

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
Wydział Budowy Maszyn i Informatyki
Katedra Technologii Maszyn i Automatykacji

LABORATORIUM OBRABIAREK

INSTRUKCJA

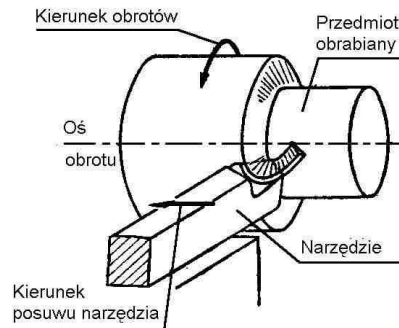
Temat: Porównanie tokarek TUG-40 i TUG-56MN. Sporządzenie charakterystyki tokarki uniwersalnej TUG-40

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest omówienie klasyfikacji tokarek oraz ich zastosowań. Porównanie budowy i analiza schematów kinematycznych tokarki TUG-40 i TUG-56MN oraz ich danych technicznych, a także sporządzenie charakterystyki tokarki uniwersalnej TUG-40.

2. Klasyfikacja tokarek

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.

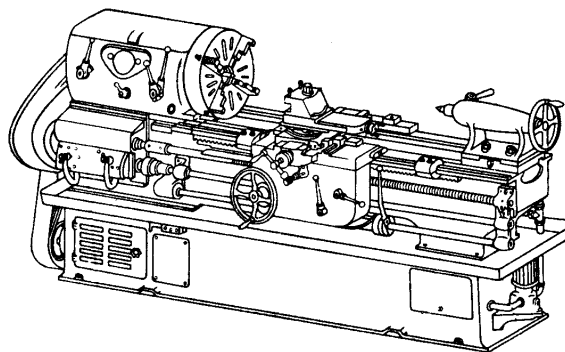


Rys.1. Podstawowe ruchy

a) Tokarki kłowe:

Są przeznaczone przede wszystkim do obróbki przedmiotów o długości $l > 6d$, gdzie d oznacza średnicę przedmiotów ustalonych w kłach wrzeciona i konika. Każda tokarka kłowa ogólnego przeznaczenia jest wyposażona w uchwyt tokarski, co umożliwia toczenie, wytaczanie, gwintowanie, wiercenie i rozwieranie przedmiotów krótkich.

- *tokarki kłowe uniwersalne* – przeznaczone są do szerokiego zakresu zastosowań w różnych gałęziach przemysłu, głównie do obróbki części w produkcji jednostkowej, małoseryjnej, umożliwiające oprócz różnorodnych robót tokarskich również toczenia gwintów nożem na całej długości rozstawu kłów.



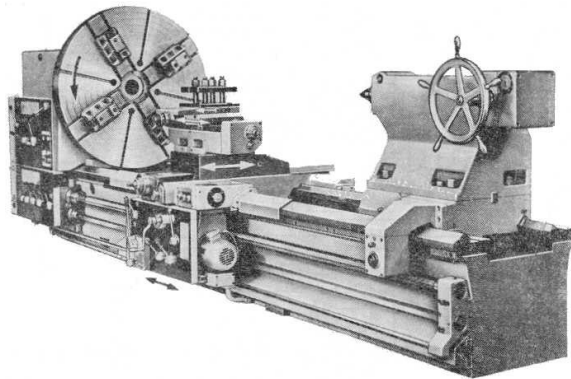
Rys.2. Tokarka kłowa uniwersalna

- *tokarki kłowe produkcyjne* – różnią się od uniwersalnych tym, że nie mają skrzynki posuwów i śruby pociągowej w związku z czym nie można na nich toczyć gwintów (mniej złożona konstrukcja – kinematyka), tokarki produkcyjne przeznaczone są głównie do wysoce wydajnej obróbki przedmiotów w produkcji średnio, wielkoseryjnej oraz masowej. Charakterystycznymi cechami tokarek produkcyjnych jest: zwiększona moc

napędu

(1.5 ÷ 2 razy w stosunku do tokarek uniwersalnych), częściowa automatyzacja cyklu pracy, łatwość przezbrajania, bogate wyposażenie specjalne.

- *tokarki kłowe precyzyjne* – przeznaczone są do toczenia nożami z ostrzem diamentowym, są to tokarki najwyższej dokładności (dokładność kształtu kołowego ± 0.001 przy chropowatości $R_a = 0.2 \div 0.05 \mu\text{m}$) przeznaczone do obróbki wykańczającej. Najmniejszy posuw wynosi 0.002 mm, max. Prędkość obrotowa wrzeciona sięga 5600 ÷ 6300 obr/min.
- *tokarki kłowe ciężkie* – są obrabiarkami uniwersalnymi umożliwiającymi w jednym zamocowaniu toczenie zgrubne i wykańczające, gwintowanie, toczenie stożków oraz wytaczanie otworów w przedmiotach o masie powyżej 6 ÷ 8 ton. Szeroka uniwersalność tokarek kłowych ciężkich jest uzasadniona wysoką ich ceną oraz dążeniem do przeprowadzenia pełnej obróbki przedmiotów w jednym zamocowaniu. Dlatego często stosowane są dodatkowe przystawki szlifierskie lub frezarskie. Tokarki te mają masę własną 10 ÷ 17 ton, a średnica toczenia nad łóżem sięga 800 ÷ 1000 mm. Ich konstrukcja zasadniczo nie odbiega od tokarek średniej wielkości. Wyróżniają się większą sztywnością i wymiarami. Odmienną budowę oraz układ kinematyczny mają tokarki o maksymalnej średnicy toczenia $D \geq 1250$ mm i masie obrabianych przedmiotów 100 ÷ 220 ton.

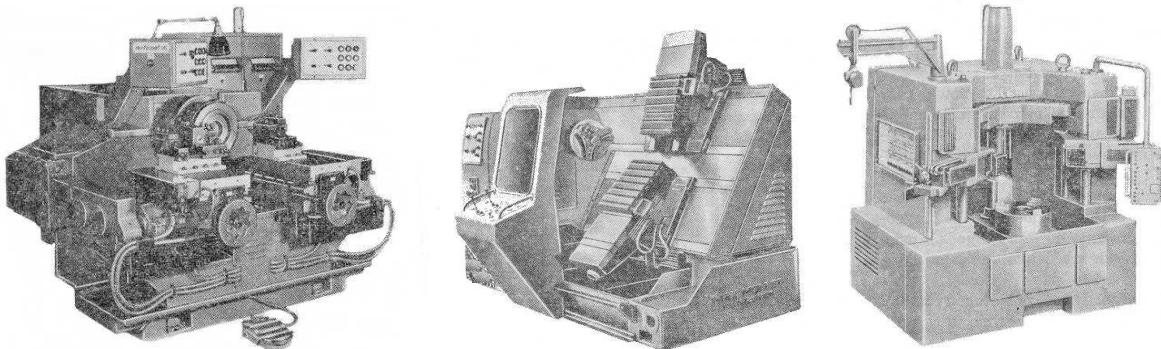


Rys.3. Tokarka kłowa ciężka

b) Tokarki uchwytowe

Są przeznaczone wyłącznie do obróbki przedmiotów mocowanych w uchwycie wrzeciona o stosunku $l/D_{max} \leq 0.8$, $D_{max} < 630$ mm, mających kształt tarcz, krążków, pierścieni, krótkich tulej itp. Najczęściej wyposażone są w dwa suporty krzyżowe. Z reguły są to obrabiarki półautomatyczne.

- *tokarki uchwytowe czołowe* – obsługiwane od czołowej strony wrzeciona.
- *tokarki uchwytowe boczne*.
- *tokarki pionowe* – o pionowej osi wrzeciona.

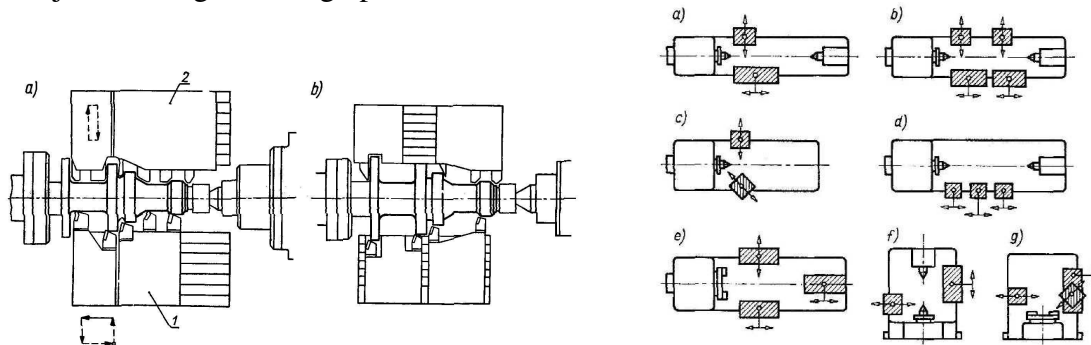


Rys.4. Tokarki uchwytowe (czołowa, boczna, pionowa)

- *tokarki skośne* – oś wrzeczona jest pochylona pod niewielkim kątem względem pionu wrzeczona
- *tokarki uchwytowe dwuwrzeczionowe* – przeważnie czołowe, pozwalają na obróbkę tych samych przedmiotów z dwóch stron.

c) Tokarki wielonożowe

Budowane są przeważnie jako kłowe (z możliwością obróbki uchwytowej) w układzie poziomym. Zasadę toczenia wielonożowego przedstawia rysunek 5. Skrawanie odbywa się równocześnie wieloma nożami, zamocowanymi w specjalnych imakach nożowych. Długość przesuwu suportu równa się największej długości toczenia jednym nożem i jest znacznie mniejsza od długości całego przedmiotu.

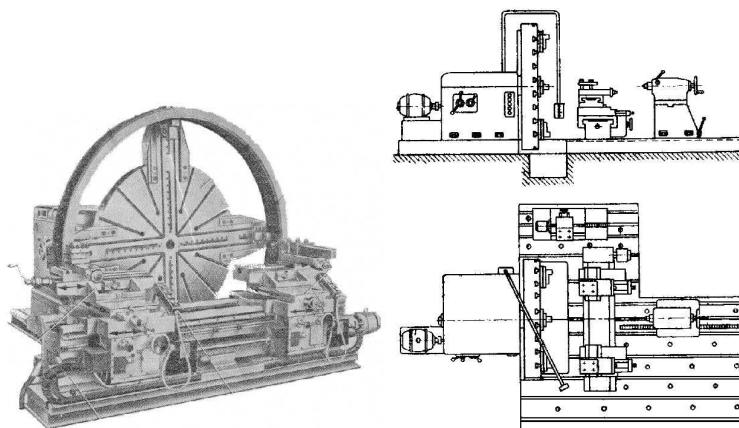


Rys. 5. Zasada toczenia wielonożowego i układ suportów na tokarkach

d) Tokarki tarczowe

Przeznaczone są do obróbki przedmiotów o dużej średnicy i małej wysokości ($D/H \geq 3$, przy czym $D > 630$ mm), np. tarcz, kół pasowych, kół zamachowych, wirników itp. Rozróżnia się trzy podstawowe podgrupy tokarek tarczowych:

- *tokarki tarczowe łożowe* (z łożem wzdłużnym $D = 360 \div 1000$ mm; z łożem poprzecznym jednostronne – typ T z dwoma suportami; z łożem poprzecznym dwustronne – typ H do obróbki cienkich tarcz),



Rys.6. Tokarka tarczowa łożowa i tarczowa płytowa

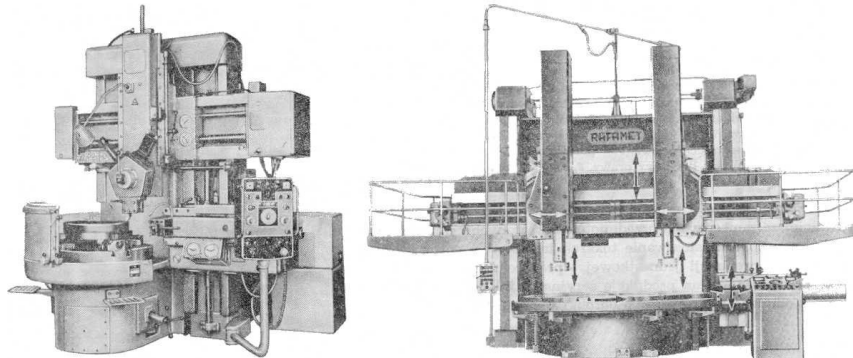
- *tokarki tarczowe płytowe* $D = 1600 \div 2400$ mm (czasem 4000 mm) posiada oddzielny wrzeciennik połączony z żeliwną płytą, na której ustawione są suporty narzędziowe oraz konik,
- *tokarki tarczowo-kłowe* $D = 630 \div 1600$ mm, budowane ze stałym łożem lub łożem rozsuwnym,

Zaletami tych obrabiarek jest mniejszy koszt, do wad zaliczyć można mniejszą sztywność wrzeciona i trudniejsze mocowanie przedmiotu na wrzecionie.

e) *Tokarki karuzelowe*

Mają wrzeciono o pionowej osi obrotu, na którym osadzona jest na stałe pozioma tarcza zwana stołem. W stosunku do tokarek tarczowych wyróżnia się łatwiejszym ustalaniem i mocowaniem przedmiotu obrabianego, większą wydajnością oraz wyższą dokładnością obróbki, dzięki dobremu podparciu tarczy i sztywnej konstrukcji obrabiarki. Maksymalna średnica toczenia $D = 630 \div 7000$ mm (czasami $12 \div 24$ m – przy masie przedmiotu $80 \div 220$ ton).

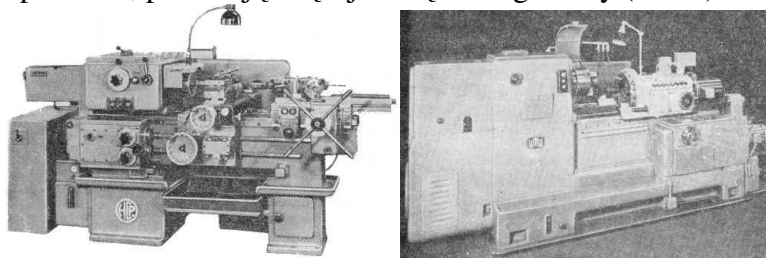
- *tokarki karuzelowe jednostojakowe,*
- *tokarki karuzelowe dwustojakowe.*



Rys.8. Tokarka karuzelowa jednostojakowa typ SKJ 10 i dwustojakowa typ KCF 320

f) *Tokarki rewolwerowe*

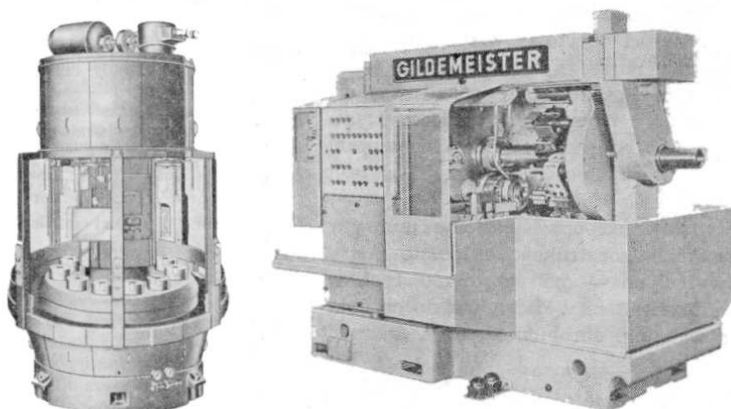
- przeznaczone są do zgrubnej i wykańczającej obróbki przedmiotów o złożonych kształtach w produkcji średnio- i wielkoseryjnej. Charakterystycznymi cechami techniczno-użytkowymi tokarek są:
 - ✓ zestaw narzędzi potrzebny do wykonania wszystkich zabiegów jest zamocowany w głowicy rewolwerowej i na imaku,
 - ✓ dzięki ograniczeniu przesuwów narzędzi za pomocą zderzaków wymiary długościowe w całej serii wykazują niewielki rozrzut,
 - ✓ ruch przestawczy głowicy rewolwerowej odbywa się samoczynnie,
 - ✓ przebrajania dokonuje wykwalifikowany pracownik (ustawiacz), natomiast obsługi w trakcie pracy dokonuje niewykwalifikowany pracownik
- *tokarki rewolwerowe z głowicą pionową* – głowica ma kształt sześciokątnego prostopadłościanu z otworami do mocowania opravek narzędziowych. Można wyróżnić tutaj trzy podstawowe odmiany: suwakowe, suportowe wzdłużne, suportowe poprzeczne.
- *tokarki rewolwerowe z głowicą poziomą (bębnową)* – zapewniają większą dokładność niż rewolwerówki pionowe, posiadają więcej narzędzi w głowicy (do 16).



Rys.9. Tokarki rewolwerowe o osi pionowej i poziomej

g) *Półautomaty i automaty tokarskie*

Są to obrabiarki ogólnego przeznaczenia, o budowie i cechach użytkowych kwalifikujących je do stosowania wyłącznie w produkcji seryjnej i masowej. Opracowany i nastawiony cykl roboczy, obejmuje wszystkie czynności główne i pomocnicze związane z obróbką określonego przedmiotu, które powtarzają się niezmiennie.



Rys.10. Półautomat tokarski 10-wrzecionowy pionowy uchwytyowy i uchwytyowy AEH 250

h) *Tokarki i centra tokarskie sterowane numerycznie*

Są to obrabiarki o dużej uniwersalności i elastyczności. Zastosowanie układów sterowania NC (numerical control - program sterujący wszystkimi ruchami zapisany w postaci cyfrowej przetwarzany na sygnały elektryczne. Program zapisywano na kartach perforowanych bądź taśmach perforowanych, później również na nośnikach magnetycznych) i CNC (computer numerical control - programy sterujące wszystkimi ruchami zapisywane są w pamięci komputera (procesora). Obrabiarki te są bardziej wydajne dzięki poszerzeniu ich możliwości obróbkowych). Każdy ruch realizowany jest przez odrębny układ napędowy (silnik), bez jakiegokolwiek powiązania kinematycznego. Za sterowanie wszystkimi układami odpowiedzialny jest komputer, który znajduje się w obrabiarce.

Tokarki ze sterowaniem CNC dzielą się na:

- Sterowane numerycznie - to zwykle tokarki z układem sterującym,
- Centra tokarskie (obróbkowe) – to obrabiarki zapewniające, w zakresie ich możliwości technologicznych, w jednym zamocowaniu przedmiotu wykonanie dużej liczby zabiegów obróbkowych za pomocą różnych narzędzi w takim zakresie, aby po obróbce uzyskać przedmiot w pełni lub w dużej części obrobiony. Dla wypełnienia tych zadań centra obróbkowe muszą być wyposażone w magazyn narzędzi z automatyczną wymianą.



Rys.11. Przykładowe tokarki sterowane numerycznie

i) *Tokarki specjalizowane*

Najczęściej spotykane tokarki specjalne:

- tokarki do gwintów długich (gwint typu śruba pociągowa),
- tokarki do gwintów krótkich (gwinty złączne).

Najbardziej rozpowszechnione:

- tokarki łuszczarki, bardzo wydajna obróbka z zastosowaniem specjalnych głowic nożowych osadzonych na suporcie - napędzanych oddzielnym silnikiem.
- tokarki precyzyjne, uproszczona wersja tokarki uniwersalnej - zaopatrzona w bardzo dokładną śrubę pociągową do produkcji bardzo dokładnych gwintów.

j) *Tokarki branzowe*

Najczęściej spotykane w:

Przemśle hutniczym do obróbki walców hutniczych i wlewków. Obróbka profili walcowych odbywa się za pomocą noży kształtowych.

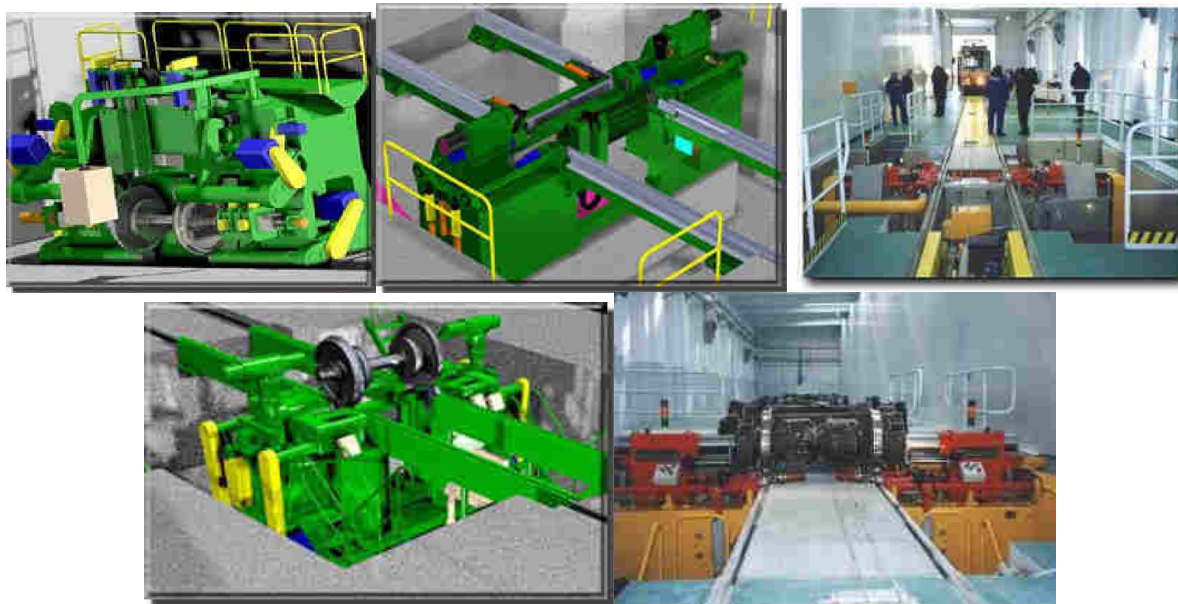
Tokarki do wlewków przeznaczone są do zdejmowania twardej i zanieczyszczonej warstwy zewnętrznej.

W przemyśle samochodowym stosuje się specjalne tokarki do obróbki czopów wałów korbowych, są to obrabiarki wielosuportowe z przesuwными lub obrotowymi suportami.

W tokarkach do obróbki wałów rozrządczych stosuje się suporty poprzeczne wykonujące ruchy prostoliniowe sterowane krzywkami.

W kolejnictwie stosowane są obrabiarki do obróbki osi kół wagonów i lokomotyw (tramwajów) oraz zestawów kołowych.

Obrabiarki branzowe stosowane są również w przemyśle zbrojeniowym i narzędziowym.

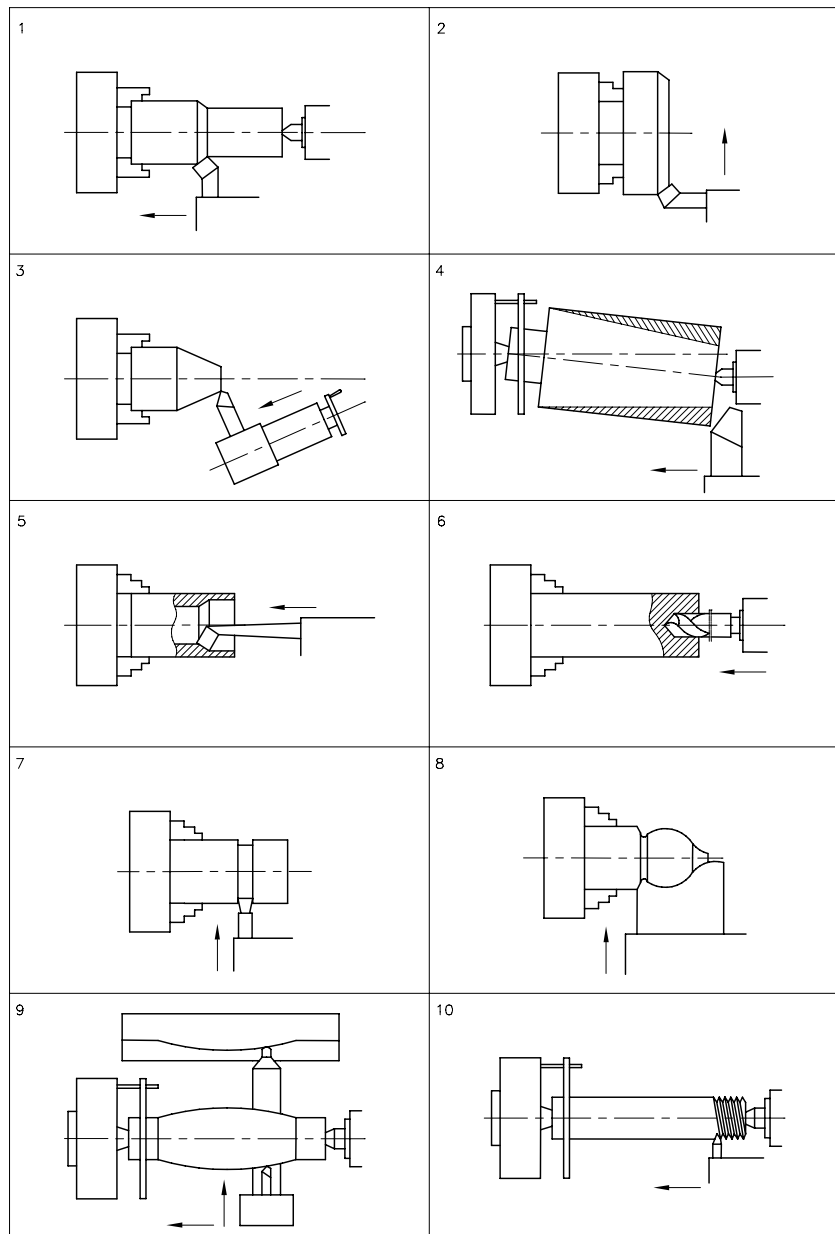


Rys.12. Widok obrabiarek do obróbki kół i zestawów kołowych kolejowych i tramwajowych.

Podstawowe rodzaje robót tokarskich:

1. toczenie wzdłużne,
2. toczenie poprzeczne,
3. toczenie stożków przy skróconym suporcie,
4. toczenie stożków przy przesuniętym poprzecznie koniku,
5. wytaczanie,

6. wiercenie i rozwiercanie,
7. przecinanie,
8. toczenie kształtowe nożem kształtowym,
9. toczenie kopiowe,
10. toczenie gwintów.



Rys.13. Podstawowe rodzaje robót tokarskich

3. Regulacja prędkości

Jeżeli napęd obrabiarki rozwiązany jest w ten sposób, że umożliwia uzyskanie dowolnych prędkości między n_{min} i n_{max} to regulację prędkości nazywamy bezstopniową.

Jeżeli prędkości między n_{min} i n_{max} można zmieniać tylko skokowo, mówimy o stopniowej regulacji prędkości.

Zmianę obrotów można uzyskać wg dwóch podstawowych ciągów:

- 1) Arytmetycznego:

$$n_2 = n_1 + a$$

$$\text{ogólnie } n_k = n_1 + (k - 1) a$$

a – stała ciągu arytmetycznego,

k – ilość stopni.

2) Geometrycznego

$$n_2 = n_1 \cdot \varphi$$

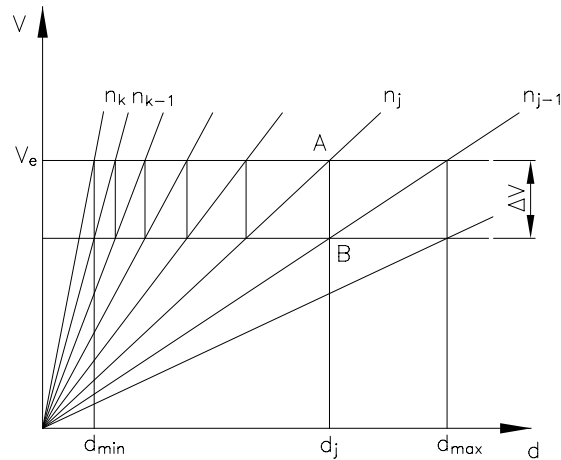
$$n_k = n_1 \cdot \varphi^{k-1}$$

φ - iloraz ciągu geometrycznego.

Podstawową zaletą geometrycznego stopniowania prędkości i posuwów jest:

- 1) Ułatwienie projektowania stopniowych skrzynek przekładniowych,
- 2) Możliwość normalizacji prędkości obrotowych wrzeciona, prędkości, ruchów głównych prostoliniowych oraz posuwów w oparciu o stosowane powszechnie w technice ciągi liczb naturalnych (ciągi Rendra),
- 3) Stały względny spadek prędkości skrawania δ_v przy zmianie prędkości obrotowej przedmiotu obrabianego z wartości n_j do n_{j-1} .

Ta ostatnia cecha geometrycznego stopniowania prędkości obrotowych wrzeciona wyjaśnia przedstawiony na rys. 4, wykres zależności $v = \frac{\pi d n}{1000}$ zwany wykresem prędkości skrawania lub wykresem Pechana.



Rys.14. Wykres prędkości skrawania (wykres Pechana)

Dla ustalonej dla danych warunków obróbki ekonomicznej prędkości skrawania V_e zmniejszenie prędkości obrotowej wrzeciona z n_j (A) do n_{j-1} (B) pociąga za sobą spadek prędkości skrawania:

$$\Delta V = \frac{\pi d_i n_i}{1000} \left(1 - \frac{n_{j-1}}{n_j} \right) = V_e \left(1 - \frac{1}{\varphi} \right)$$

Względny spadek prędkości skrawania:

$$\delta_v = \frac{\Delta V}{V_e} = 1 - \frac{1}{\varphi}$$

gdzie:

φ – iloraz ciągu.

4. Rodzaje prędkości

1. Prędkość obrotowa teoretyczna n_t – jest to prędkość, której wartość obliczana jest z określoną dokładnością wg wzoru:

$$n_{tj} = (\sqrt[20]{10})^j = 1.12^j$$

$j = \dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots$ – liczba porządkowa,

2. Prędkość obliczeniowa n_o określana jest wg wzoru:

$$n_o = n_{os} \cdot i$$

n_{os} – prędkość obrotowa silnika,

i – przełożenie między wałem silnika a wrzecionem,

3. Prędkości obrotowe nominalne są to wartości prędkości teoretycznych zaokrąglone do liczb normalnych np.: 1.25 zamiast 1.26,

4. Prędkości obrotowe efektywne n_e są to rzeczywiste prędkości wrzecion występujące przy znamionowym obciążeniu silnika napędowego

$$n_e = n_l \frac{n_{zs}}{n_{ls}}$$

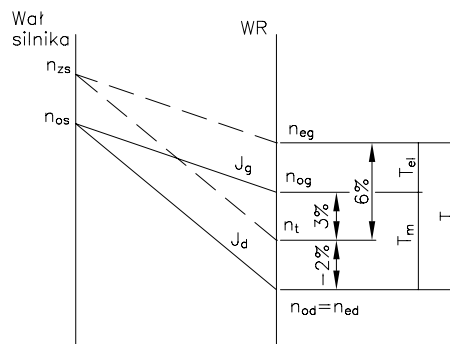
n_{zs} – znamionowa prędkość obrotowa silnika,

n_{ls} – prędkość obrotowa silnika na biegu luzem,

n_l – prędkość obrotowa wrzeciona na biegu luzem.

Układ kinematyczny obrabiarki jest zaprojektowany zgodnie z normą, jeśli odchyłki prędkości obliczeniowych od wartości teoretycznych nie przekraczają od -2 do $+3$ – jest to tzw. tolerancja mechaniczna $T_m = 5\%$ (rys. 15).

Wartości prędkości obrotowych efektywnych nie powinny przekraczać ustalonych wartości granicznych obliczonych w odniesieniu do wartości teoretycznych przy założeniu dopuszczalnych odchyłek od -2 do $+6$ (rys. 15).



Rys.15. Tolerancja prędkości obrotowych wrzecion obrabiarek (J_g – przełożenie graniczne maksymalne, J_d – przełożenie graniczne minimalne, T_m – tolerancja mechaniczna, T_{el} – tolerancja elektryczna, T – tolerancja sumaryczna, n_{os} – prędkość obrotowa silnika napędowego, n_{zs} – znamionowa prędkość obrotowa silnika)

5. Normalizacja prędkości obrotowych wrzeciona

Normalne prędkości obrotowe wrzeciona obrabiarek objęte są normą państwową PN-61/M-03150.

Jako podstawę normalizacji przyjęto stosowane powszechnie w technice ciągi liczb normalnych Rendra, których iloraz wyraża się wzorem ogólnym

$$\phi = \sqrt[m]{10}$$

m – liczba dodatnia zwana stopniem ciągu

W obrabiarkach stosuje się następujące normalne ciągi prędkości obrotowe wrzeciona.

Stopnie ciągu	40	20	10	20/3	5	20/5
Oznaczenie	R40	R20	R10	R20/3	R5	R20/5
Iloraz	1.06	1.12	1.26	1.41	1.56	2
δ_v %	5	10	20	30	35	50

Ciąg R40 ze względu na bardzo drobne stopniowanie wykorzystuje się jedynie jako pomocniczy do sporządzania tablicy liczb normalnych.

Jako podstawowy w normalizacji prędkości obrotowych wrzeciona przyjęto ciąg R20. W ciągu tym zawarte są liczby normalne pozostałych ciągów, zwanych ciągami pochodnymi.

6. Ogólny opis tokarek

6.1. TUG-40

Tokarka ta jest przeznaczona do prac tokarskich przy produkcji jednostkowej i seryjnej przedmiotów małych i średniej wielkości wykonanych ze stali, żeliwa, metali kolorowych i ich stopów.

Przy obróbce zgrubnej z szybkością skrawania 80 mm/min toczyć można średnice do 250 mm. Przy wydajnej obróbce wykańczającej stali zyskanie szybkości skrawania 140 mm/min możliwe jest dla średnic od 14 mm wzwyż.

Nacinanie gwintów z szybkością skrawania 10 mm/min możliwe jest dla średnicy do 112 mm. Tokarka TUG-40 odznacza się łatwą obsługą i wygodnym rozmieszczeniem elementów sterujących.

Napęd tokarka otrzymuje od silnika elektrycznego kołnierzewego, poprzez skrzynkę prędkości umieszczonej w lewej nodze podstawy.

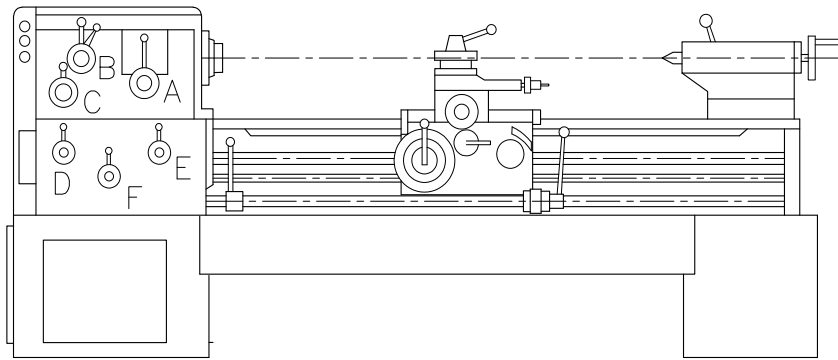
Można uzyskać 14 różnych prędkości obrotowych przez:

- 1 – przesuwanie kół zębatych skrzynki prędkości,
- 2 – przełączanie odboczki.

Wrzeciono tokarki posiada końcówkę i gniazdo stożkowe utwardzone cieplnie. Ułożyskowane tocznie wrzeciono w łożyskach o podwyższonej klasie dokładności gwarantuje dobrą pracę obrabiarki. Suport tokarki wyposażony jest w długie sanie poprzeczne, co pozwala na założenie dodatkowych tylnych imaków względnie kopiału hydraulicznego.

Niektóre wielkości charakterystyczne

Maksymalna średnica toczenia nad łożem	400 mm
Maksymalna średnica toczenia nad suportem	240 mm
Rozstaw kłów	1500 mm
Zakres obrotów wrzeciona	16 – 1400 obr/min
Ilość stopni prędkości obrotowych wrzeciona	14
Ilość posuwów wzdłużnych	42
Zakres posuwów wzdłużnych	0.045 – 3.36 mm/obr
Ilość posuwów poprzecznych	42
Zakres posuwów poprzecznych	0.0225 – 1.68 mm/obr
Iloraz ciągłości prędkości	1.41



Rys.16. Widok ogólny tokarki

Opis dźwigni tokarki TUG-40:

A – dźwignia przełożeń (od lewej):

1. 1:8,
2. 0 – wrzeciono odłączone,
3. 1:1.

B – dźwignie wyboru prędkości obrotowych.

C – dźwignia posuwu:

1. Prawy 4:1,
2. 0 – posuw wyłączony,
3. Lewy 4:1,
4. Prawy 1:1,
5. Lewy 1:1.

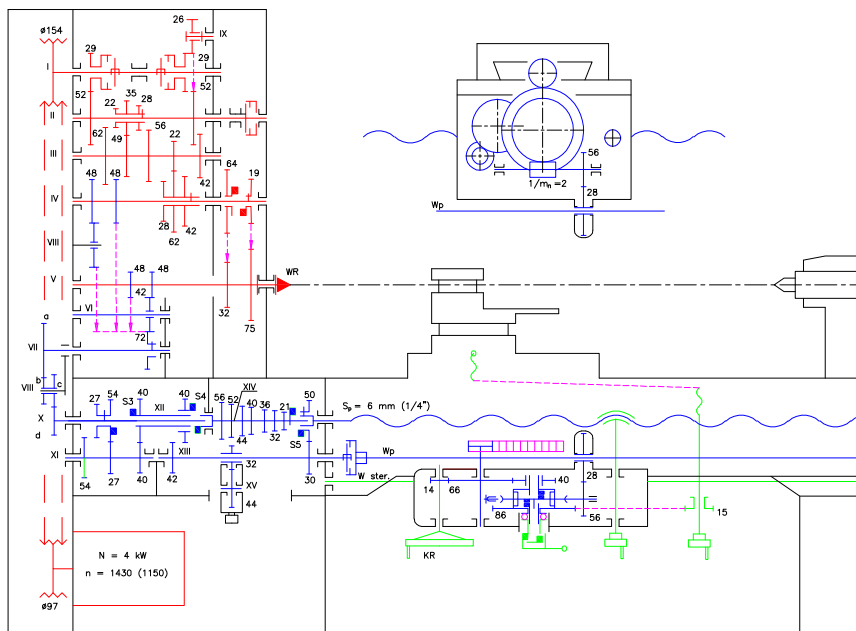
D – dźwignia przełożenia prędkości posuwów (główna lub zgrubna) dla toczenia wzdłużnego i gwintowania.

E – 1. Gwinty metryczne i Π [mm],

2. Posuw [mm],

3. Gwinty calowe i DP.

F – dźwignia przełożenia prędkości posuwu dokładnego.



Rys. 17. Schemat kinematyczny

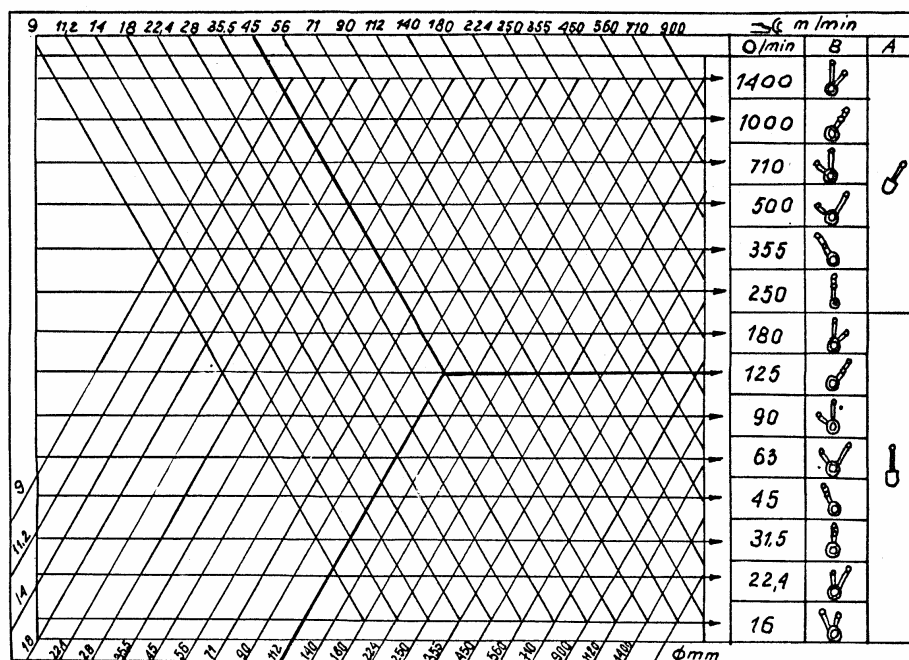
Dobór prędkości skrawania

Właściwą ilość obrotów wrzeciona, jaką należy ustawić przy danej średnicy, można odczytać z nomogramów wykorzystania tokarki podanych na tabliczce (Rys. 8). Zalecane szybkości skrawania w zależności od rodzaju materiału obrabianego oraz jakości obróbki podano w Tabeli 1.

Żadaną prędkość skrawania wyszukujemy na górnej skali wykresu, natomiast średnicę na dolnej skali wykresu. Punkt przecięcia się linii biegnących pod kątem z linią poziomą, określa na skali umieszczonej po prawej stronie wykresu szukane obroty wrzeciona.

Tabela 1. Zalecane prędkości skrawania

Materiał ostrza	Stal szybko tnąca			Węglik spiekany	
	Rodzaj obróbki	Zgrubna	Wykańczająca	Nacinanie gwintów	Zgrubna	Wykańczająca
Szybkość skrawania w m/min					
Stal o Rm:					
do 500 MPa	30 – 40	40 – 50	8 – 12	70 – 120	200 – 250
500 – 700 MPa	25 – 30	30 – 40	5 – 8	55 – 90	150 – 200
700 – 850 MPa	15 – 20	20 – 30	5 – 8	60 – 80	100 – 150
850 – 1000 MPa	10 – 15	15 – 20	4 – 6	30 – 50	70 – 100
ponad 1000 MPa	5 – 10	10 – 15	3 – 4	20 – 30	40 – 70
Żeliwo o HB					
do 220	20 – 25	15 – 40	6 – 10	70 – 90	80 – 110
ponad 220	15 – 20	20 – 25	5 – 8	40 – 60	50 – 80
Staliwo o Rm:					
300 – 500 MPa	20 – 25	25 – 35	5 – 8	60 – 90	80 – 120
500 – 700 MPa	15 – 20	20 – 25	5 – 8	30 – 60	60 – 90
Brąz i miedź	25 – 50	40 – 70	7 – 12	100 – 200	150 – 300
Stopy lekkie	70 – 150	100 – 300	15 – 30	150 – 1000	1500 – 2000



Rys. 18. Wykres prędkości skrawania

Przykład:

Toczyć wykańczająco wałek o wytrzymałości $R_m = 1100\text{MPa}$ nożem z węglików spiekanych, średnica wałka $\varnothing 112\text{ mm}$.

W Tabeli 1. mamy, dla stali ponad 1000MPa , przy narzędziu z węglików spiekanych szybkość skrawania wynosi $40 - 70\text{ m/min}$.

Przyjmując 45 m/min , szukamy tej prędkości na górnej skali wykresu tabliczki (Rys. 18), natomiast średnicę dobrego materiału wyszukujemy na dolnej skali wykresu. Punkt przecięcia się tych prostych z prostą poziomą wskazuje szukane obroty wrzeciona, które wynoszą 125 obr/min .

6.2.TUG-56MN

Tokarka uniwersalna **TUG-56MN** jest programowalną obrabiarką sterowaną numerycznie przeznaczoną do wysokowydajnej obróbki tokarskiej przedmiotów mocowanych w kłach lub w samym uchwycie.

Przy obróbce przedmiotów mocowanych w kłach (dla jednego zamocowania) podczas trwania jednej operacji można wykonać następujące rodzaje obróbki:

- Planowanie powierzchni czołowych,
- Toczenie walcowe (wielostopniowych walców), wcinanie,
- Toczenie powierzchni stożkowych,
- Toczenie powierzchni kulistych,
- Toczenie gwintów (prawy i lewoskrętnych, gwintów stożkowych, gwintów wielochodowych).

Przedmioty mocowane w kłach mogą mieć średnicę do 300 mm przy ciężarze 250 kg .

Przy obróbce przedmiotów mocowanych w uchwycie (dla jednego zamocowania) można wykonać wszystkie operacje, przy toczeniu zewnętrznym oraz następujące rodzaje obróbki:

- Wiercenie otworów, rozcieranie, wcinanie,
- Wytaczanie powierzchni cylindrycznych,
- Wytaczanie powierzchni kształtowych, gwintowanie,
- Toczenie powierzchni zewnętrznych, otworów na końcach rur i długich tuneli mocowanych w uchwycie i podpartych w podtrzymce.

W zastosowaniu do prac uchwytowych możliwe jest toczenie średnic do 560 mm .

W zależności od odmiany wykonania możliwe jest toczenie na długości 925mm , 1425mm .

W obrabiarence tej zastosowano nowy wrzeciennik o sztywnej budowie korpusu oraz nowy sztywny suport krzyżowy umożliwiający zastosowanie elementów obsługi, takich jak pulpit sterowniczy z przyciskami oraz elektronicznymi pokrętkami do ręcznego przesuwu obu suportów stwarzających tokarzowi pracę tradycyjną metodą.

Silnik napędu głównego pozwala na uzyskiwanie prędkości obrotowych w zakresie od 5 do 3000 obr/min .

Napęd wrzeciona

Do napędu wrzeciona zastosowano kołnierзовый silnik AC o prawych i lewych obrotach wałka przykręcony na płycie do boku łoża. Jego moc nominalna wynosi 7kW , a obroty nominalne 1500 obr/min . Natomiast maksymalne 8000 obr/min . Elektroniczna regulacja prędkości przeprowadzona jest bezstopniowo. Ruch obrotowy z wału silnika przenoszony jest przez pas wielorowkowy bezpośrednio na wrzeciono przez koła pasowe o położeniu $1:2,5$.

Napęd suportów w osi "Z" i osi "X"

Do napędu suportu osi "Z" i osi "X" zastosowano przekładnie śrubowe toczone, których napęd realizowany jest silnikami AC z elektronicznymi regulatorami obrotów poprzez pas zębaty o przełożeniu 1:1,5.

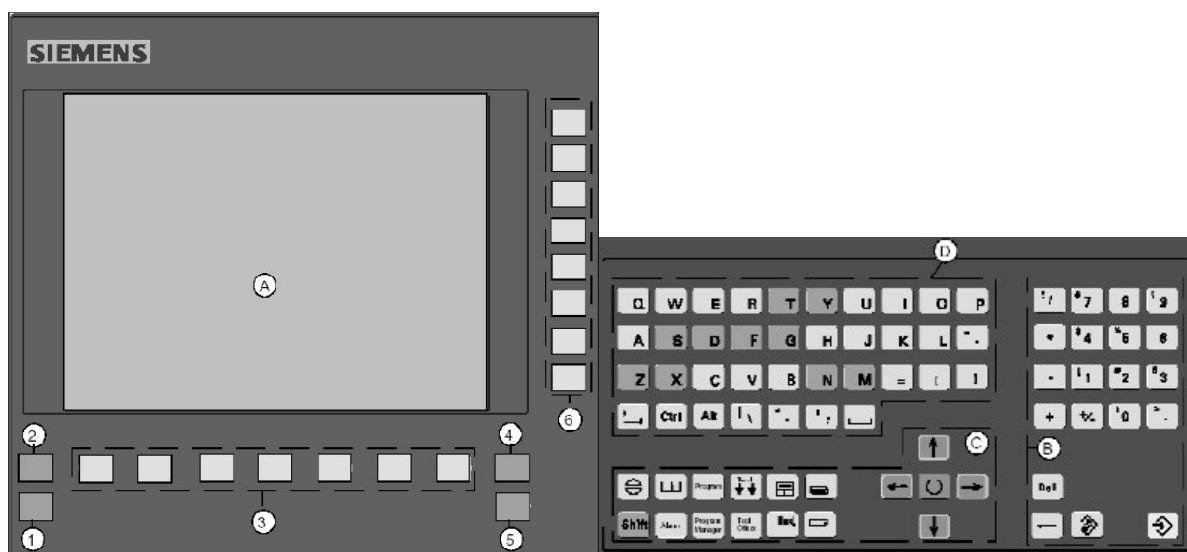
Przed awarią maszyny (najechnaniem na wrzeciennik lub konik) w osi "Z" zastosowano zabezpieczenie programowe. Zamontowano tutaj przekładnię śrubową o średnicy $d=40\text{mm}$ i o skoku 8mm.

W osi "X" zabezpieczeniem jest trzydrogowy wyłącznik krańcowy będący jednocześnie wyłącznikiem awaryjnym. Zastosowano tu przekładnię śrubową o średnicy $d=32\text{mm}$ i skoku 6mm.

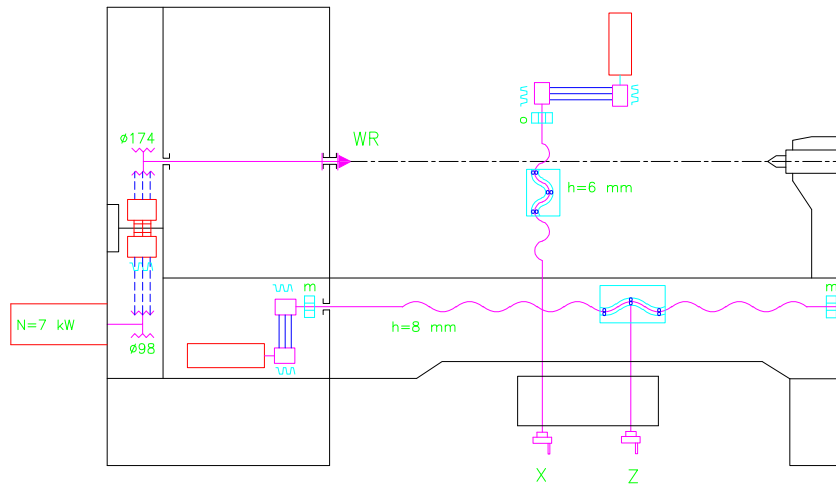
Do pomiaru drogi wykorzystano przetworniki obrotowo-impulsowe zainstalowane w silnikach napędowych osi "Z" i osi "X".

Niektóre wielkości charakterystyczne

Maksymalna średnica toczenia nad łożem	450 mm
Maksymalna średnica toczenia nad suportem	300 mm
Rozstaw kłków	925/1425 mm
Zakres obrotów wrzeciona	5 – 3000 obr/min



Rys. 19. Widok pulpitu sterowniczego: A – monitor (1 – przycisk przeglądania komunikatów, 2 – cofnięcie, 3 – pasek przycisków programowych, 4 – przycisk rozszerzenia menu, 5 – przycisk przełączania rodzajów obsługi, 6 – pasek przycisków programowych), B – klawiatura numeryczna, C – klawiatura kontrolna i korygująca, D – klawiatura alfanumeryczna



Rys. 20. Schemat kinematyczny tokarki TUG-56MN

8. Zalecenia dotyczące ćwiczenia.

W trakcie ćwiczenia będą realizowane następujące zagadnienia:

1. Analiza schematu kinematycznego i porównanie z rzeczywistym układem – tokarka TUG-40.
2. Analiza schematu kinematycznego i porównanie z rzeczywistym układem – tokarka TUG-56MN oraz omówienie układu sterowania.
3. Ustawianie prędkości obrotowych na wrzecionie i ich pomiar różnymi technikami.
4. Pokaz możliwości prac tokarskich na tokarce TUG-40.
5. Omówienie układów sterowania tokarki TUG- 56MN.
6. Omówienie struktury przykładowego programu sterującego oraz pokaz możliwości wykonywania prac.

9. Zalecenia dotyczące sprawozdania.

Sprawozdanie ma zawierać:

1. Krótką charakterystykę obu poznanych tokarek.
2. Zapis strukturalny przełożeń skrzynki prędkości (a – analiza schematu kinematycznego; b – pełny zapis strukturalny przełożeń skrzynki przełożeń, obliczyć liczbę stopni prędkości skrzynki z wzoru $k = p_1 + p_2 + \dots + p_q$, k – liczba stopni prędkości obrotowych, p_1, p_2, p_q – liczba przełożeń w grupach przekładniowych).
3. Wykres strukturalny skrzynki prędkości i wykres przełożeń skrzynki prędkości (na podstawie zapisu strukturalnego, schematu kinematycznego i literatury; w przypadku wykresu przełożeń należy zapisać przełożenia elementarne, które odczytuje się ze schematu kinematycznego).
4. Obliczenie prędkości obrotowych w oparciu o schemat kinematyczny i wykres przełożeń $n_o = n_s \cdot i$, gdzie n_s – prędkość obrotowa silnika w min^{-1} , i – odpowiednie przełożenia,

$$n_{o1} = n_s \cdot i_{11} \cdot \dots \cdot i_{odb2} =$$

$$\vdots$$

$$n_{o14} = n_s \cdot i_{11} \cdot \dots =$$

4. Obliczyć iloraz ciągu geometrycznego φ oraz dobrać znormalizowaną (najbliższą) wartość, a następnie dobrać normalne prędkości wrzeciona.

$$\varphi = \sqrt[k-1]{\frac{n_k}{n_1}}$$

5. Wykres prędkości skrawania (Pechana) w skali proporcjonalnej:

a). Obliczyć szybkość skrawania v dla podanej średnicy d , oraz odpowiednich obrotów n_1, n_2, \dots, n_{14} w celu sporządzenia wykresu Pechana

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

$v_1 - v_{14}$

b). Obliczyć prędkość ekonomiczną dla danych parametrów

$$v_e = \frac{c_v}{g^{e_v} \cdot p^{u_v}} \cdot \sqrt[3]{\frac{1}{T_e}}$$

gdzie:

g – głębokość skrawania [mm],

p – posuw [mm/obr],

T_e – ekonomiczny okres trwałości ostrza [min],

Wykładniki potęgowe określone na drodze doświadczalnej

$s = 8$,

$e_v = 0.25$,

$u_v = 0.54$.

Przyjąć $g =, p =, T_e =$

c). Obliczyć spadek prędkości skrawania poniżej v_e

$$\Delta v = \frac{\Pi d_j n_j}{1000} \left(1 - \frac{n_{j-1}}{n_j} \right) = v_e \left(1 - \frac{1}{\varphi} \right)$$

względny spadek prędkości skrawania

$$\delta v = \frac{\Delta v}{v_e} = 1 - \frac{1}{\varphi}$$

d). Wykres prędkości skrawania (Pechana) wykonać na podstawie obliczeń (papier milimetrowy lub z siatką przy pomocy dowolnego programu).

e). Na podstawie wykresu Pechana określić, jakie należy nastawić obroty wrzeciona n_1, n_2, n_3 aby uzyskać ekonomiczną szybkość skrawania dla podanych średnic d_1, d_2, d_3

6. Obliczyć prędkość obrotową efektywną

Prędkość ta wyznaczana jest drogą pośrednią przez pomiar prędkości obrotowej silnika n_{js} i wrzeciona n_j przy biegu jałowym obrabiarki oraz z wykorzystaniem wzoru:

$$n_e = n_j \frac{n_{ns}}{n_{js}} \text{ [min}^{-1} = \text{obr/min]}$$

gdzie:

n_e – prędkość obrotowa efektywna (rzeczywista prędkość obrotowa wrzeciona przy znamionowym obciążeniu silnika napędowego),

n_j – prędkość obrotowa wrzeciona na biegu jałowym obrabiarki,

n_{ns} – znamionowa prędkość obrotowa silnika podana na tabliczce znamionowej,

n_{js} – prędkość obrotowa silnika na biegu jałowym obrabiarki (pomiar dokonywany jest kilka razy podajemy wartość średnią).

Wyniki obliczeń zestawień w tabeli

Nr stopnia prędkości	Prędkości nastawione wg tabeli zamieszczonej na tokarce	Prędkości zmierzone n_j [min^{-1}]	Prędkości obrotowe efektywne n_e [min^{-1}]
1	
2	
	
14	

1. Tablica prędkości obrotowych granicznych wynikających z tolerancji mechanicznej i sumarycznej

Nr stopnia prędkości	Prędkości obrotowe nominalne n [min^{-1}]	Prędkości obrotowe obliczone		Wartości graniczne prędkości obrotowych na podstawie odchyłek w stosunku do prędkości n			
		n_o [min^{-1}]	n_e [min^{-1}]	n_{ogr} [min^{-1}] dla tolerancji mechanicznej $T_m = 5\%: -2 \div 3\%$		N_{egr} [min^{-1}] dla tolerancji sumarycznej $T_m = 8\%: -2 \div 6\%$	
				min	maks	min	maks
1	35.5	...	...	34.8	36.5	34.8	37.6
14	...	...	...	...	...	...	...

4. Wnioski

Literatura:

1. Dudik K., Górski E.: *Poradnik tokarza*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne 2000.
2. Kosmol J.: *Automatyzacja obrabiarek i obróbki skrawaniem*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne 2000.
3. Dudik K.: *Poradnik tokarza*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne 1985.
4. Wrotny L. T.: *Obrabiarki skrawające do metalu*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne 1974.
5. Wrotny L. T.: *Podstawy konstrukcji obrabiarek*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne 1973.
6. Paderewski K.: *Vademecum obrabiarek skrawających*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne 1979.
7. Dokumentacja techniczno – ruchowa tokarki TUG-40,
8. Dokumentacja techniczno – ruchowa tokarki TUG-56MN,
9. Instrukcje obsługi dla sterownika SINUMERIK 810D.