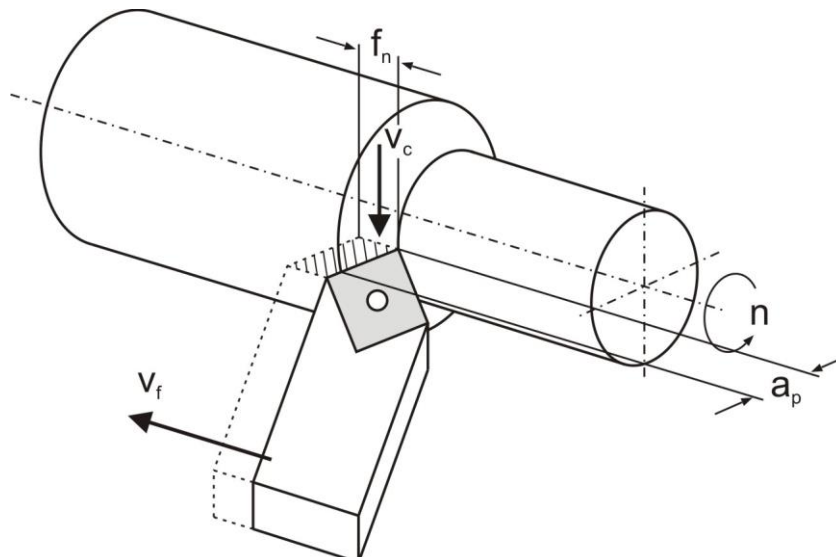
Rys. 8. Toczenie gwintów zewnętrznych



Rys. 9. Wiercenie

3. Parametry technologiczne toczenia.

W procesie toczenia przedmiot obrabiany realizuje ruch obrotowy natomiast narzędzie dosunięte do przedmiotu na określoną odległość realizuje ruch posuwowy. Parametry technologiczne, to parametry opisujące proces obróbki, występujące w nim ruchy oraz wielkości charakteryzujące ustawienie narzędzia bądź przedmiotu obrabianego. Niektóre parametry technologiczne są jednocześnie wielkościami nastawczymi obrabiarki. Na rys. 10 przedstawiono schemat procesu toczenia z zaznaczonymi parametrami technologicznymi.



Rys. 10. Parametry technologiczne toczenia

Do technologicznych parametrów skrawania podczas toczenia zaliczamy:

Prędkość obrotowa n – jest to prędkość obrotowa z jaką obraca się przedmiot obrabiany i jest określana w jednostkach obr/min.

Prędkość skrawania v_c – jest to droga jaką przebywa krawędź skrawająca względem przedmiotu obrabianego w jednostce czasu. Związek prędkości skrawania z prędkością obrotową przedstawia zależność:

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

gdzie:

d – średnica obrabianego przedmiotu [mm],

n – prędkość obrotowa przedmiotu obrabianego [obr/min].

Głębokość skrawania a_p – jest to odległość pomiędzy powierzchnią obrabianą a obrobioną.

$$a_p = \frac{d - d_1}{2} [mm]$$

gdzie:

d – średnica przedmiotu obrabianego [mm],

d_1 – średnica przedmiotu obrobionego [mm].

Posuw f – jest to przesunięcie noża zgodnie z kierunkiem ruchu posuwowego w czasie jednego obrotu części obrabianej i jest mierzony w mm na 1 obrót tocznej części.

$$f = \frac{v_f}{n} [mm/obr]$$

gdzie:

v_f – prędkość posuwu [mm/min],

n – prędkość obrotowa [obr/min].

Prędkość posuwu v_f – jest to chwilowa prędkość ruchu posuwowego wyrażona stosunkiem drogi, jaką przebywa w tym ruchu narzędzie lub przedmiot obrabiany, do czasu.

$$v_f = f \cdot n [mm/min]$$

gdzie:

f – posuw [mm/obr],

n – prędkość obrotowa [obr/min].

4. Czas maszynowy toczenia

Czas maszynowy jest to czas potrzebny na zdjęcie nadatku z powierzchni przedmiotu obrabianego. Oblicza się go z zależności:

$$t_m = \frac{L}{v_f} \cdot i = \frac{l + l_d + l_w}{f \cdot n} \cdot i [min]$$

gdzie:

L – długość przejścia narzędzia [mm],

l – długość części tocznej [mm],

l_d – dobieg narzędzia [mm],

l_w – wybieg narzędzia [mm],
 v_f – prędkość posuwu [mm/min],
 f – posuw na obrót [mm/obr],
 n – prędkość obrotowa [obr/min],
 i – liczba przejść narzędzia.

5. Siła, moment i moc toczenia

W wyniku realizacji procesu skrawania pomiędzy narzędziem i przedmiotem obrabianym oddziałuje siła skrawania F_c , której wartość można obliczyć z następującej zależności:

$$F_c = a_p \cdot f \cdot k'_c \text{ [MPa]}$$

gdzie:

F_c – składowa główna (obwodowa) siły skrawania [N],
 v_c – głębokość skrawania [mm],
 f – posuw jednostkowy [mm],
 k'_c – opór właściwy skrawania [MPa].

Aby móc zrealizować proces skrawania niezbędne jest dostarczenie do procesu odpowiedniej ilości mocy. Jest ona potrzebna m.in. do pokonania sił tarcia i odkształcenia materiału. Moc potrzebną do zrealizowania procesu toczenia można wyliczyć z zależności:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60000} \text{ [kW]}$$

gdzie:

F_c – składowa główna (obwodowa) siły skrawania [N],
 v_c – prędkość skrawania [m/min].

Moc niezbędna do realizacji procesu skrawania dostarczana jest głównie przez silnik napędu ruchu głównego. Moc pobieraną przez silnik napędowy wrzeciona tokarki oblicza się ze wzoru:

$$P_s = \frac{P_c}{\eta} \text{ [kW]}$$

gdzie:

P_c – moc skrawania [kW],
 η – współczynnik sprawności układu napędowego tokarki $\approx 0,75$

W związku z realizacją procesu skrawania na wrzecionie tokarki powstaje moment obrotowy, który można obliczyć z zależności:

$$M_c = \frac{F_c \cdot d/2}{1000} \text{ [Nm]}$$

gdzie:

F_c – składowa główna (obwodowa) siły skrawania [N],
 d – średnica przedmiotu obrabianego [mm].

6. Narzędzia tokarskie.

Narzędzia tokarskie możemy podzielić na:

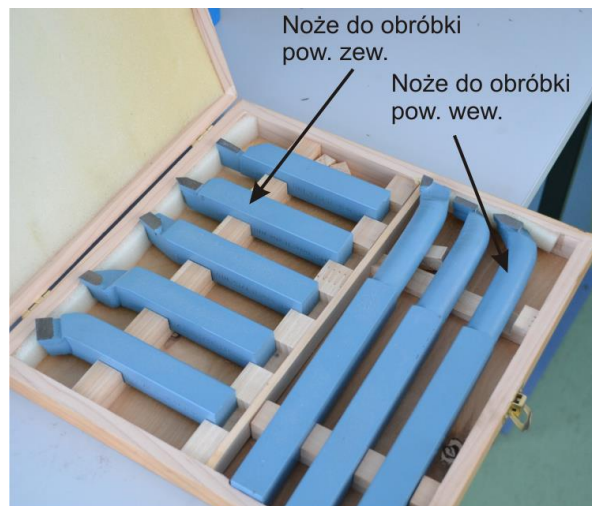
- Narzędzia jednolite.
- Narzędzia z trwale przymocowaną częścią skrawającą.
- Narzędzia składane.
- Narzędzia do radełkowania.

Narzędzia jednolite są to narzędzia gdzie część chwytowa jak i część robocza są wykonane z tego samego materiału. Na rys.11 przedstawiono widok narzędzia tokarskiego monolitycznego.



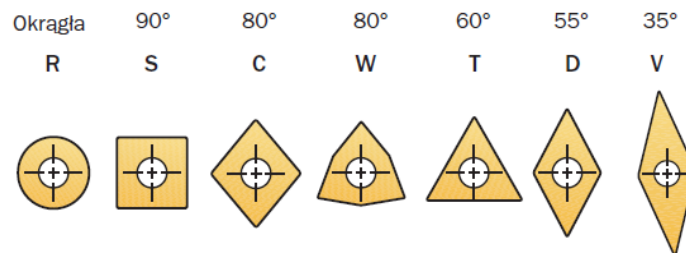
Rys. 11. Nóż tokarski jednolity

Narzędzia z trwale przymocowaną częścią skrawającą są to narzędzia gdzie część chwytowa wykonana jest z materiału konstrukcyjnego natomiast część robocza lub tylko skrawająca są wykonane materiału narzędziowego i trwale przymocowane do narzędzia poprzez klejenie, zgrzewanie, lutowanie lub spawanie. Na rys. 12 przedstawiono zestaw narzędzi tokarskich do obróbki powierzchni zewnętrznych oraz wewnętrznych z trwale przymocowaną częścią skrawającą w postaci węglkowej płytki skrawającej.



Rys. 12. Zestaw narzędzi tokarskich

Narzędzia składane to najczęściej używany typ narzędzi tokarskich. Budowa narzędzia składa się z korpusu (oprawki), płytki narzędziowej i płytki podporowej. W zależności od budowy rozróżniamy różne mocowania płytki skrawającej w korpusie (mocowanie sztywne, mocowanie dźwigniowe, mocowanie klinowe, mocowanie śrubą). Płytki skrawająca najczęściej wykonana jest z węgla spiekanego z dodatkowym pokryciem ochronnym. Kształt i sposób mocowania płytki w znaczący sposób decyduje o jej przeznaczeniu, np. płytka typu „C” wykorzystywana jest do obróbki zgrubnej, natomiast płytka typu „V” do obróbki wykończeniowej (profilowej). Wymiary i kształty płytek skrawających są ujednolicone w międzynarodowych normach ISO (rys. 13).

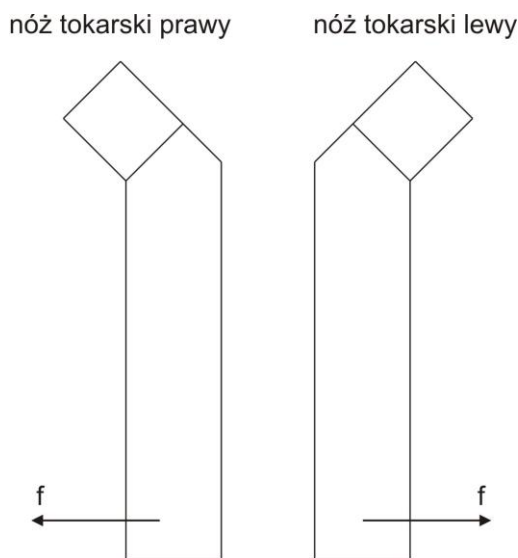


Rys. 13. Kształt płytek wg. ISO



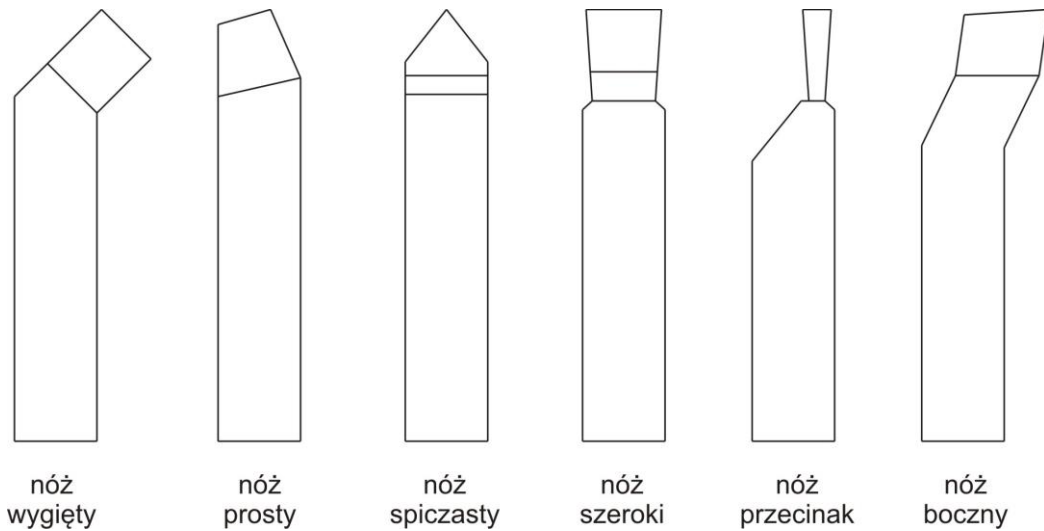
Rys. 14. Narzędzia tokarskie składane

Klasyfikację narzędzi tokarskich można przeprowadzić wg różnych kryteriów. Ze względu na kierunek pracy narzędzia rozróżnia się narzędzia prawe i lewe (rys. 15). Ponadto narzędzia tokarskie do toczenia powierzchni zewnętrznych określa się mianem „noży tokarskich”, a do toczenia powierzchni wewnętrznych „wytaczaków”.

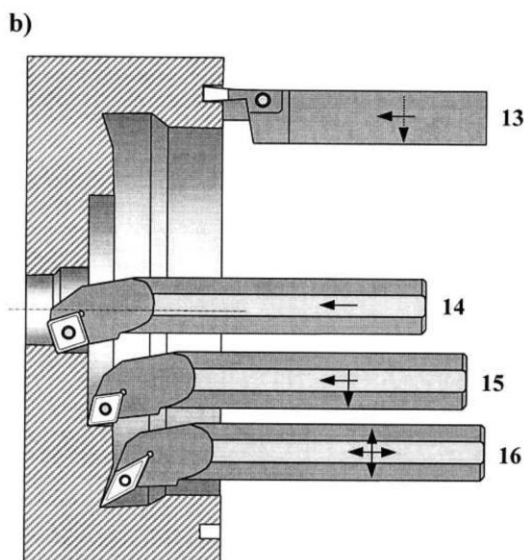
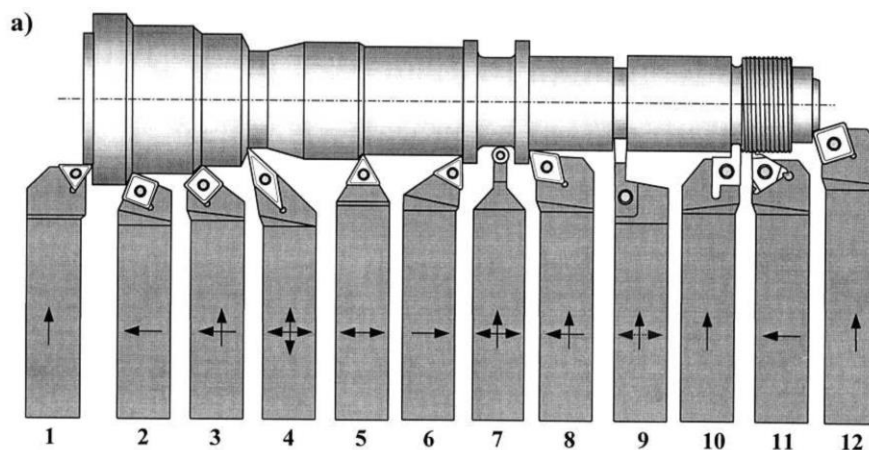


Rys. 15. Nóż tokarski prawy i lewy

Narzędzia tokarskie klasyfikuje się przede wszystkim ze względu na kształtowanie części skrawającej i położenie głównej krawędzi skrawającej, co determinuje przeznaczenie narzędzia. Wyróżnia się narzędzia tokarskie proste, wygięte, odsadzone, szerokie, spiczaste, boczne, czołowe, przecinaki, do rowków, hakowe itd. Przykłady różnych typów narzędzi przedstawia rys 16. Ponadto na rys. 17 przedstawiono przykład zastosowania wybranych typów narzędzi tokarskich w procesie toczenia różnych powierzchni.



Rys. 17. Typy narzędzi tokarskich



Przykłady zastosowań wybranych, składanych noży tokarskich:

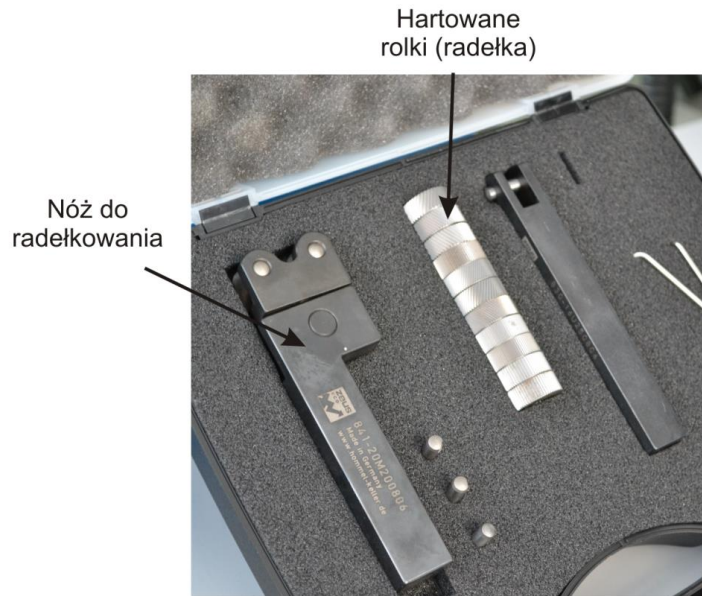
- a) do obróbki powierzchni zewnętrznych,
b) do obróbki powierzchni wewnętrznych

Noże do toczenia:

- 1- poprzeczne
- 2- wzdłużnego
- 3- wzdłużnego i poprzecznego
- 4- kopiowego
- 5- wzdłużnego w obu kierunkach
- 6- wzdłużnego z prostopadłym zakończeniem czoła
- 7- toczenia kształtowego i do wybierania tzw. „kieszeni”
- 8- poprzecznego i wzdłużnego
- 9- przecinającego lub wcinającego
- 10- kanałków kształtowych
- 11- gwintów
- 12- poprzecznego
- 13- kanałków na powierzchniach czołowych
- 14- wzdłużnego otworów przelotowych
- 15- wzdłużnego otworów nieprzelotowych
- 16- kopiowego powierzchni wewnętrznych

Rys. 17. Zastosowanie narzędzi tokarskich

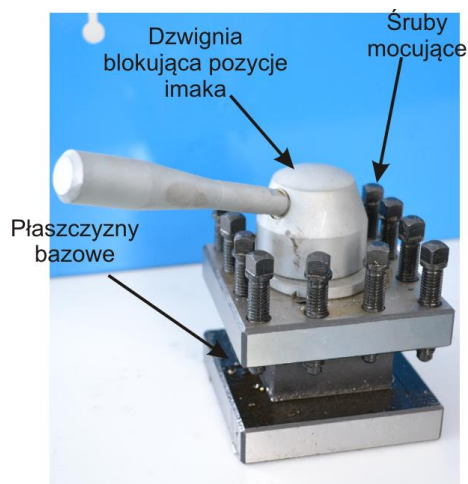
Narzędzia do radełkowania stosuje się w celu wygniecenia na powierzchni przedmiotu obrabianego drobnych rowków. Wykonuje się je najczęściej na powierzchniach chwytowych części przyrządów, łbach śrub, itd. Do radełkowania używa się jako narzędzi hartowanych rolek ze stali narzędziowej, które na obwodzie mają nacięte rowki o kącie rozwarcia 90° . Na rys. 18 przedstawiono zestaw do radełkowania zawierający dwa trzonki (obustronny i jednostronny), zestaw hartowanych rolek do radełkowania o różnych kątach nachylenia rowków oraz trzpienie mocujące rolki.



Rys. 18. Zestaw do radełkowania

7. Mocowanie narzędzi.

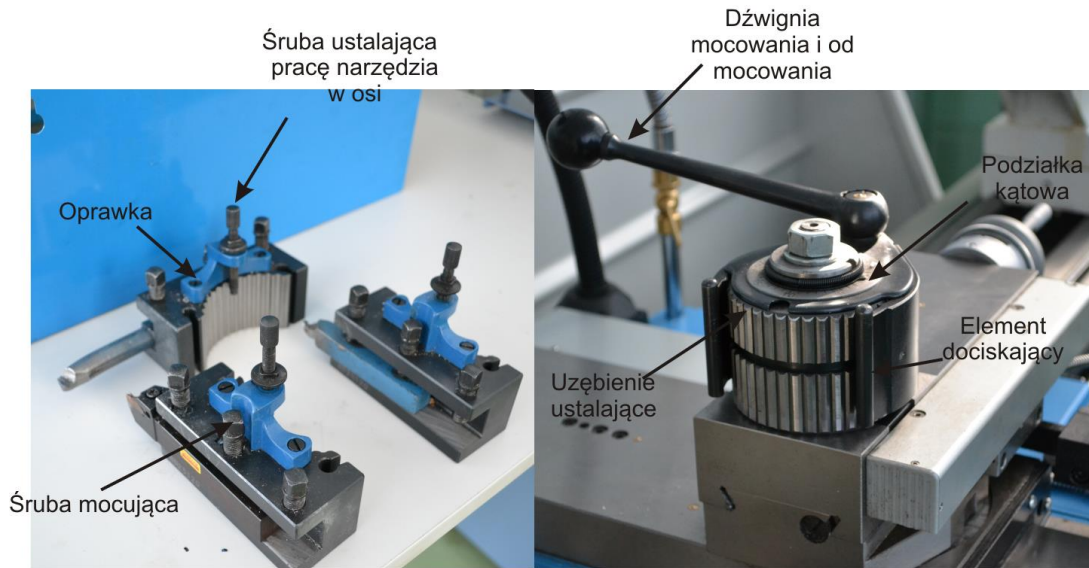
Najczęściej stosowanym sposobem mocowania narzędzi na tokarce jest zastosowanie imaka nożowego. Na rys. 19 pokazano cztero-pozycyjny imak narzędziowy do mocowania czterech narzędzi. Imak nożowy najczęściej wyposażony jest w mechanizm zatraskowy, co pozwala na szybką zmianę narzędzia i jego pewne ustalenie.



Rys. 19. Imak narzędziowy 4-pozycyjny.

Innym sposobem ustalania i mocowania narzędzia jest zastosowanie imaka jedno-nożowego z mechanizmem szybkiego mocowania. Dodatkowym atutem tego mocowania jest możliwość kąтового ustalenia narzędzia względem przedmiotu obrabianego, co za tym idzie zmianę kąta przystawienia narzędzia i obróbkę powierzchni stożkowej. Budowa tego typu

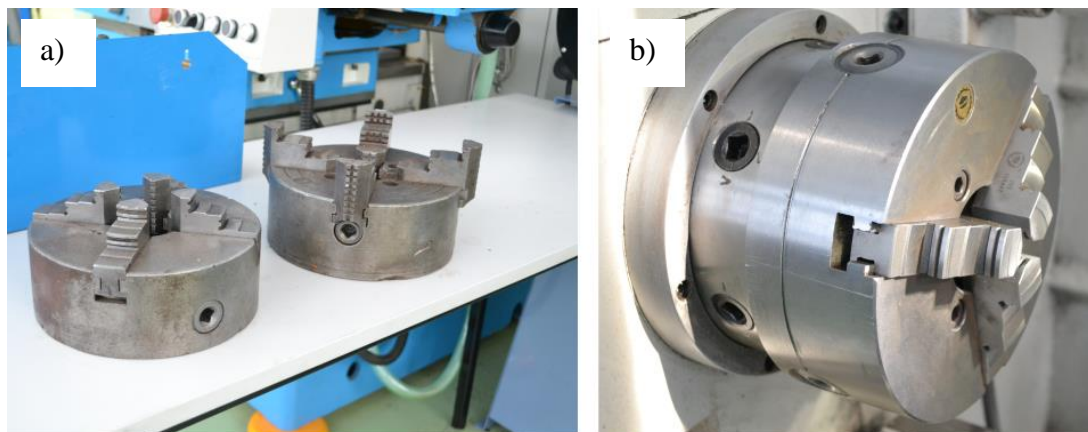
imaka składa się z oprawki, w której mocowane jest narzędzie oraz imak z wykonanym uzębieniem do wstępnego ustalania położenia narzędzia.



Rys. 20. Imak jednożożowy z mechanizmem szybkiego mocowania

8. Mocowanie przedmiotu obrabianego.

Jako elementy ustalająco – mocujące najczęściej są stosowane w tokarkach uchwyty samocentrujące 3- lub 4-szczękowe. Uchwyty tokarskie służą do szybkiego mocowania małych i średnich przedmiotów (elementy obrotowe) ustalonych współosiowo z wrzecionem tokarki. Najczęściej spotykanym uchwytem samocentrującym jest uchwyt spiralny. Składa się on z koła stożkowego napędzającego i koła talerzowego, w którym wykonany jest rowek spiralny, zwany spiralą Archimedesesa. Każda ze szczęk ma od wewnątrz występy, które wchodzi w kolejne zwoje rowka spiralnego. Przy przekręcaniu kluczem koła stożkowego szczęki przemieszczają się promieniowo w kadłubie uchwytu, mocując przedmiot.



Rys. 21. Oprzyrządowanie ustalająco – mocujące : a) uchwyt czteroszczękowy samocentrujący i uchwyt czteroszczękowy z niezależnym ustawieniem szczęk, b) uchwyt trzyszczękowy samocentrujący.

Innym sposobem ustalania i mocowania przedmiotu obrabianego jaki stosuje się do przedmiotów o małej sztywności, jest zastosowanie kłów oraz tarczy zabierkowej z zabierakiem. Przedmiot obrabiany po uprzednim wykonaniu nakiełków jest ustalony w osi tokarki pomiędzy konikiem z kłem obrotowym, a drugim kłem usytuowanym we wrzecionie obrabiarki. Napęd obrotowy przenoszony jest z wrzeciona tokarki poprzez tarczę zabierkową na zabierak zamocowany na przedmiocie obrabianym.

9. Stanowisko laboratoryjne

Ćwiczenie laboratoryjne realizowane jest na tokarce uniwersalnej firmy KNUTH V-Turn 410 przedstawionej na rys. 22.



Rys. 22. Tokarka uniwersalna KNUTH V-Turn 410 1-korpus, 2- skrzynka posuwów, 3 – skrzynka prędkości, 4 – wyświetlacz cyfrowy położenia, 5 – wrzeciono przedmiotowe, 6 – imak nożowy, 7 – prowadnice, 8 – konik, 9 – śruba pociągowa , 10 – walek pociągowy , 11 – walek sterujący (włączenie prędkości obrotowej wrzeciona), 12 – skrzynka suportowa z dźwigniami sterującymi (załączenie/wyłączenie mechanicznego posuwu wzdłużnego i poprzecznego)

Podstawowe wielkości charakterystyczne:

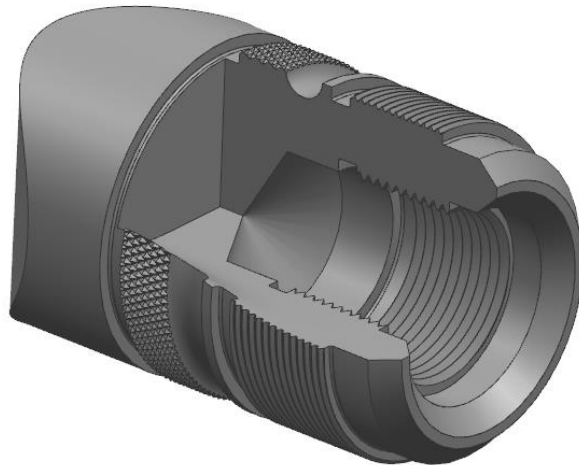
- Średnica obrabiania nad łóżem (max)	410 mm
- Średnica obrabiania nad suportem	255 mm
- Przesuw osi X	210 mm
- Przesuw osi Z	102 mm
- Zakres prędkości, wysokie	550 – 300 obr/min
- Zakres prędkości, niskie	30 – 550 obr/min
- Moc, napęd główny	5,5 kW
- Napięcie zasilania	400 V
- Wymiary ogólne	1940x820x1280 mm
- Waga	1200 kg

Kształtowanie materiału będzie się odbywać, jeżeli wprowadzimy ruch obrotowy wrzeciona i ruch posuwowy narzędzia. Wrzeciono (5) otrzymuje napęd od silnika umieszczonego w

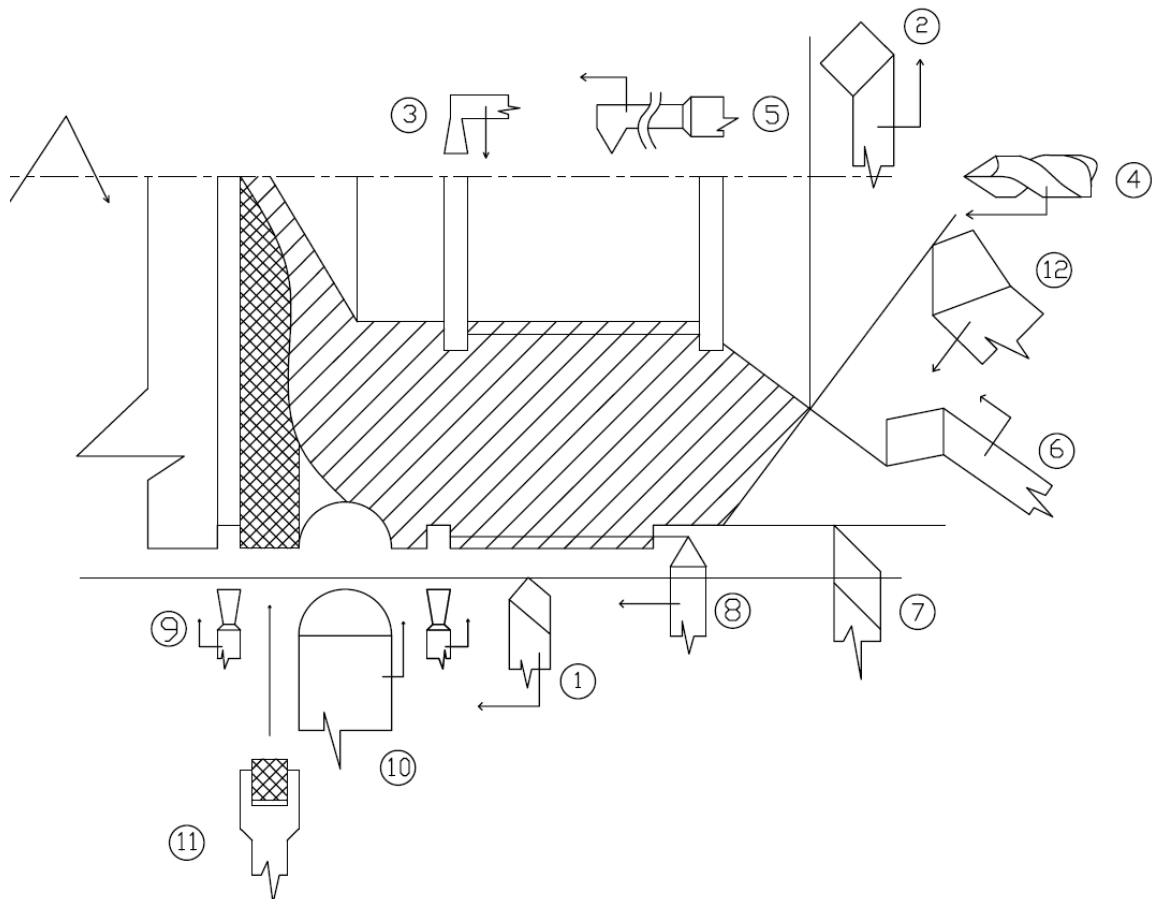
korpusie tokarki za pośrednictwem przekładni pasowej (13) i skrzynki prędkości (3). Posuw mechaniczny narzędzia realizowany jest od wrzeciona za pośrednictwem przekładni gitarowej (14), skrzynki posuwów (2) poprzez wałek pociągowy (10) oraz skrzynkę suportową (12). W skrzynce suportowej napęd zostaje rozdzielony na realizację posuwu wzdłużnego lub poprzecznego.

10. Wykonanie przedmiotu z zastosowaniem różnych operacji tokarskich

Celem ćwiczenia jest wykonanie przedmiotu widocznego na rys. 23 z zastosowaniem różnych narzędzi tokarskich oraz różnych operacji.



Rys. 23. Widok przedmiotu po obróbce

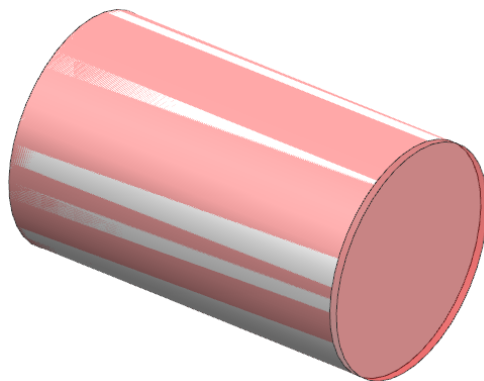


Rys. 24. Ustawienie narzędzi do obróbki

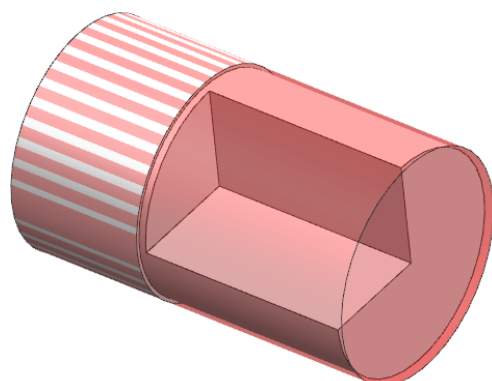
Lista operacji do wykonania:

1. Planowanie
2. Toczenie wzdłużne
3. Wiercenie otworu
4. Toczenie rowka wewnętrznego
5. Toczenie wzdłużne pow. wewnętrznych
6. Toczenie pow. stożka wewnętrznego
7. Toczenie gwintu wewnętrznego
8. Toczenie wzdłużne pow. Zewnętrznej
9. Toczenie pow. stożka zewnętrznego
10. Toczenie rowków zewnętrznych
11. Toczenie rowka kształtowe
12. Toczenie gwintu zewnętrznego
13. Radelkowanie

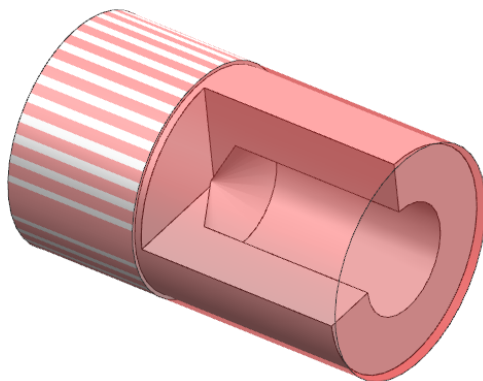
Poniżej przedstawiono wygląd przedmiotu po wykonaniu każdej z operacji.



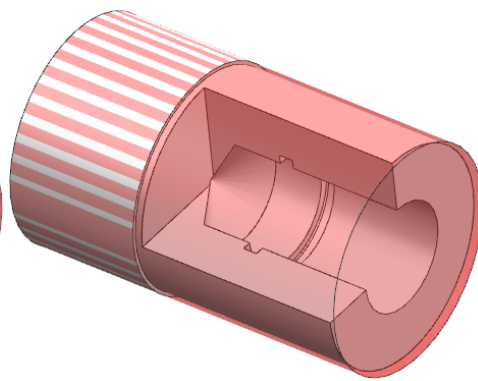
Planowanie



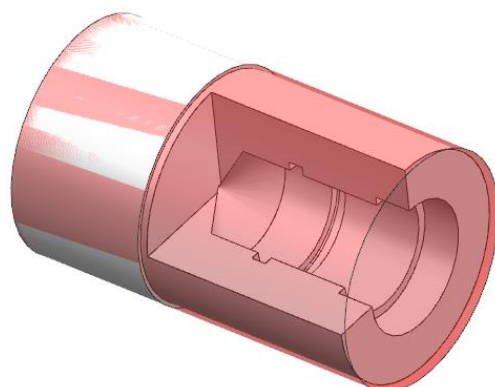
Toczenie wzdłużne



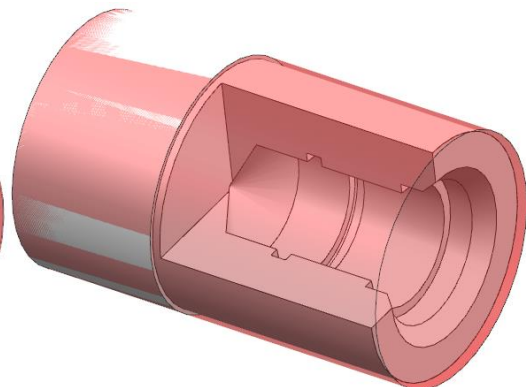
Wiercenie



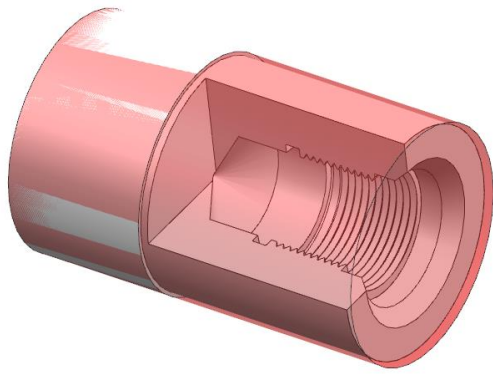
Toczenie rowka wew.



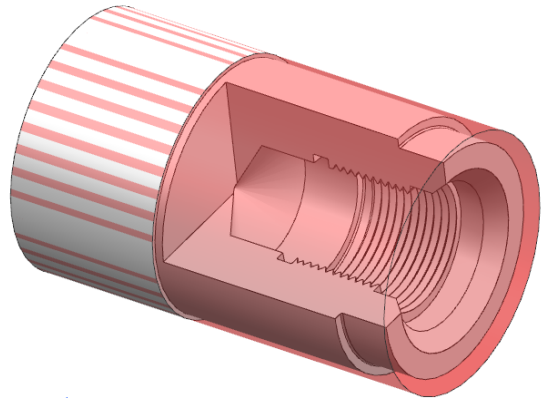
Toczenie wzdłużne wew.



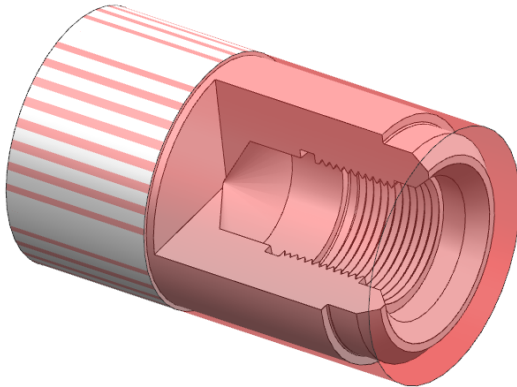
Toczenie pow. stożka wewnętrznego



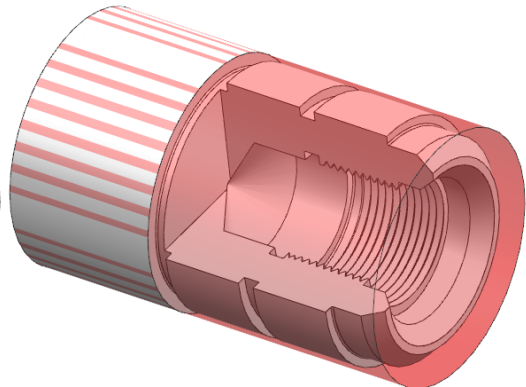
Toczenie gwintu wewnętrznego



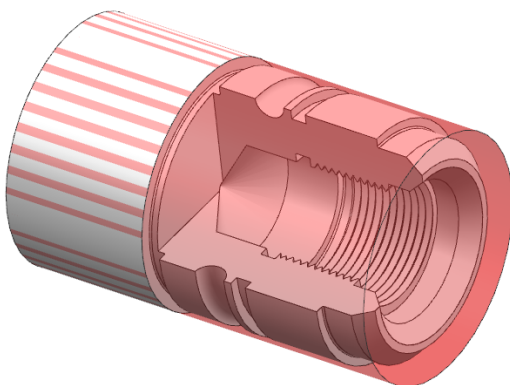
Toczenie wzdłużne zew.



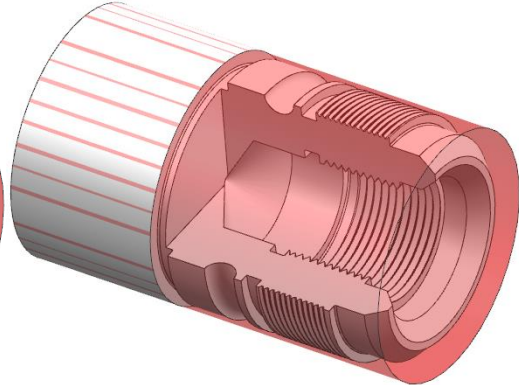
Toczenie pow. Stożka zewnętrznego



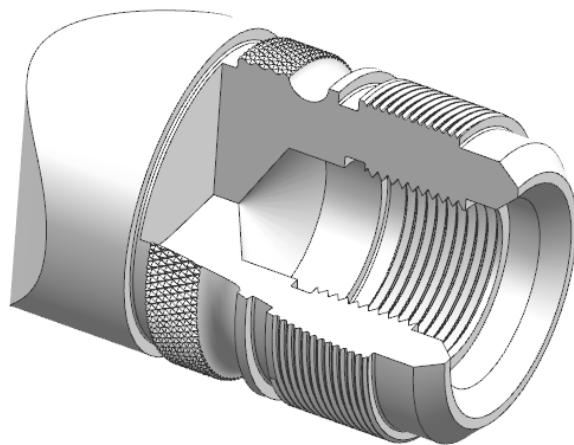
Toczenie rowków zew.



Toczenie rowka kształtowego



Toczenie gwintu zewnętrznego



Radelkowanie powierzchni chwytowej

SPRAWOZDANIE

Nazwisko i Imię:

Przedmiot :

OBRÓBKA SKRAWANIEM I NARZĘDZIA

Ćwiczenie:

Toczenie cz. I

1. Przeprowadzić obliczenia parametrów skrawania dla podanych danych.

d = mm

d₁ = mm

n = obr/min

f_n = mm/obr

2. Przeprowadzić obliczenia siły, mocy i momentu toczenia.

Materiał obrabiany:

k_c' = MPa

R_m = MPa

HB =

3. Wykonać rysunek ustawienia narzędzia do realizacji podanej operacji tokarskiej.

Operacja tokarska: