

| <b>Metryczka</b> | <b>Opis/Treść</b>                          |
|------------------|--------------------------------------------|
| Tytuł kursu:     | Techniki wytwarzania w obróbce maszynowej. |
| Tytuł modułu:    | Elementy budowy obrabiarek uniwersalnych.  |

## **Kurs: Techniki wytwarzania w obróbce maszynowej.**

### **Elementy budowy obrabiarek uniwersalnych**

#### Spis treści

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Wstęp.....                                                         | 2  |
| 2. Budowa i zasada działania tokarki uniwersalnej.....                | 2  |
| 2.1 Oprzyrządowanie tokarki.....                                      | 3  |
| 2.1.1 Elementy ustalające – mocujące przedmiot obrabiany.....         | 3  |
| 2.1.2 Elementy podpierające .....                                     | 4  |
| 2.1.3 Oprzyrządowanie ustalające – mocujące narzędzia obróbkowe. .... | 7  |
| 3 Budowa i zasada działania frezarki uniwersalnej .....               | 9  |
| 3.1 Oprzyrządowanie frezarki. ....                                    | 11 |
| 3.2 Mocowanie narzędzi frezarskich. ....                              | 14 |
| 4 Napędy obrabiarek .....                                             | 14 |
| 4.1 Przekładnia pasowa .....                                          | 15 |
| 4.2. Skrzynka prędkości .....                                         | 16 |
| 4.3 Nawrotnica .....                                                  | 16 |
| 4.4 Skrzynki posuwów.....                                             | 16 |
| 5 Sterowanie obrabiarek .....                                         | 17 |
| 5.1 Sterowanie numeryczne.....                                        | 17 |
| 5.2 Sterowanie komputerowe.....                                       | 18 |
| 6 Urządzenia do smarowania obrabiarek .....                           | 18 |
| 6.1 . Rodzaje układów smarowania .....                                | 19 |
| 6.2 Materiały smarne.....                                             | 20 |
| 7 Urządzenia do chłodzenia obrabiarek .....                           | 20 |
| 7.1 Rodzaje urządzeń chłodzących.....                                 | 21 |
| 7.2 Rodzaje chłodziw.....                                             | 21 |

## **1. Wstęp.**

Obrabiarki skrawające są stosowane do nadawania obrabianemu przedmiotowi wymaganego kształtu przez oddzielenie nadmiaru materiału w postaci wiórów. Do obrabiarek tych należą: tokarki, wiertarki, frezarki, strugarki, szlifierki i inne.

W zależności od zastosowania rozróżnia się obrabiarki:

- ogólnego przeznaczenia (uniwersalne) umożliwiające wykonywanie różnorodnych prac w produkcji jednostkowej i małoseryjnej,
- specjalizowane przewidziane do wykonywania określonych robót w węższym zakresie np.: tokarko-kopiarki, frezarki,
- specjalne-stosowane w określonych gałęziach przemysłu np. tokarki dla kolejnictwa do obróbki kół wagonowych, tokarki dla przemysłu hutniczego do obróbki walców hutniczych itp.

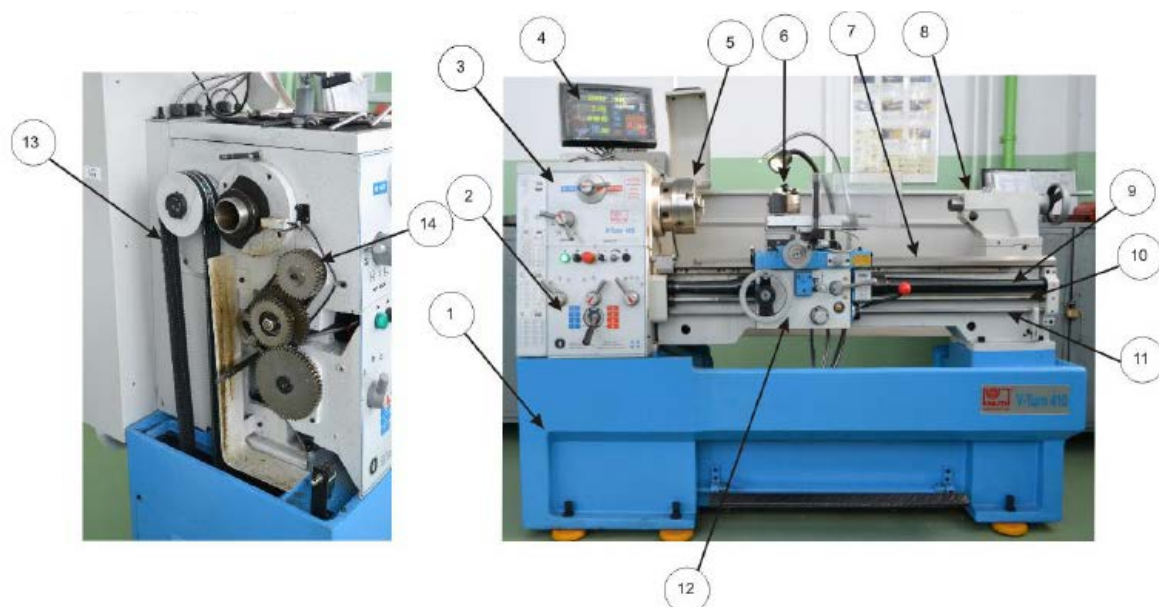
## **2. Budowa i zasada działania tokarki uniwersalnej.**

Tokarki stanowią podstawową grupę obrabiarek przeznaczonych do obróbki powierzchni osiowo symetrycznych (obrotowych). Kształtowanie powierzchni obrotowych realizowane jest przez sprzężenie dwóch ruchów. Ruchu główny (ruch obrotowy) wykonywany przez przedmiot obrabiany oraz ruch prostoliniowy (ruch posuwowy) realizowany przez narzędzie.

Ze względu na różnorodną konstrukcję, sposób pracy, kształt powierzchni obrabianej, sposób mocowania, tokarki możemy podzielić na:

- a) tokarki kłowe,
- b) tokarki uchwytowe,
- c) tokarki wielonożowe i rewolwerowe,
- d) automaty i półautomaty,
- e) tokarki karuzelowe,
- f) tokarki kopiarki,
- g) tokarki do gwintów,
- h) tokarki specjalizowane.

Rys. 1. Tokarka uniwersalna KNUT 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 – wałek pociągowy, 11 – wałek sterujący (włączenie prędkości obrotowej wrzeciona), 12 – skrzynka suportowa z dźwigniami sterującymi (załączenie/wyłączenie mechanicznego posuwu wzdłużnego i poprzecznego), 13 – przekładnia pasowa, 14 – przekładnia gitarowa.



Źródło: <http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/toczenie1.pdf>

Kształtowanie materiału będzie się odbywać, jeżeli wprowadzimy ruch obrotowy wrzeciona i ruch posuwowy narzędzia. Wrzeciono (5) (rys. 1) 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.

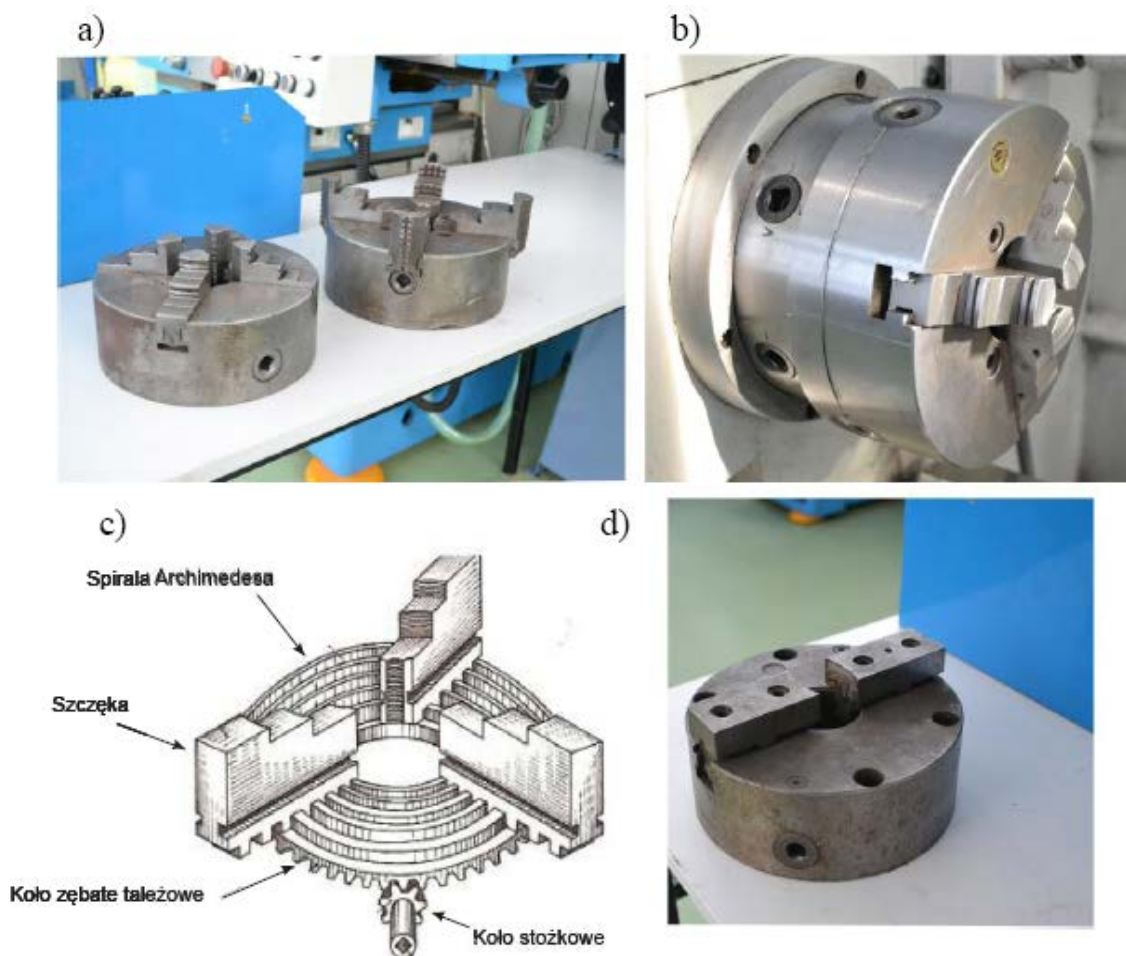
## 2.1 Oprzyrządowanie tokarki.

### 2.1.1 Elementy ustalająco – mocujące przedmiot obrabiany.

W obrabiarkach przedmiot obrabiany powinien być tak umocowany, by był prawidłowo położony i by uniemożliwić jego przemieszczanie się. Do tego celu służą uchwyty i inne elementy ustalająco mocujące. Takimi elementami stosowanymi w tokarkach są najczęściej uchwyty samocentrujące 3- lub 4-szczękowe (rys. 2). 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 wchodzą w kolejne

zwoje rowka spiralnego. Przy przekręcaniu kluczem koła stożkowego szczęki przemieszczają się promieniowo w kadłubie uchwyty, mocując przedmiot.

Rys. 2. Oprzyrządowanie ustalająco – mocujące : a) uchwyt czteroszczękowy samocentrujący i uchwyt czteroszczękowy z niezależnym ustawieniem szczęk, b) uchwyt trzyszczękowy samocentrujący, c) budowa uchwyty trzyszczękowego z spiralą Archimedesą, d) uchwyt dwuszczękowy samocentrujący.

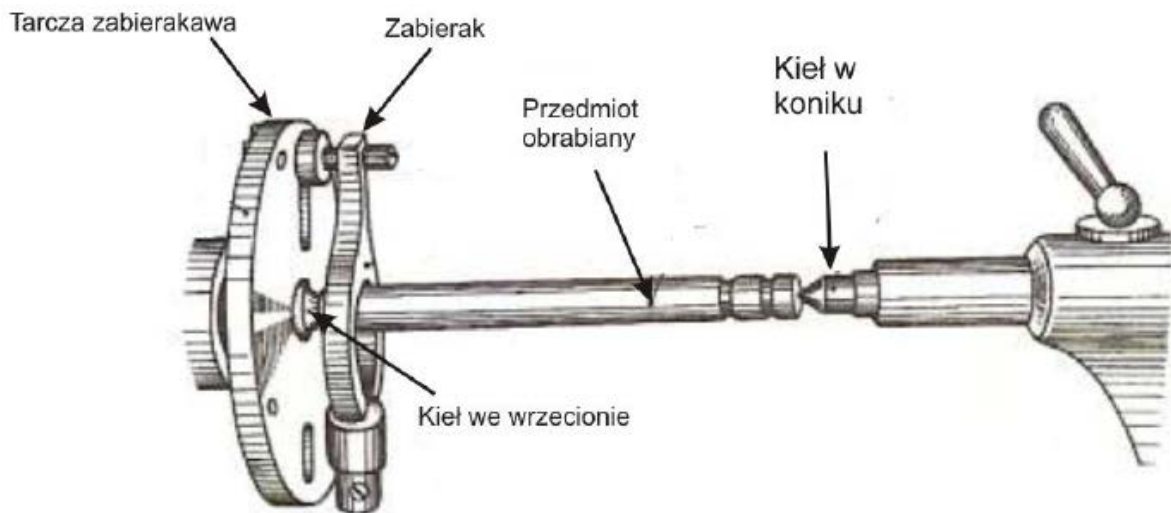


Źródło: <http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/toczenie1.pdf>

### 2.1.2 Elementy podpierające

Innym sposobem ustalania i mocowania przedmiotu obrabianego, jaki stosuje się do przedmiotów o małej sztywności, jest zastosowanie kłów oraz tarczy zabierakowej 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 zabierakową na zabierak zamocowany na przedmiocie obrabianym. Na rys. 3 przedstawiono sposób ustalania i mocowania w kłach.

Rys. 3. Mocowanie przedmiotu w kłach



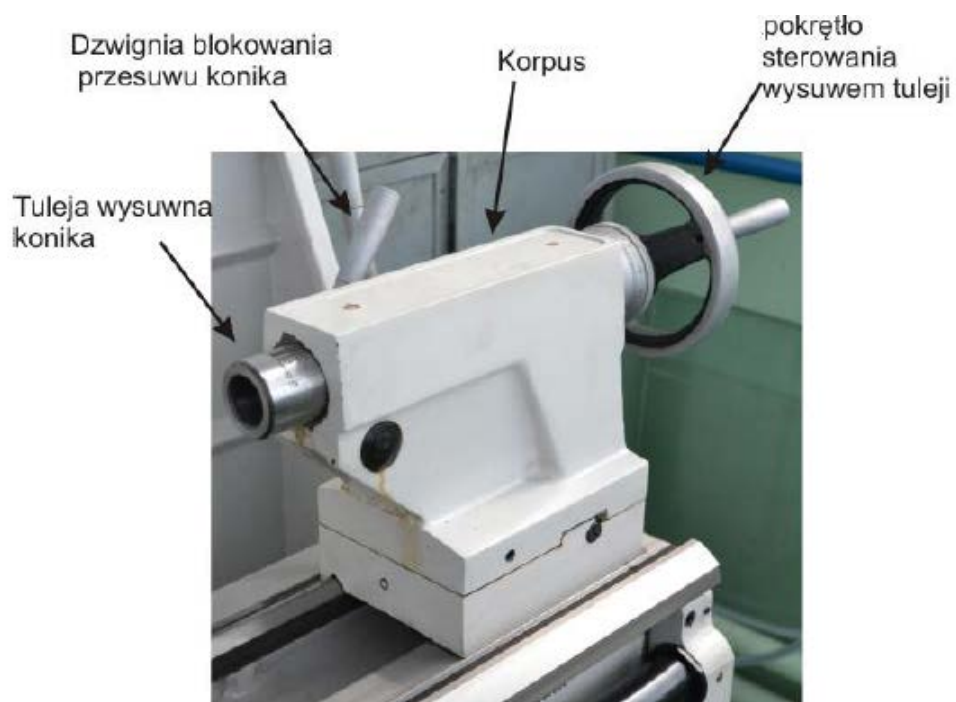
Źródło: <http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/toczenie1.pdf>

**Konik (rys. 4)**– jest zespołem tokarki, który pełni dwie funkcje. Po pierwsze służy jako element podpierający przedmiot obrabiany podczas procesu skrawania, po drugie do mocowania narzędzi do obróbki otworów takich jak wiertła, rozwiertaki, itd.

**Podtrzymka stała (rys.5)**– jest mocowana na prowadnicach łoża i obejmuje przedmiot obrabiany za pomocą trzech kamieni lub rolek tocznych łożyskowanych podtrzymując podczas obróbki i zapobiegając nadmiernemu ugięciu. Podtrzymka stanowi dodatkowy punkt podparcia i zmniejsza jego swobodną długość.

**Podtrzymka ruchoma (rys. 6)**– jest mocowana na suporcie wzdłużnym tokarki. Podpiera powierzchnie już wcześniej przetoczoną. W tego rodzaju podtrzymce należy regulować wysunięcie elementów podpierających każdorazowo po przejściu obróbczym.

Rys. 4. Budowa konika



Źródło: <http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/toczenie1.pdf>

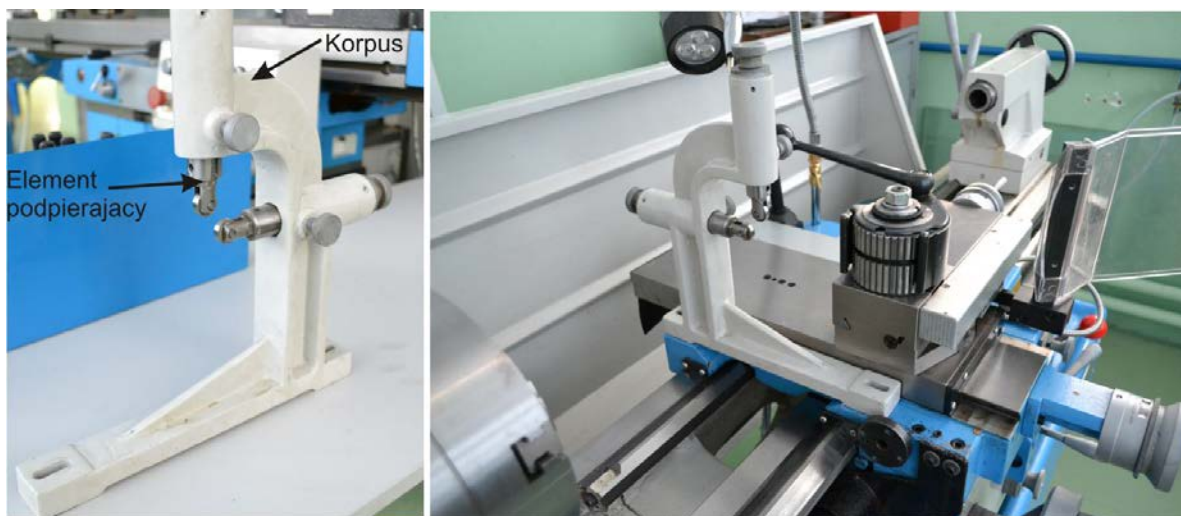
Rys. 5. Podtrzymka stała budowa i usytuowanie na tokarce.



Źródło: <http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/toczenie1.pdf>



Rys. 6. Podtrzymka ruchoma budowa i usytuowanie na tokarce

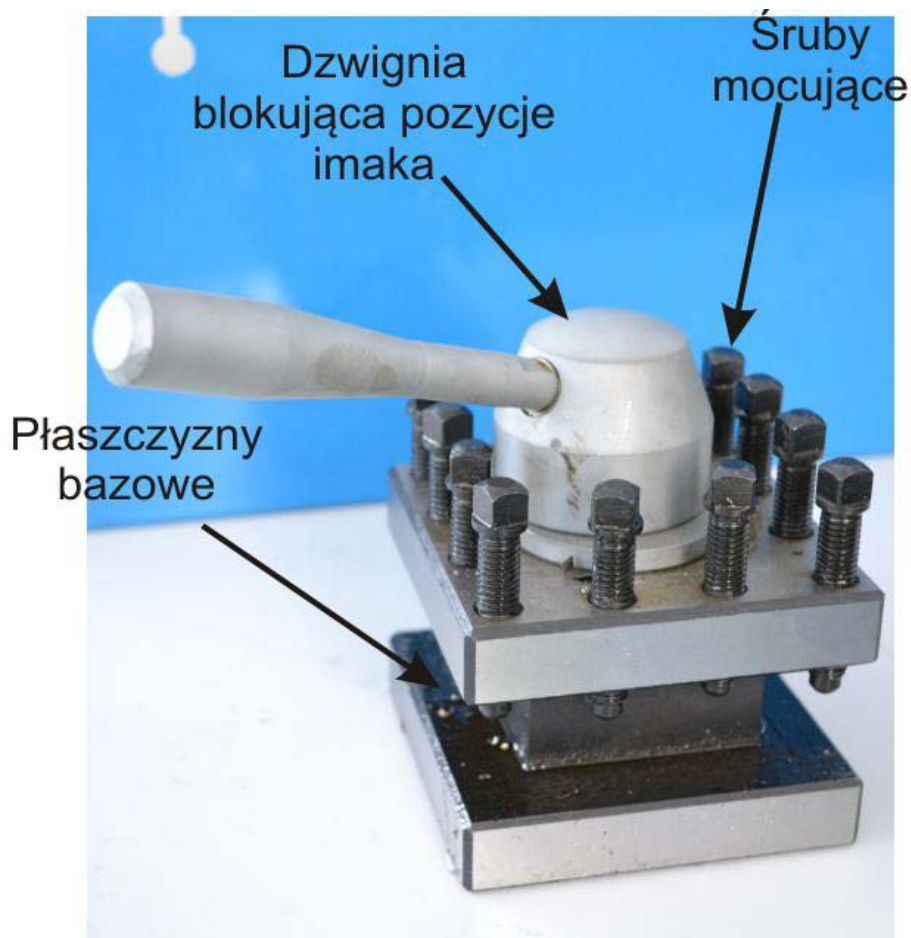


Źródło: <http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/toczenie1.pdf>

### 2.1.3 Oprzyrządowanie ustalająco – mocujące narzędzia obróbkowe.

Najczęstszym sposobem mocowania narzędzi na tokarce jest zastosowanie imaka nożowego (rys. 7). Na rysunku poniżej 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. 7. Imak narzędziowy 4-pozycyjny.

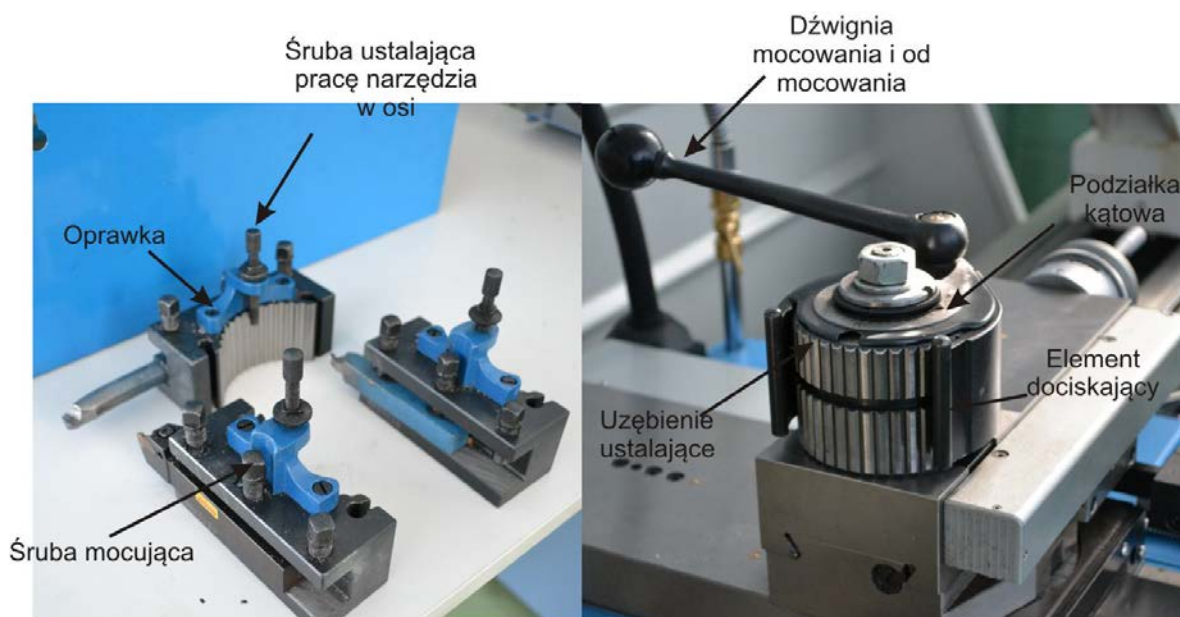


Źródło: <http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/toczenie1.pdf>

Innym sposobem ustalania i mocowania narzędzia jest zastosowanie imaka jedno nożowego z mechanizmem szybkiego mocowania (rys.8). Dodatkowym atutem tego mocowania jest możliwość kątownego 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. 8. Imak jednonożowy z mechanizmem szybkiego mocowania i od mocowania



Źródło: <http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/toczenie1.pdf>

### 3. Budowa i zasada działania frezarki uniwersalnej

Frezarki odznaczają się uniwersalnością zastosowania, po tokarkach są obrabiarkami najbardziej rozpowszechnionymi. Stosowanie narzędzi wieloostrzowych oraz dużych wartości parametrów skrawania czyni frezarki obrabiarkami o dużej wydajności.

Ruch główny wykonuje wrzeciono wraz z zamocowanym w nim narzędziem, ruch posuwu, zazwyczaj prostoliniowy, wykonuje stół frezarski z zamocowanym na nim przedmiotem obrabianym. Napęd posuwów (wzdłużnego i poprzecznego) we frezarkach najczęściej jest nie zależny od napędu wrzeciona i realizowany jest odrębnym silnikiem.

Najbardziej są rozpowszechnione frezarki wspornikowe tzw. konsolowe. Frezarki tego typu mogą mieć oś wrzeciona usytuowaną poziomo lub pionowo. Na rys. 9 przedstawiono frezarkę uniwersalną KNUT WF 2.1 z możliwością usytuowania osi wrzeciona pionowo, poziomo lub skośnie do przedmiotu obrabianego.

Rys. 9. Budowa uniwersalnej frezarki wspornikowej: 1-wrzeciono pionowe, 2- wrzeciono poziome, 3- podziałka skreću osi pionowej wrzeciona, 4- belka wspornikowa, 5 posuw ręczny poprzeczny, 6 – wyświetlacz pozycji, 7 – skrzynka prędkości obrotowej wrzeciona, 8 – skrzynka posuwów, 9 – posuw ręczny wzdłużny, 10 – posuw ręczny pionowy, 11 – korpus, 12 – wspornik



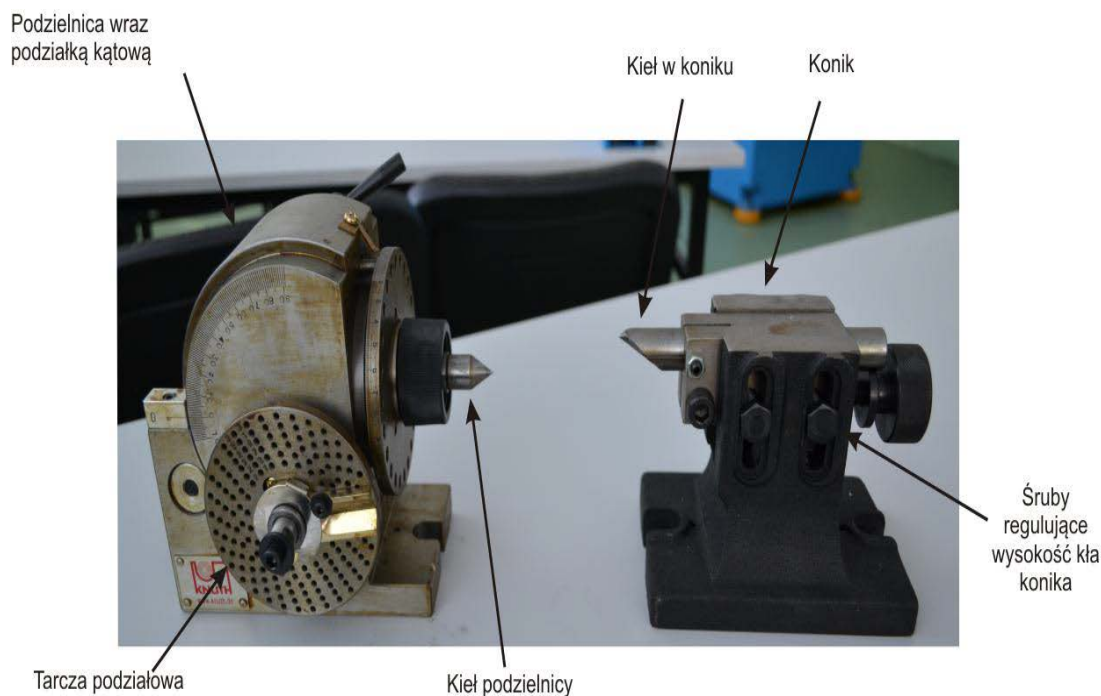
Źródło: <http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/frezowanie1.pdf>

Na prowadnicach korpusu (11) przesuwają się pionowo wspornik (12) zwany konsolą, na którym umieszczony jest stół z możliwością przesuwu wzdłużnego. W górnej części znajduje się belka wspornikowa (4) z zamocowanym wrzecionem pionowo –skrętnym. Belka wspornikowa realizuje dwa zadania, po pierwsze wykonuje przesuw poprzeczny narzędzia, po drugie podtrzymuje narzędzie w konfiguracji poziomej wraz zainstalowaną na prowadnicach podtrzymałą.

### 3.1 Oprzyrządowanie frezarki.

**Podzielnice uniwersalne** – podzielnica jest zaopatrzona w trzy wymienne tarcze o następujących liczbach otworów: I tarcza: 15, 16, 17, 18, 19, 20; II tarcza: 21, 23, 27, 29, 31, 33; III tarcza: 37, 39, 41, 43, 47, 49. Wyposażenie normalne podzielnicy stanowi: konik z pochyłą obsadą i nastawną wysokością kła, podpórka nastawna do frezowania długich przedmiotów i kiel z zabierakiem. Podzielnice tego typu stosuje się do obróbki przedmiotów wymagających podziału obwodu na równe lub nierówne części (np. frezowanie prostoliniowych rowków o różnym zarysie na obwodzie wałka, frezowania wielowypustów, frezowanie wałków wielobocznych, nacinania uzębień frezami krążkowymi lub palcowymi). Na rys. 10 przedstawiono podzielnicę uniwersalną wraz z konikiem.

Rys. 10. Podzielnica uniwersalna.



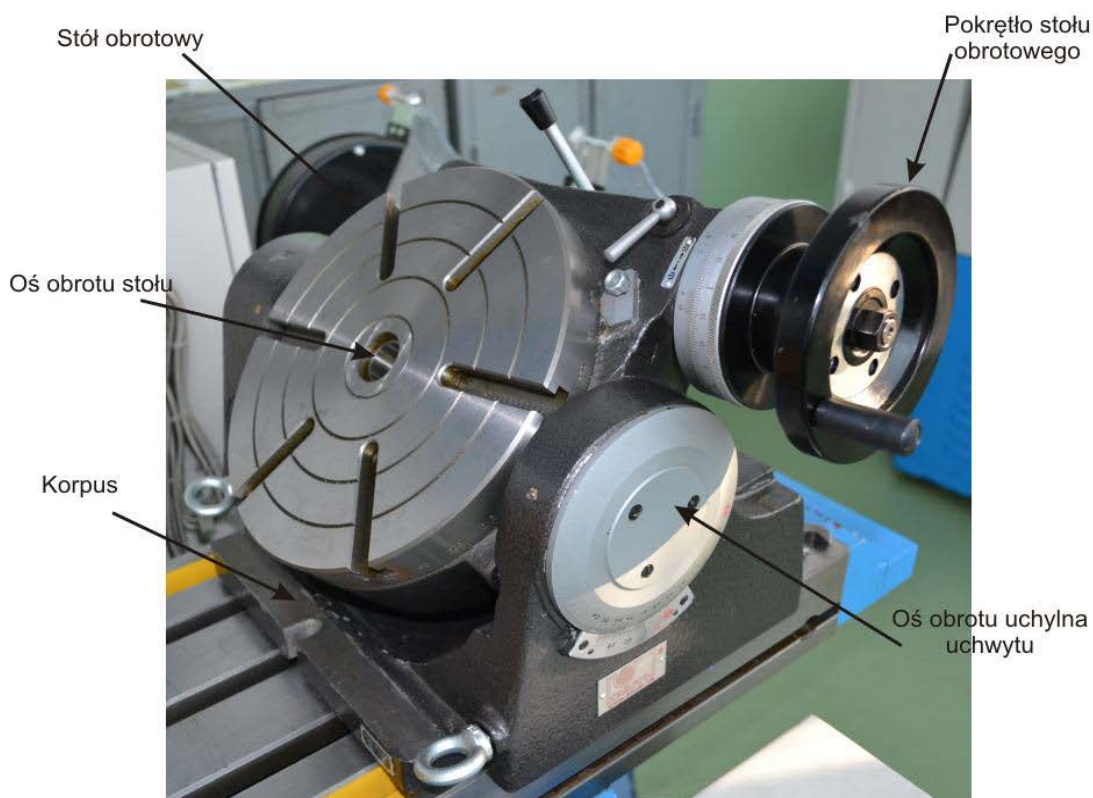
Źródło: <http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/frezowanie1.pdf>

**Stół uchylno – obrotowy** – jest stosowany do frezowania ciągłego drobnych przedmiotów dookoła osi obrotu stołu oraz do frezowania bocznych powierzchni i rowków po łuku koła w przedmiotach o większych wymiarach, najczęściej stoły te stosowane są na frezarkach pionowych. Na rys. 11 przedstawiono stół uchylno – obrotowy. Na powierzchni stołu wykonane zostały rowki teowe umożliwiające mocowanie przedmiotu obrabianego.

**Imadło uchylno – obrotowe** – jest stosowane do szybkiego mocowania drobnych przedmiotów w produkcji jednostkowej lub małoseryjnej. Dzięki możliwości skrętu oraz nadania kąta pochylenia imadła, znacznie zwiększają się możliwości technologiczne wytwarzania. Na rys. 12 przedstawiono imadło uchylno – obrotowe.

**Zestaw do bezpośredniego mocowania przedmiotu.** – mocowanie bezpośrednie przy użyciu docisków stosowane jest do średnich i wielkich przedmiotów o prostej, nie skomplikowanej geometrii w produkcji małoseryjnej. Na rys.13 przedstawiono zestaw do bezpośredniego mocowania przedmiotów w skład którego wchodzi: łapy dociskowe, śruby mocujące, kamienie ustalające, elementy podpierające itd.

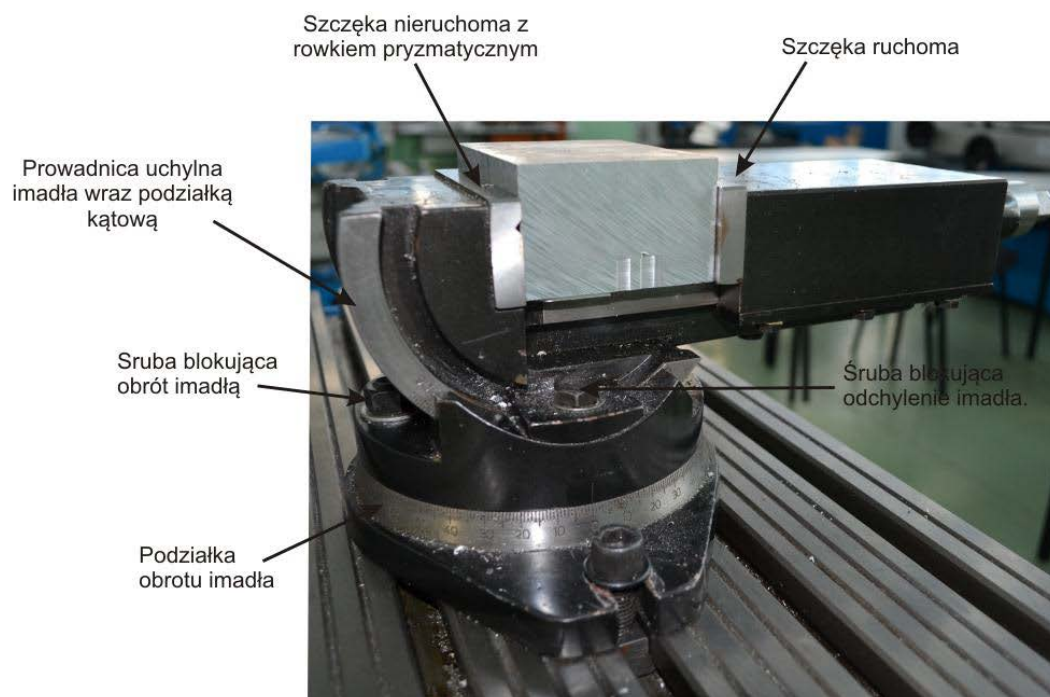
Rys. 11. Stół uchylno – obrotowy



Źródło:<http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/frezowanie1.pdf>



Rys. 12. Imadło uchylno – obrotowe.



Źródło: <http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/frezowanie1.pdf>

Rys. 13 Zestaw do bezpośredniego mocowanie przedmiotu.



Źródło: <http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/frezowanie1.pdf>

### 3.2 Mocowanie narzędzi frezarskich.

Mocowanie frezów zależy od ich konstrukcji. Do tego celu stosuje się różne trzpienie i oprawki. Stożki w gnieździe wrzeciona frezarki SK, o zbieżności 7:24 służą do mocowania i ustalania trzpienia w osi wrzeciona. Stożek ten jest mocowany śrubą przechodzącą przez wrzeciono, natomiast moment obrotowy z wrzeciona przenoszony jest przez kamienie zabierakowe umieszczone na powierzchni czołowej końcówki wrzeciona. Do zalet tego systemu mocowania można zaliczyć: proste wykonanie, symetryczną konstrukcję, zdolność samocentrowania. Na rys. 14 przedstawiono trzpienie frezarskie do mocowania frezów.

Rys.14. Trzpienie frezarskie.



Źródło:<http://www.prz.rzeszow.pl/ktwia/download/frezowanie1.pdf>

### 4 Napędy obrabiarek.

Każda obrabiarka, niezależnie od tego czy jest obrabiarką o prostych czy złożonych ruchach kształtowania, ma układ napędowy. Jak wynika z zasad kształtowania, obrabiarka ma najczęściej dwa ruchy napędowe, a mianowicie ruch główny (roboczy)



oraz ruch posuwowy. Odstępstwem od takiego układu napędowego są przypadki, gdy na skutek zastosowania narzędzia kształtowego konieczny jest tylko ruch główny oraz przypadki, gdy na skutek zastosowania narzędzia wieloostrzowego obrotowego (freza, ściernicy) ruch główny jest z punktu widzenia kształtowania ruchem biernym i istnieje konieczność zastosowania dwóch ruchów posuwowych. Zarówno ruch główny określany szybkością skrawania, jak i ruch posuwowy określamy wielkością posuwu zależne są od parametrów skrawania.

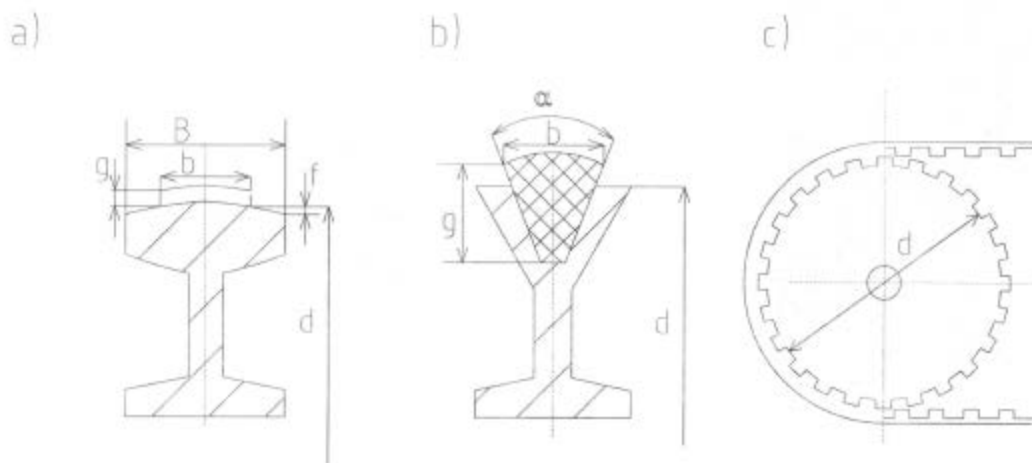
#### 4.1 Przekładnia pasowa

Przekładnie pasowe znajdują szerokie zastosowanie w obrabiarkach. Do ich podstawowych zalet należą:

- łagodne i bez drganiowe przenoszenie napędu,
- możliwość przenoszenia napędu na znaczna odległość,
- występowanie poślizgu (wyjątek stanowią tylko pasy uzębione w przypadku występowania nadmiernego obciążenia).

Ostatnia z podanych cech eliminuje konieczność użycia w napędzie sprzęgieł przeciążeniowych lub sprzęgieł bezpieczeństwa. W napędach obrabiarek stosuje się przekładnie z pasami płaskimi, z pasami klinowymi lub z pasami uzębionymi. Rys. 15 przedstawia przykładowe koła pasowe stosowane do pasów płaskich, pasów klinowych, pasów uzębionych

Rys. 15. Koła pasowa: a). do pasów płaskich, b). do pasów klinowych, c). do pasów zębatych.



Źródło: <http://www.itm.ps.pl/dyd/Obrabiarki/Kinematyka%20tokarki.pdf>

Pasy płaskie dzięki dużej podatności na zginanie są stosowane zwłaszcza do pracy przy dużej prędkości. Niewielka wypukłość wienca koła pasowego  $f = 0,01 B$  ma na celu zapobieżenie spadania podczas pracy.

Pasy klinowe w porównaniu z pasami płaskimi lepiej przylegają do koła pasowego, umożliwiają stosowanie mniejszego kąta opasania oraz mniejszego napięcia wstępnego. Pasy klinowe najczęściej występują w układach równoległych po kilka pasów obok siebie. Pasy uzębione na wewnętrznym obwodzie mają wykonane występy zapobiegające ich poślizgowi. Pasy takie są wzmacniane wewnątrz stalowymi linkami, które zapobiegają rozciągnięciu się pasa oraz umożliwiają przenoszenie przez przekładnie większych obciążeń.

## 4.2. Skrzynka prędkości

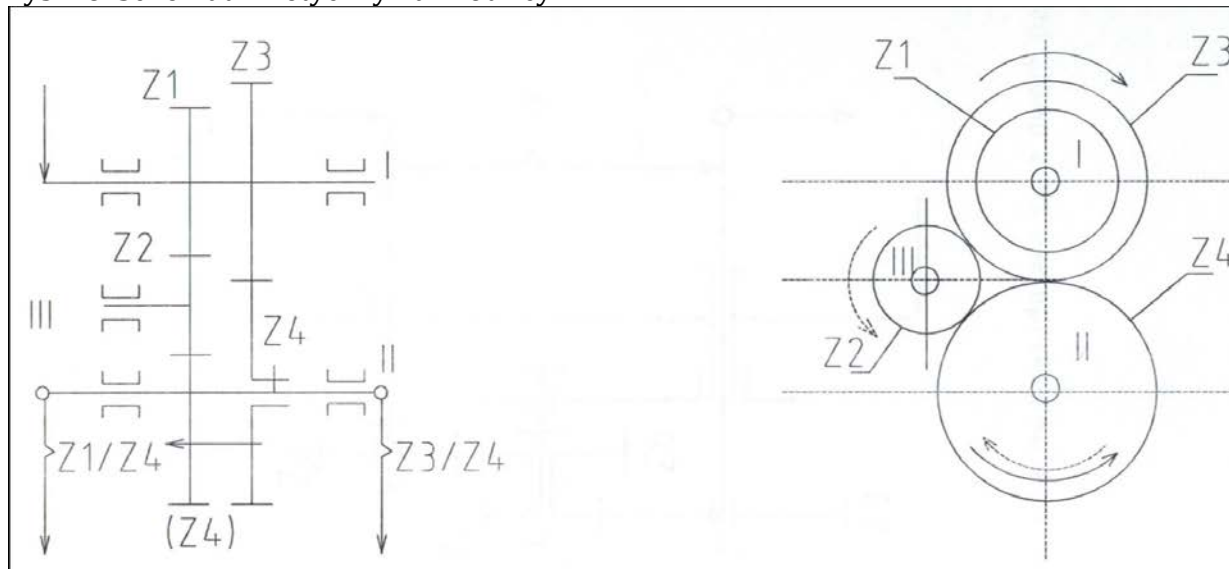
Skrzynki prędkości - są to zespoły napędowo-przekładniowe składające się z przełączalnych przekładni zębatych powiązanych między sobą w ten sposób, aby z jednej lub kilku prędkości obrotowych wałka wejściowego (pierwszego) można było otrzymać ciąg prędkości  $n_1, n_2 \dots n_k$  wałka wyjściowego (ostatniego). Skrzynki prędkości spełniają rolę organów stopniowej zmiany przełożenia w łańcuchach kinematycznych ruchów głównych.

Skrzynki prędkości wchodzące w skład łańcuchów kinematycznych ruchów posuwowych nazywamy skrzynkami posuwów.

## 4.3 Nawrotnica

Nawrotnica jest mechanizmem służącym do zmiany kierunku ruchu obrotowego, występuje głównie w napędach ruchów posuwowych. Najczęściej stosowane są nawrotnice składające się z kół zębatych walcowych, przełączonych sprzęgłem lub kołem przesuwным (rys. 16) gdy jej przełożenie jest dla obu kierunków jest takie samo.

Rys. 16. Schemat kinetyczny nawrotnicy.



Źródło: <http://www.itm.ps.pl/dyd/Obrabiarki/Kinematyka%20tokarki.pdf>

## 4.4 Skrzynki posuwów

Skrzynki posuwów służą do stopniowej zmiany przełożenia w łańcuchach kinematycznych ruchów posuwowych. W skład łańcucha kinematycznego poza skrzynką posuwów wchodzi: przekładnia napędowa łącząca skrzynkę posuwów ze źródłem ruchu (przekładnia zębata, łańcuchowa, pasowa, gitarowa) oraz przekładnia przenosząca napęd od skrzynki posuwów na mechanizm pociągowy przekształcający ruch obrotowy na prostoliniowy.

Ze względu na sposób doprowadzenia napędu skrzynki posuwów można podzielić na:

- napędzane niezależnie od wrzeciona - przez silnik główny lub oddzielny i takie skrzynki występują w obrabiarkach w których posuw wyrażony jest w [mm/min] – frezarki,
- napędzane od wrzeciona; występują one w obrabiarkach, w których posuw określany jest w [mm/obr] - tokarki, wiertarki.

## 5 Sterowanie obrabiarek.

Przez sterowanie obrabiarki rozumie się włączanie i wyłączanie silników napędowych, włączanie i wyłączanie oraz zmianę prędkości obrotowej wrzeciona lub posuwu stołu, włączanie i wyłączanie urządzeń smarujących i chłodzących itp. Sterowanie może być ręczne lub automatyczne. Przy sterowaniu ręcznym pracą obrabiarki kieruje bezpośrednio pracownik, a przy sterowaniu automatycznym wykonywanie czynności przełączeniowych odbywa się samoczynnie, bez udziału pracownika.

### 5.1 Sterowanie numeryczne

W obrabiarkach sterowanych numerycznie wyodrębnia się elektroniczny układ sterowania numerycznego oraz zespoły sterująco-napędowe. Do dokonywania przemieszczeń zespołów roboczych obrabiarek sterowanych numerycznie (OSN) służą śruby pociągowe obracane najczęściej silnikami elektrycznymi prądu stałego lub silnikami krokowymi. Elektroniczny układ sterowania numerycznego znajduje się często w oddzielnej szafie sterowniczej stojącej obok obrabiarki, lub połączony jest z nią wysięgnikiem. Zmiana położenia narzędzia względem przedmiotu obrabianego może być dokonywana za pośrednictwem:

- sterowania punktowego,
- odcinkowego
- lub kształtowego.

**Sterowanie punktowe:** charakteryzuje się tym, że narzędzie po wykonaniu pracy w punkcie A przedmiotu obrabianego określonym współrzędnymi  $x_1$   $y_1$  ma być przemieszczone do punktu B określonego współrzędnymi  $x_2$   $y_2$ . Nie jest jednak istotne po jakim torze to przemieszczenie nastąpi. Sterowanie takie jest najczęściej stosowane na wiertarkach współrzędnościowych.

**Sterowanie odcinkowe:** obejmuje zarówno szybkie ruchy przestawcze, jak i ruchy posuwowe dokonywane przez zespoły robocze obrabiarki według odcinków linii prostych równoległych do osi współrzędnych obrabiarki. Przykładem sterowania odcinkowego może być frezowanie płaszczyzn przesuniętych względem siebie w trzech kierunkach X,Y,Z na frezarkach, jak również toczenie wałków stopniowych na tokarkach z odcinkowym przemieszczaniem noża tylko w dwóch kierunkach.

**Sterowanie kształtowe:** obejmuje wszystkie te przypadki obróbki, w których droga narzędzia względem przedmiotu obrabianego musi przechodzić przez kolejno wyznaczone punkty toru i jest ona linią składającą się zarówno z prostoliniowych, jak i krzywoliniowych odcinków. Przykładem sterowania kształtowego może być frezowanie zamkniętego płaskiego obrysu przedmiotu obrabianego frezem trzpieniowym. Przy sterowaniu numerycznym kształtowym występuje w układzie sterowania obrabiarki tzw. interpolator. Jest to urządzenie będące prostą maszyną matematyczną, której

zadaniem jest obliczanie współrzędnych punktów pośrednich toru narzędzia, leżących pomiędzy punktami określonymi w programie pracy obrabiarki. Jeżeli na przykład w programie określone są współrzędne trzech punktów łukowego toru narzędzia, to interpolator ustala najpierw równanie okręgu (ponieważ trzy punkty wyznaczają okrąg) i na podstawie tego równania oblicza współrzędne punktów tego łuku (okręgu), po którym ma się przemieszczać narzędzie. Taka interpolacja nazywa się interpolacją kołową. Może być również interpolacja krzywoliniowa wg innych krzywych. Interpolacją prostoliniową nazywana jest taka interpolacja, przy której dla określonych dwóch skrajnych punktów prostoliniowego odcinka toru narzędzia interpolator ustala równanie linii prostej (dwa punkty wyznaczają linię prostą) i na tej podstawie oblicza współrzędne punktów pośrednich pomiędzy tymi punktami skrajnymi.

## 5.2 Sterowanie komputerowe

Niezależnie od numerycznego sterowania obrabiarek przy zastosowaniu taśm dziurkowanych (używanych coraz rzadziej), stosowane jest obecnie sterowanie komputerowe. Daje ono możliwość znacznego uproszczenia układów sterowania poszczególnych obrabiarek, ponieważ zamiast nanoszenia informacji dotyczących programu pracy obrabiarki w postaci otworków na taśmę dziurkowaną, wprowadza się te informacje bezpośrednio do pamięci komputera, który steruje obrabiarką. Dzięki temu taśma dziurkowana zostaje wyeliminowana z układu sterowania. Rozróżnia się dwa rodzaje sterowania komputerowego:

- sterowanie CNC (Computer Numerical Control), gdy odpowiednio zaprogramowany minikomputer steruje jedną lub kilkoma obrabiarkami. Przechowywane w pamięci minikomputera informacje dotyczące programu pracy obrabiarki są przekazywane do jej zespołów sterująco-napędowych za pośrednictwem zespołów dopasowujących,
- sterowanie DNC (Direct Numerical Control), gdy jeden duży komputer, mający zakodowane w pamięci programy pracy wielu obrabiarek, steruje jednocześnie przy zastosowaniu metody podziału czasu nawet kilkudziesięcioma obrabiarkami.

## 6 Urządzenia do smarowania obrabiarek

Jednym z najważniejszych układów jaki występuje w obrabiarka jest układ smarowania. Smarowanie obrabiarek ma na celu:

- zmniejszenie tarcia i zmniejszenie oporów ruchu;
- zmniejszenie zużycia powierzchni (np. prowadnic, tulei łożysk ślizgowych, kół zębatych, wielowypustów), a tym samym przedłużenie okresu ich prawidłowej pracy;
- zabezpieczenie powierzchni współpracujących przed korozją;
- odprowadzenie ciepła;
- odprowadzanie drobin metali z przestrzeni między współpracującymi powierzchniami;
- zabezpieczenie przestrzeni między współpracującymi powierzchniami przed zanieczyszczeniami dostającymi się z otoczenia wraz z powietrzem;
- przenoszenie (pośrednio) informacji o pracy elementów znajdujących się wewnątrz zamkniętych korpusów.

Układ smarowania i rodzaj smaru powinny być tak dobrane, aby spełniał postawione im zadania w sposób najbardziej ekonomiczny.

Prawidłowość pracy układu smarowania jest kontrolowana przez obserwację:

- ilości oleju lub smaru,
- przepływu oleju lub przemieszczania smaru,
- ciśnienia w układzie smarowania,
- temperatury oleju lub smaru w określonym miejscu układu.

Ponadto, w obrabiarkach stosuje się elektryczne przekaźniki ciśnieniowe, które uniemożliwiają włączenie lub wyłączają napęd główny, jeżeli ciśnienie w układzie smarowania zmniejszy się poniżej wymaganej wielkości. Rozwiązanie takie zabezpiecza powierzchnie przed zatarciem, zwłaszcza przy rozruchu po dłuższym postoju.

## 6.1 . Rodzaje układów smarowania

W obrabiarkach rozróżnia się trzy rodzaje układów smarowania: **układ indywidualny**, w którym każdy punkt smarowania ma swój zbiornik smaru, **układ centralny**, gdy wszystkie punkty smarowania mają jeden wspólny zbiornik smaru oraz **układ mieszany**, w którym kilka punktów jest smarowanych centralnie, a pozostałe indywidualnie.

Najczęściej stosuje się układ mieszany, przy czym poszczególne zespoły robocze (np. wrzeciennik, skrzynka posuwów) mają własne centralne układy smarowania.

Centralny układ smarowania ma następujące zalety: lepsze warunki wymiany ciepła, ułatwienie kontroli pracy układu przez usytuowanie obok siebie podstawowych zespołów układu oraz urządzeń kontrolnych, lepszą gospodarkę smarem.

Smarowanie indywidualne stosuje się w takich zespołach, których konstrukcja, położenie lub rodzaj wykonywanego ruchu utrudnia doprowadzenie przewodów układu centralnego lub w których wymagany rodzaj materiału smarnego jest inny niż zastosowany w układzie centralnym.

Wybór układu smarowania, rodzaju materiału smarnego oraz sposobu zasilania zależy od:

- rodzaju obciążenia zespołu oraz cieplnych warunków jego pracy;
- prędkości ruchu i charakteru współpracy, elementów smarowanych oraz związanych z tym wymagań;
- wymaganej dokładności pracy elementów;
- częstości ruchu elementów (np. ciągły, przerywany);
- rodzaju współpracujących materiałów;
- usytuowania smarowanego zespołu w obrabiarce i jego rozwiązania konstrukcyjnego;
- wymaganych warunków pracy układu i jego obsługi (np. szczelność, dostęp z zewnątrz itp.).

Podstawowymi rodzajami smarowania są:

**Smarowanie grawitacyjne** polegające na opadaniu pod wpływem sił grawitacyjnych cząstek smaru między współpracujące powierzchnie. Odmianami smarowania grawitacyjnego są: smarowanie spływowe, smarowanie bezwładnościowe itp.;



**Smarowanie dynamiczne** polegające na porywaniu i przenoszeniu cząstek smaru w czasie ruchu elementów stykających się. Odmianami smarowania dynamicznego są smarowanie zanurzeniowe, rozbryzgowe, pierścieniowe itp.

**Smarowanie okresowe** polegające na jednorazowym lub okresowym nałożeniu smaru między elementy współpracujące i na ewentualnym uzupełnieniu smaru w smarownicy.

**Smarowanie pod ciśnieniem** polegające na zastosowaniu zamkniętego układu smarowania włączanego okresowo lub w sposób ciągły.

## 6.2 Materiały smarne

Dobór odpowiedniego materiału zależy od wymagań stawianych układowi smarowania oraz od rodzaju układu. W obrabiarkach stosuje się kilka gatunków materiałów smarnych, co przy dużej i zróżnicowanej ilości obrabiarek w przedsiębiorstwie utrudnia prowadzenie gospodarki smarowniczej. Dążeniem konstruktorów jest ograniczenie ilości rodzajów materiałów smarnych i szerokie stosowanie centralnego układu smarowania.

W przypadkach szczególnych wymagań stawianych materiałom smarnym stosuje się dodatki polepszające ich własności. Należy pamiętać, że stosowanie dodatków wymaga każdorazowo przeprowadzenia prób i oceny właściwego ich doboru.

W celu konserwacji obrabiarek w czasie transportu lub przechowywania w magazynie (a nawet dłuższego przewidywanego postoju na stanowisku roboczym) stosuje się smary konserwacyjne, a mianowicie:

- wazelinę techniczną (lepkość max 4°E), do której w celu zwiększenia temperatury kroplenia (np. przy transporcie do krajów tropikalnych) dodaje się erezynę – oczyszczany воск ziemny;
- oleje cylindrowe z dodatkiem erezyny (dobra adhezja);
- oleje i smary z dodatkami przeciwkorozyjnymi;
- smary z dodatkiem lanoliny lub czystą lanolinę.

## 7 Urządzenia do chłodzenia obrabiarek

Urządzenia chłodzące obrabiarek dzieli się na układy bezpośredniego chłodzenia przestrzeni roboczej, w której przebiega proces skrawania, oraz układy pośredniego chłodzenia lub płynów roboczych.

Stosowanie urządzeń do bezpośredniego chłodzenia ma na celu:

- zwiększenie okresu trwałości narzędzia;
- poprawę warunków procesu skrawania, tj. wykorzystanie zjawisk klina hydrodynamicznego przed ostrzem narzędzia oraz zmniejszenie tarcia wiórów o powierzchnię narzędzia;
- uzyskanie większej gładkości obrabianych powierzchni (smarujące własności cieczy chłodzącej przeciwdziałają powstawaniu drgań podczas skrawania);
- ułatwienie odprowadzania wiórów;
- wyłapywanie drobin metali i wykruszonego ścierniwa.

Chłodzenie pośrednie ma na celu zapewnienie stałych cieplnych warunków pracy całej obrabiarki (klimatyzacja), jej elementów i zespołów roboczych (wentylacja) lub cieczy roboczych, jak oleju w układach hydraulicznych, w układach smarowania lub chłodziwa.

## **7.1 Rodzaje urządzeń chłodzących**

Najczęściej stosowane są urządzenia indywidualnego chłodzenia obrabiarki. W obrabiarkach wielowrzecionowych oraz zespołowych stosuje się układ centralny z jedną pompą zasilającą wszystkie punkty chłodzenia przez odpowiednio rozgałęzione przewody.

W gniazdach obrabiarek stosuje się również centralny układ chłodzenia wyposażony w odstożnik i zbiornik czystego chłodziwa, z którego chłodziwo jest doprowadzone pompą i przewodami do poszczególnych obrabiarek. W przypadku dużej intensywności chłodzenia pompa podaje chłodziwo bezpośrednio do przewodów.

Ze względu na sposób doprowadzenia chłodziwa do miejsca obróbki rozróżnia się:

- doprowadzanie przez przewód zewnętrzny zakończony specjalnie ukształtowanym natryskiwaczem;
- doprowadzenie przez przedmiot, np. przy wierceniu głębokich otworów o dużych średnicach (tzw. wiertłem rurowym); chłodziwo jest doprowadzane pod wysokim ciśnieniem ok. 20 at przez specjalną głowicę zamocowaną do czoła ruchomego przedmiotu od strony obrabianej, a odprowadzane wewnątrz wiertła; rozwiązanie takie zabezpiecza gładkość obrobionej powierzchni i ułatwia odprowadzanie wiórów;
- doprowadzenie przez narzędzie (nieruchome lub ruchome), np. przy wierceniu głębokich otworów (kanałów smarowych w wałach korbowych), lub przez ściernicę w szlifierkach do wałków.

## **7.2 Rodzaje chłodziw**

Chłodziwa stosowane w obrabiarkach powinny mieć następujące własności;

- zdolność szybkiej wymiany ciepła,
- dobre własności smarne.
- nie powodować korozji elementów obrabiarki i obrabianych metali,
- odpowiednią lepkość i łatwość tworzenia ciągłej strugi,
- zdolność do długiego zachowywania własności smarnych i chłodzących,
- nieszkodliwość dla zdrowia obsługującego.

Podstawowymi składnikami chłodziw są: woda, nafta, oleje mineralne. Jako dodatki stosuje się tłuszcze, sodę, mazut, szkło wodne, związki sodu, mydło.

Zalecane jest stosowanie chłodziw, których składnikiem głównym jest nafta lub olej mineralny. W urządzeniach chłodzenia pośredniego, np. w węzownikach umieszczonych w zbiornikach oleju lub chłodziwa, jako płyn chłodzący jest stosowana woda z sieci wodociągowej.