

Obrabiarki i urządzenia
technologiczne
w produkcji elastycznej



Politechnika Lubelska
Wydział Mechaniczny
Instytut Technologicznych
Systemów Informacyjnych
ul. Nadbystrzycka 36
20-618 LUBLIN

Aleksander Charczenko
Antoni Świć
Wiktor Taranenko

Obrabiarki i urządzenia technologiczne w produkcji elastycznej



Politechnika Lubelska
Lublin 2011

Recenzenci:

prof. dr hab. inż. Oleg Draczew

dr hab. inż. Marian Janczarek, prof. Politechniki Lubelskiej

Opracowanie redakcyjne: mgr Tomasz Kusz

Opracowanie graficzne: mgr inż. Łukasz Wojciechowski

Publikacja wydana za zgodą Rektora Politechniki Lubelskiej

© Copyright by Politechnika Lubelska 2011

ISBN: 978-83-62596-28-7

Wydawca: Politechnika Lubelska

ul. Nadbystrzycka 38D, 20-618 Lublin

Realizacja: Biblioteka Politechniki Lubelskiej

Ośrodek ds. Wydawnictw i Biblioteki Cyfrowej

ul. Nadbystrzycka 36A, 20-618 Lublin

tel. (81) 538-46-59, email: wydawca@pollub.pl

www.biblioteka.pollub.pl

Druk: Wydawnictwo-Drukarnia „Liber Duo”

ul. Długa 5, 20-346 Lublin

Elektroniczna wersja książki dostępna jest w Bibliotece Cyfrowej PL www.bc.pollub.pl

Nakład: 100 egz.

SPIIS TREŚCI

Wstęp.....	7
1. Obrabiarki. Zagadnienia ogólne	9
1.1. Klasyfikacja i oznaczenie obrabiarek	9
1.2. Podstawowe oznaczenia umowne na schematach kinematycznych	12
1.3. Oznaczenie osi współrzędnych i kierunków ruchów zespołów wykonawczych na schematach obrabiarek	14
2. Rodzaje ESP	21
2.1. Terminologia	21
2.2. Urządzenia ESP	23
2.3. Elastyczne moduły produkcyjne (EMP)	24
3. Tokarki i stacje obróbkowe	29
3.1. Tokarki rewolwerowe	29
3.2. Tokarki karuzelowe i centra obróbkowe	30
3.3. Tokarki kłowo – uchwytyowe	39
3.4. Automaty i półautomaty tokarskie	42
3.5. Tokarskie EMP na bazie wielowrzecionowych automatów tokarskich i obrabiarek wielozadaniowych	51
4. Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych	76
4.1. Wiertarko – wytaczarki	76
4.2. Frezarki	82
4.3. Wiertarko – frezarko – wytaczarki	104
4.4. EMP na bazie obrabiarek wielozadaniowych	130
5. Szlifierki, centra obróbkowe i EMP	140
5.1. Szlifierki do wałków	140
5.2. Półautomaty do szlifowania wewnętrznego	143
5.3. Szlifierki do płaszczyzn	145
5.4. Szlifierskie EMP	146
6. Obrabiarki do kół zębatych	157
7. Przyrządy do obrabiarek	159
7.1. Przyrządy do tokarek	159
7.2. Przyrządy do frezarek i wiertarko – wytaczarek	178
7.3. Przyrządy do obrabiarek wielozadaniowych	192

8. Systemy narzędziowe	207
8.1. Narzędzia do tokarek	207
8.2. Narzędzia do wiertarko – frezarko – wytaczarek	217
8.3. Urządzenia do ustawiania narzędzi	225
8.4. Urządzenia do automatycznej wymiany narzędzi	226
9. Urządzenia kontrolno – pomiarowe	229
9.1. Techniczne urządzenia kontrolne	229
9.2. Urządzenia do kontroli części i stanu narzędzi na obrabiarce	229
9.3. Urządzenia do kontroli części poza obrabiarką	232
10. Urządzenia transportowo – załadownicze i magazyny w ESP	238
10.1. Urządzenia do automatycznego załadunku i rozładunku obrabiarek	238
10.2. Zautomatyzowane magazyny	249
10.3. Podsystemy transportowo – magazynowe	253
10.4. Transportowe podsystemy międzyoperacyjne	258
11. Przenośniki do odprowadzania wiórów	268
11.1. Przenośniki mechaniczne	268
11.2. Urządzenia do odprowadzania wiórów – pneumatyczne i hydrauliczne	272
12. Rozwiązania konstrukcyjne ESP	274
12.1. ESP do obróbki części obrotowych	274
12.2. ESP do obróbki części korpusowych	280
Literatura	295

Wstęp

Zwiększenie wydajności pracy oraz jakości produkcji przy minimalnych nakładach związane jest z szerokim wdrożeniem obrabiarek, a największy efekt ich wdrożenia uzyskiwany jest przy zastosowaniu elastycznych systemów produkcyjnych (ESP) umożliwiających kompleksową automatyzację produkcji wieloasortymentowej. W ESP stosowane są wielozadaniowe urządzenia technologiczne NC, mikroprocesorowe urządzenia obliczeniowo – sterujące, urządzenia kontrolno – pomiarowe razem z robotami przemysłowymi i urządzeniami transportowo – magazynowymi.

Współczesne elastyczne systemy produkcyjne są zestawione z obrabiarek sterowanych numerycznie, dlatego przyjmuje się, że prezentowane w niniejszym opracowaniu obrabiarki są sterowane numerycznie. W sterowaniu numerycznym NC, jako pojęciu ogólnym, mieści się również sterowanie CNC.

Doświadczenie stosowania ESP pokazuje, że przy ich racjonalnej eksploatacji przejście od pojedynczych obrabiarek NC do zautomatyzowanych kompleksów zwiększa efektywność urządzeń od 2,5 do 3 razy, współczynnik obciążenia obrabiarek do 0,85-0,9, a współczynnik zmianowości do 2-3. Oprócz zwiększenia wskaźników techniczno – ekonomicznych, wdrożenie ESP zmienia także warunki pracy personelu. Ciężka, monotonna, rutynowa praca przekształca się w pracę twórczą przy wykorzystaniu twórczych możliwości człowieka.

Przedstawione w książce charakterystyki techniczne, schematy obrabiarek NC, konstrukcje przyrządów obrabiarkowych, narzędzi skrawających i pomocniczych, urządzeń kontrolno – pomiarowych i systemów transportowo – załadowniczych mogą zostać wykorzystane przez doktorantów, inżynierów oraz studentów kierunków Mechanika i Budowa Maszyn oraz Automatyka i Robotyka.

1. Obrabiarki. Zagadnienia ogólne

1.1. Klasyfikacja i oznaczenie obrabiarek

W zależności od charakteru wykonywanych prac i stosowanych narzędzi skrawających obrabiarki dzieli się na grupy i rodzaje (tab. 1.1).

Obrabiarki są budowane zgodnie z szeregiem wymiarowym i stanowią grupy obrabiarek jednego typu o podobnej strukturze kinematycznej i konstrukcji, ale różniące się wymiarami.

Typ wymiarowy obrabiarki – to przedstawiciel szeregu wymiarowego o konkretnych parametrach a model obrabiarki, to konstrukcja danego typu wymiarowego.

Klasyfikacja obrabiarek według stopnia uniwersalności przewiduje podział na **uniwersalne** (do różnorodnych operacji obróbki części szerokiego asortymentu w produkcji jednostkowej i małoseryjnej, a także przy pracach remontowych), **specjalizowane** (do obróbki części jednego typu o różnych wymiarach w produkcji wielkoseryjnej i masowej) i **specjalne** (do obróbki części jednego typu o podobnych wymiarach w produkcji masowej).

Według wymiarów gabarytowych i masy określanych w znacznym stopniu parametrami tych części, do obróbki, których przeznaczona jest obrabiarka, dzieli się je na **lekkie** (do 2 t), **średnie** (do 10 t) i **ciężkie** (powyżej 10 t).

Tab. 1.1. Klasyfikacja obrabiarek [49]

grupa obrabiarek	Indeks	Oznaczenie typu									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
rezerwowe	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tokarki	1	specjalizowane	automaty i półautomaty jedno-wrzecionowe	wielowrzecionowe	rewolwerowe	wiertarko - obrzynarki	karuzelowe	tokarki, tokarki czelowe	wielonożowe	specjalizowane	tokarki różne
wiertarki i wytaczarki	2	gwintarka do nakrętek	wiertarki pionowe	jednowrzecionowe	półautomaty wielowrzecionowe	wytaczarki współpracujące z narzędziami	wiertarki promieniowe	wytaczarki poziome	wytaczarki diamentowe	wiertarki poziome	wiertarki różne
szlifiarki i docierarki	3	-	szlifiarki do wałków	do szlifowania wewnętrznego	szlifiarki - zużerarki	szlifiarki specjalizowane	-	zataczarki	szlifiarki do płaszczyzn	docierarki i polerki	różne wykończające i mat. ścierny
kombinowane	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
obrabiarki do uzębienia i gwintów	5	do nadania gwintów	strugarki do nadania uzębienia w kłach stożkowych	do nadania uzębienia na kółkach stożkowych	do frezowania uzębienia	do nadania par szlakowych	do obróbki części zębów	frezarki do gwintów	do obróbki wykańczającej uzębienia i kontrolne	szlifiarki do uzębienia i gwintów	różne do obróbki uzębienia i gwintów
frezarki	6	-	pionowe konsolowe	o działaniu ciągłym	wzdłużne jedno-stojakowe	do kopiowania i grawerowania	pionowe bezwspornikowe	wzdłużne dwustojakowe	konsolowe uniwersalne	konsolowe poziome	frezarki różne
strugarki, dłutownice i przedagarki	7	-	jednowspornikowe	wzdłużne dwuwspornikowe	strugarki poprzeczne	dłutownice	przedagarki	-	do przepychania	-	różne strugarki
do przednania	8	-	nożem, piłami	pracujące ściemnia	gładką tarczą odcharki	taśmowe	ściernarki	ściernarki talarzowe	piły mechaniczne ramowe	-	-
różne	9	-	piłnikarki	do nadania zębów na płachach	do skłówania	wyważarki	do badań wiertel i ściernic	maszynny podziałowe	-	-	-

Współczesna obrabiarka sterowana numerycznie (NC) jest samosterowalną maszyną roboczą, sterowaną komputerowo, pracującą w czasie rzeczywistym i przekształcającą sygnały dyskretne i informacje w dyskretne sygnały sterownicze.

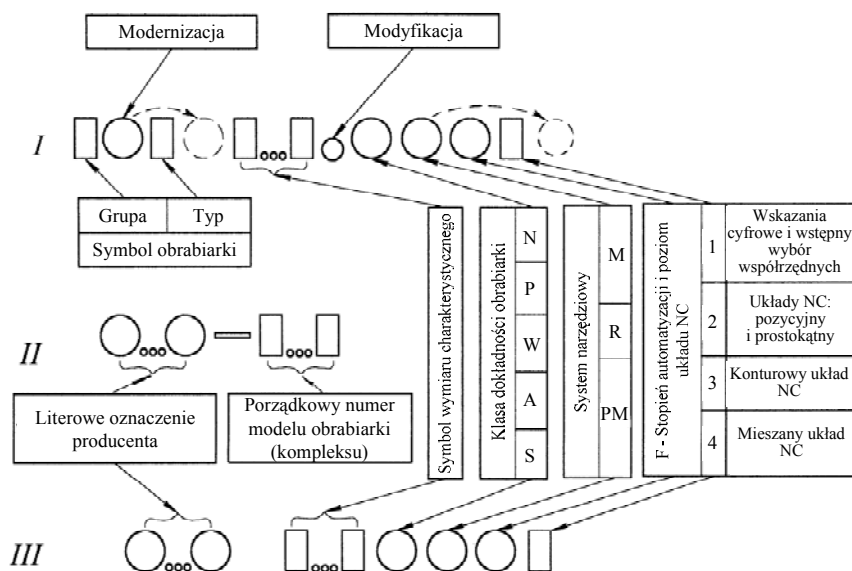
Według występowania sprzężenia zwrotnego układy sterowania numerycznego mogą być **otwarte** (posiadające jedno źródło informacji - od programu sterującego przez urządzenia sterowania do organów wykonawczych obrabiarki) i **zamknięte** (ze sprzężeniem zwrotnym położenia organu roboczego i kompensacją błędów obrabiarki, samodostosowujące się do różnych zewnętrznych zakłóceń i zmian w przebiegu procesu technologicznego).

W zależności od stopnia adaptacji i typu układu NC przyjęto dla obrabiarek następujące dodatkowe oznaczenia: **Φ1** - cyfrowe wyświetlanie i wstępne wprowadzenie współrzędnych; **Φ2** - pozycyjne i prostokątne układy NC; **Φ3** - konturowe układy NC; **Φ4** - uniwersalne i mieszane układy NC; **M** - magazyn narzędziowy i automatyczna wymiana narzędzia (AWN); **P** - rewolwerowa głowica narzędziowa i AWN; **PM** - głowica rewolwerowa, magazyn narzędziowy i AWN [22].

Każdy model obrabiarki posiada cyfrowy lub liczbowo - cyfrowy symbol, który zawiera pewną informację o obrabiarce. Schematy rozszyfrowania podstawowych systemów oznaczeń obrabiarek NC pokazano na rys. 1.1. Na przykład, model obrabiarki **1A512MF3** należy rozszyfrowywać według wariantu pierwszego (rys. 1.1, I), zaczynającego się cyfrą: **1** - grupa tokarek; **A** - litera wskazuje na modernizację modelu; **5** - obrabiarka karuzelowa; **12** - umowny lub charakterystyczny wymiar obrabiarki (w danym modelu jest to wymiar tarczy uchwytowej 1250 mm); **M** - oznaczenie magazynu narzędziowego z automatyczną wymianą narzędzi; **F3** - z konturowym systemem NC; obrabiarka odnosi się do normalnej klasy dokładności, litera **N** w klasie nie jest ukazywana.

Model obrabiarki **RT-724F3PM** rozszyfrowywany jest według wariantu drugiego (rys. 1.1, II): **RT** - literowe oznaczenie zakładu wytwórcy; **724** - numer porządkowy modelu; **F3** - z konturowym systemem NC; **PM** - z głowicą rewolwerową, magazynem narzędziowym i AWN.

Oznaczenie obrabiarki NC, na przykład, modelu **IR320PMF4** rozszyfrowywane jest zgodnie z wariantem trzecim (rys. 1.1, III): **IR** - literowe oznaczenie zakładu wytwórcy; **320** - wymiar charakterystyczny (gabaryty stołu 320×320); **P** - podwyższona klasa dokładności; **M** - z magazynem narzędziowym i AWN; **F4** - z mieszanym układem NC.



Rys. 1.1. Schematy odczytywania różnych oznaczeń obrabiarek NC

1.2. Podstawowe oznaczenia umowne na schematach kinematycznych

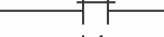
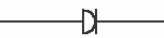
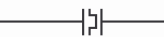
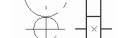
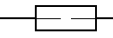
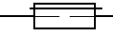
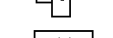
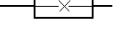
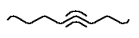
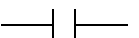
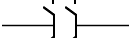
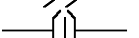
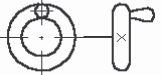
W mechanizmach obrabiarek NC do przekazywania ruchu od jednego ogniwa do drugiego służą przekładnie pasowe, łańcuchowe, zębate, ślimakowe, gwintowe, zębatkowe, sprzęgła, wały, łożyska.

Najczęściej stosowane do napędów obrabiarek umowne oznaczenia przekładni i innych elementów zestawiono w tab. 1.2.

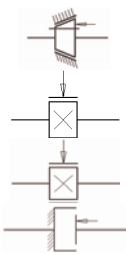
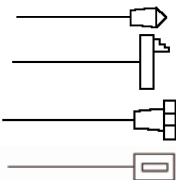
Tab. 1.2. Umowne oznaczenia elementów schematów kinematycznych

Nazwa	Oznaczenie	Nazwa	Oznaczenie
Wał		Przekładnia łańcuchowa	
Łożysko ślizgowe promieniowe		Przekładnia z pasem klinowym	

Tab. 1.2. Umowne oznaczenia elementów schematów kinematycznych (c.d.)

Nazwa	Oznaczenie	Nazwa	Oznaczenie
Łożyska toczne: promieniowe (oznaczenie ogólne) promieniowe wałeczkowe kulkowe oporowe jednokierunkowe	  	Przekładnia z pasem płaskim: otwarta skrzyżowana	   
Połączenie dwóch wałów: stałe elastyczne przegubowe sprzęgło swobodne sprzęgło zębate	    	Przekładnia zębata: walcowa stożkowa śrubowa ślimakowa zębatkowa	         
Połączenie części z wałem: swobodne przy obrocie ruchome bez obrotu przy pomocy wyjmowanego wpustu stałe	    		
Sprzęgło kłowe: jednostronne dwustronne	 	Przekładnie gwint - nakrętka: toczna (kulkowa) ślizgowa	 
Sprzęgło elektromagnetyczne: jednostronne dwustronne	 		
Sprzęgło cierne: ogólne oznaczenie stożkowe jednostronne stożkowe dwustronne tarczowe jednostronne tarczowe dwustronne sprzęgło jednokierunkowe	     	Pokrętło Silnik elektryczny	 

Tab. 1.2. Umowne oznaczenia elementów schematów kinematycznych (c.d.)

Nazwa	Oznaczenie	Nazwa	Oznaczenie
Hamulec: stożkowy klockowy taśmowy tarczowy		Wrzeciona: obrabiarek tokarek frezarek wiertarek	

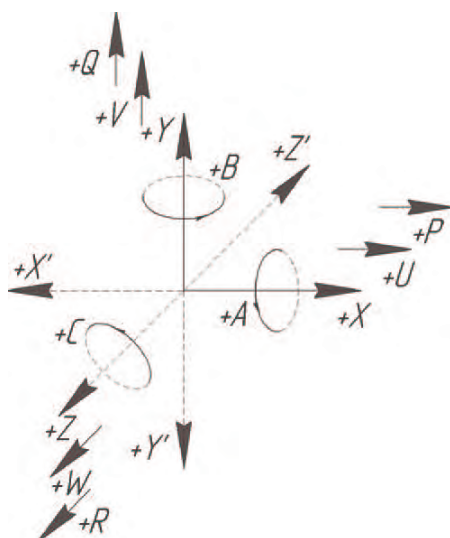
1.3. Oznaczenie osi współrzędnych i kierunków ruchów zespołów wykonawczych na schematach obrabiarek

Układ współrzędnych obrabiarki wybrany zgodnie z zaleceniami ISO przyjęto nazywać standardowym. Układ standardowy współrzędnych jest prawym prostokątnym kartezjańskim układem współrzędnych, w którym dodatnie kierunki osi współrzędnych określone są według zasady prawej ręki: duży palec pokazuje dodatni kierunek osi odciętych X, wskazujący – osi rzędnych Y i mały – osi wysokości Z.

Specyfika układu polega na tym, że oś współrzędnych Z przyjmuje się zawsze jako równoległą do osi wrzeciona głównego obrabiarki, niezależnie od tego, jak jest ono położone – pionowo czy poziomo. Umożliwia to, przy sterowaniu NC dla najczęściej występującej obróbki płaskiej, oznaczanie w programach współrzędnych jako X i Y – niezależnie od położenia wrzeciona (rys. 1.2).

Jako dodatni kierunek osi Z przyjmowany jest kierunek od części do narzędzia. Oś X – zawsze jest pozioma. Dodatkowe ruchy równoległe do osi X, Y, Z oznaczane są odpowiednio U, V, W (drugie) i P, Q, R (trzecie). Ruchy obrotowe wokół osi X, Y, Z odpowiednio oznacza się literami A, B, C. Dodatnie kierunki obrotów A, B, C wokół osi współrzędnych X, Y i Z pokazano na rys. 1.2. Dodatkowe przemieszczenia kątowe wokół specjalnych osi oznaczane są literami D i E.

Początek standardowego układu współrzędnych obrabiarki zwykle pokrywa się z bazowym punktem zespołu, na którym umieszczona jest część i ustalonego w takim położeniu, dla którego wszystkie przemieszczenia organów wykonawczych obrabiarki opisywane są w standardowym układzie współrzędnymi dodatnimi.



Rys. 1.2. Prawy prostokątny układ współrzędnych obrabiarki

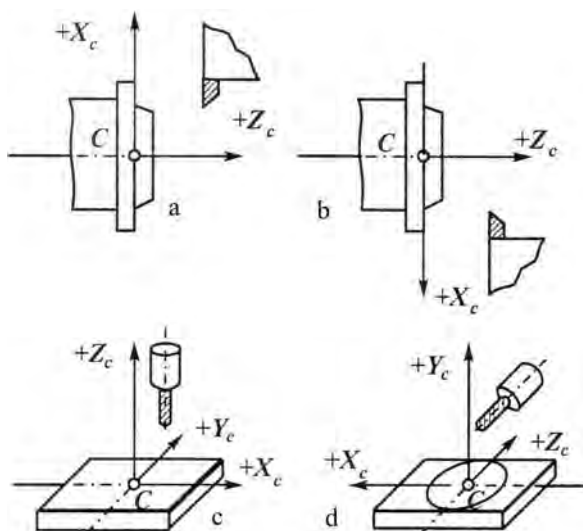
Układem współrzędnych tokarki jest układ dwóch współrzędnych X, Z. Początek tego układu przyjmuje się w punkcie bazowym zespołu wrzecionowego. Dodatni kierunek osi układu współrzędnych tokarki określany jest położeniem podstawowego zakresu roboczego przemieszczeń narzędzi. Początek tego układu przyjmuje się w punkcie bazowym węzła wrzecionowego (rys. 1.3, a, b).

Dla wiertarek, wiertarko - wytaczarek i frezarek stosowany jest układ trzech współrzędnych X, Y, Z. Początek tego układu współrzędnych przyjmowany jest najczęściej w bazowym punkcie obrabiarki w jednym ze skrajnych położen. Kierunki osi współrzędnych tego standardowego układu powiązane są z konstrukcją obrabiarki (rys. 1.3, c, d).

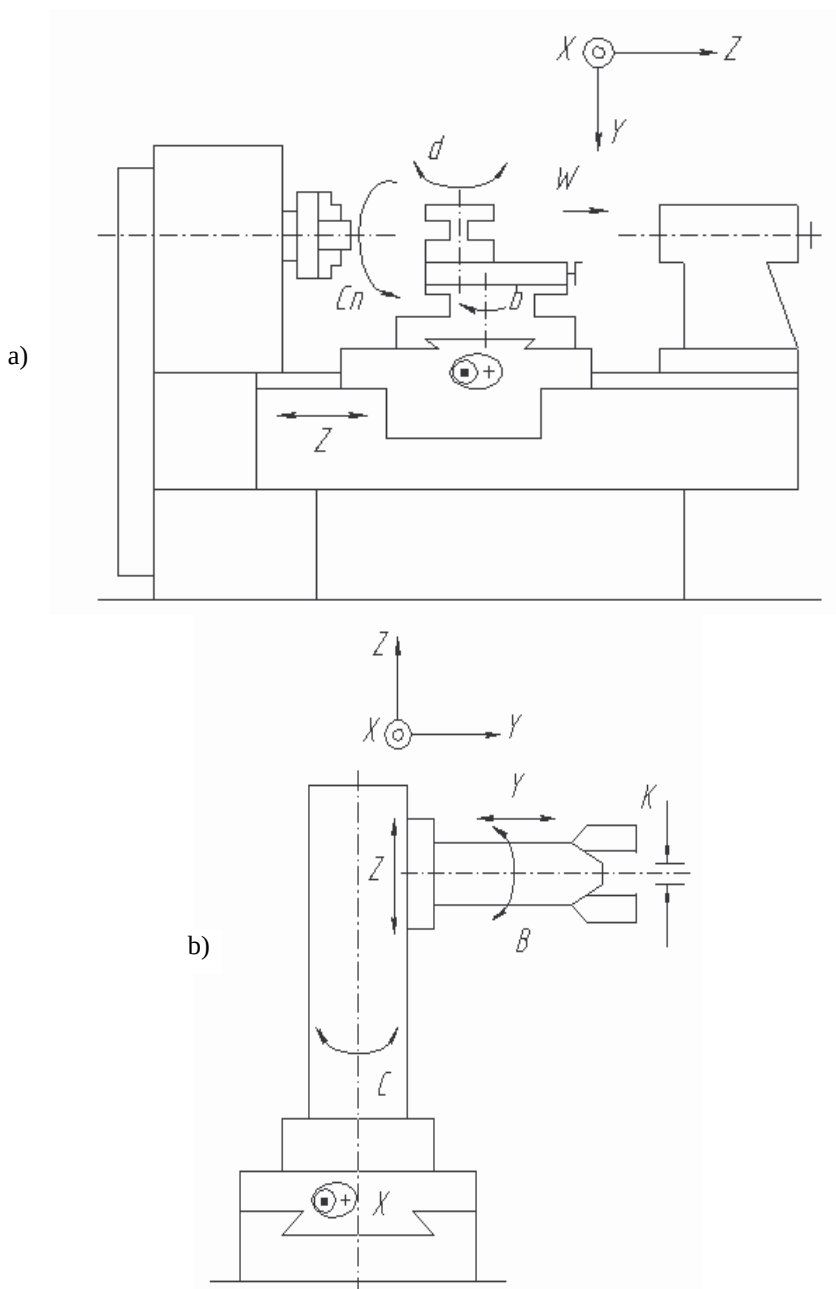
Ruchy organów roboczych obrabiarki określane są w programie współrzędnymi lub przyrostami współrzędnych punktów bazowych w układzie osi współrzędnych, w standardowym układzie współrzędnych. Układ osi współrzędnych organów roboczych obrabiarki jest zestawieniem poszczególnych sterowanych programowo współrzędnych. Każda, z których przypisana jest do konkretnego organu roboczego obrabiarki i posiada indywidualne oznaczenie, kierunek i początek odliczania.

W celu zagwarantowania uniwersalności metod przygotowania programów zaleca się stosowanie oznaczeń i kierunków osi współrzędnych roboczych organów obrabiarki zgodnych z zaleceniami ISO.

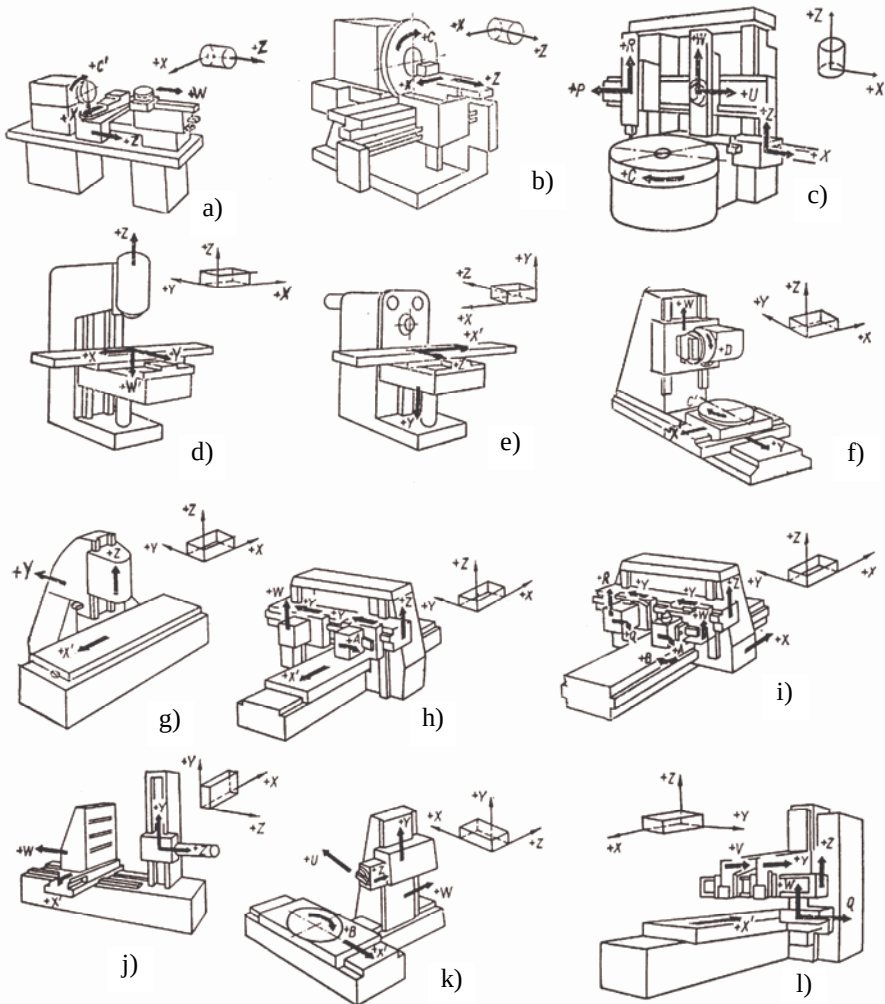
Na rys. 1.4 – 1.7 przedstawione zostały schematy różnych urządzeń NC, na których pokazano oznaczenia i dodatnie kierunki ruchów roboczych organów względem standardowego układu współrzędnych związanego z obrabianą częścią [19, 28, 32, 33, 58].



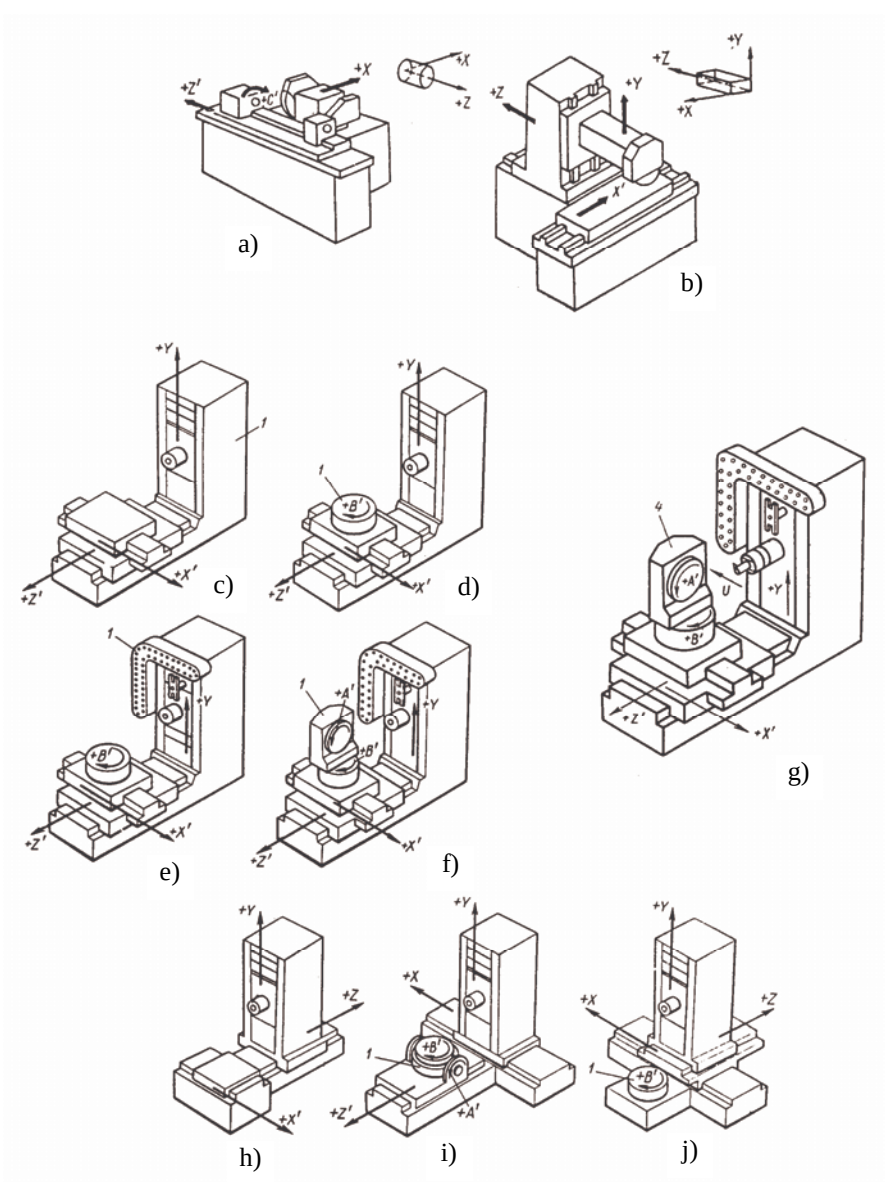
Rys. 1.3. Kierunki standardowych współrzędnych obrabiarki:
a – tokarki przy przemieszczeniach narzędzi nad osią obrotu wrzeciona; b – jak wyżej, pod osią obrotu wrzeciona;
c, d – wiertarko – wytaczarek i frezarek odpowiednio z poziomym i pionowym położeniu wrzeciona



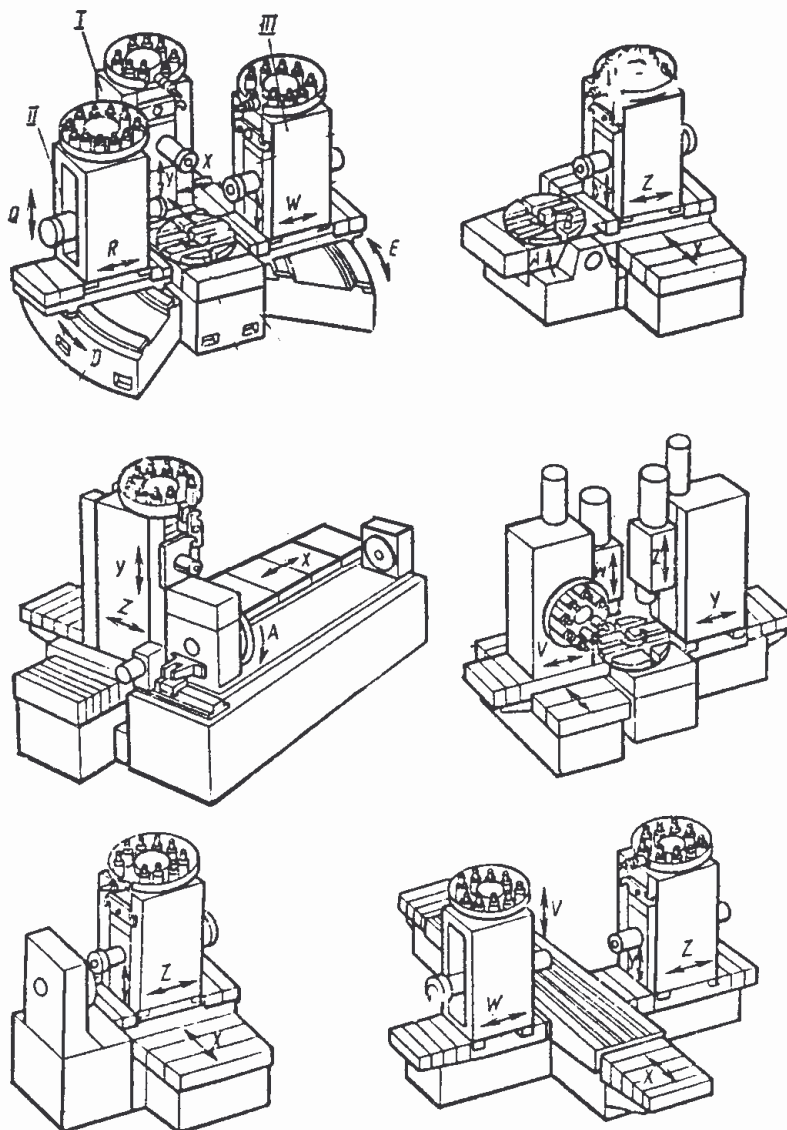
Rys. 1.4. Tokarka (a) i robot przemysłowy (b) z zaznaczonymi kierunkami osi i przemieszczeń



Rys. 1.5. Oznaczenie osi współrzędnych i kierunków ruchów na schematach obrabiarek NC: a – tokarki rewolwerowej; b – tokarki czołowej; c – tokarki karuzelowej; d – frezarki pionowej; e – frezarki poziomej wspornikowej; f – frezarki ze stołem obrotowym i obrotowym wrzecionem; g – frezarki pionowej bramowej; h – frezarki bramowej dwustojakowej; i – dwustojakowej z przesuwoną bramą; j – wytaczarki poziomej z nieprzesuwalnym wrzecionem; k – z wrzecionkiem o przesuwie wzdłużnym; l – strugarki wzdłużnej



Rys. 1.6. Oznaczenie osi współrzędnych obrabiarek:
a – szlifierki do wałków; b – szlifierki do płaszczyzn; c, d, e, f, g –
obrabiaarki wielozadaniowe średniej wielkości; h, i, j – obrabiarki
wielozadaniowe o różnych rozwiązaniach konstrukcyjnych



Rys. 1.7. Oznaczenie osi współrzędnych i kierunków ruchów obrabiarek zespołowych

2. Rodzaje ESP

2.1. Terminologia

Elastycznym systemem produkcyjnym (**ESP**) nazywa się zestaw różnych powiązaniach urządzeń NC, zrobotyzowanych kompleksów technologicznych, elastycznych modułów produkcyjnych, poszczególnych jednostek urządzeń technologicznych i układów umożliwiających ich funkcjonowanie w trybie automatycznym w ciągu określonego czasu, posiadający właściwość automatycznego przebrojenia przy wytwarzaniu wyrobów dowolnego asortymentu w ustalonych zakresach wartości charakterystyk (przy tym przedział czasu ustalany jest w uzgodnieniu z zamawiającym ESP).

Według wyróżników organizacyjnych wyróżnia się następujące rodzaje ESP: elastyczna linia zautomatyzowana, elastyczny zautomatyzowany oddział, elastyczny zautomatyzowany wydział [10, 12, 24, 29, 55].

Elastyczna linia produkcyjna (**ELP**) to elastyczny system produkcyjny, w którym urządzenia technologiczne rozmieszczone są według kolejności operacji technologicznych.

Elastyczne gniazdo produkcyjne (**EGP**) – to elastyczny system produkcyjny, w którym wytwarzanie jest realizowane zgodnie z marszrutą technologiczną, z możliwością zmiany kolejności zastosowania urządzeń technologicznych.

Elastyczny wydział produkcyjny (**EWP**) – to elastyczny system produkcyjny będący zestawem w różnorodnych powiązaniach elastycznych linii produkcyjnych, elastycznych gniazd produkcyjnych, zrobotyzowanych gniazd produkcyjnych przeznaczonych do wykonania wyrobów określonego asortymentu.

Podstawową częścią składową ESP jest elastyczny moduł produkcyjny (**EMP**), który stanowi jednostka urządzenia technologicznego do produkcji wyrobów dowolnego asortymentu dla ustalonych zakresów wartości ich charakterystyk ze sterowaniem programowym, funkcjonująca autonomicznie, automatycznie realizująca wszystkie funkcje związane z możliwością wytwarzania, posiadająca możliwość wbudowywania w elastyczny system produkcyjny.

Tak więc **EMP** to zdolna do autonomicznego funkcjonowania, realizująca wielokrotne cykle jednostka technologiczna z zautomatyzowanymi urządzeniami sterowania programowego (z NC), wyposażona w zautomatyzowane urządzenia (roboty) załadunku części i odprowadzenia części, odprowadzania odpadów (na przykład wiórów), dostarczania i wymiany narzędzi, pomiarów i kontroli w procesie obróbki (montażu), a także diagnostyki niesprawności i uszkodzeń w pracy.

EMP posiadają możliwość zautomatyzowanego przebrojenia do wykonywania różnych nowych wyrobów w zakresie realizowanego asortymentu i swoich możliwości technicznych, a także może być elementem ESP.

Oprócz EMP w skład ESP (ELP, EGP i EWP) wchodzi zrobotyzowane kompleksy technologiczne, systemy zabezpieczające funkcjonowanie ESP, zautomatyzowane systemy transportowo – magazynowe i zautomatyzowane systemy narzędziowe.

Zrobotyzowany kompleks technologiczny (**ZKT**) – to zestaw jednostek urządzeń technologicznych, robota przemysłowego i środków wyposażenia, funkcjonujący autonomicznie i realizujący wielokrotne cykle.

ZKT, przeznaczone do pracy w ESP, powinny mieć możliwość automatycznego przebrajania i wbudowywania w system. Jako urządzenie technologiczne w ZKT może być zastosowany robot przemysłowy. Do wyposażenia ZKT można zaliczyć zasobniki, orientowniki, urządzenia do pojedynczego wydawania obiektów produkcji (części, półfabrykatów) i inne urządzenia gwarantujące funkcjonowanie ZKT. System funkcjonowania ESP – to całokształt zautomatyzowanych systemów, umożliwiających projektowanie wyrobów, technologiczne przygotowanie ich produkcji, komputerowe sterowanie elastycznym systemem produkcyjnym i automatyczne przemieszczanie części i oprzyrządowania technologicznego.

Zautomatyzowany system transportowo – magazynowy (**ZSTM**) – to system wzajemnie powiązanych zautomatyzowanych urządzeń transportowych i magazynowych do układania, przechowywania, czasowego gromadzenia, wyładunku i dostarczania przedmiotów pracy oraz oprzyrządowania technologicznego.

Zautomatyzowany system narzędziowy (**ZSN**) – to system wzajemnie powiązanych elementów, włączając miejsca przygotowania narzędzi, ich transportowania, gromadzenia urządzeń wymiany i kontroli jakości narzędzi, umożliwiający przygotowanie, przechowywanie, automatyczne ustawianie i zamianę narzędzi. W skład ESP (EWP) mogą wchodzić także zrobotyzowane linie technologiczne i gniazda. Zrobotyzowana linia technologiczna – to całokształt zrobotyzowanych kompleksów technologicznych powiązanych między sobą środkami transportowymi i układem sterowania lub kilka jednostek urządzeń technologicznych obsługiwanych przez jeden lub więcej robotów przemysłowych w celu wykonania operacji w przyjętej kolejności technologicznej.

Zrobotyzowane gniazdo technologiczne – to całokształt zrobotyzowanych kompleksów technologicznych, powiązanych pomiędzy sobą środkami transportowymi i układem sterowania lub więcej jednostek urządzeń technologicznych obsługiwanych przez jeden lub kilka robotów przemysłowych, w którym jest możliwość zmiany kolejności zastosowania urządzeń technologicznych.

Z przytoczonych określeń wynika, że elastyczna linia produkcyjna lub gniazdo – to zestaw kilku (dwóch lub więcej) wzajemnie powiązanych elastycznych modułów produkcyjnych połączonych zautomatyzowanym systemem sterowania (**ZSS**), zautomatyzowanym systemem transportowo – magazynowym (**ZSTM**) i zautomatyzowanym systemem narzędziowym (**ZSN**), których praca jest synchronizowana (tak jak i sterowanie cyklem produkcyjnym) przez komputer sterujący (lub sieć komputerów), gwarantujący autonomiczne funkcjonowanie ELP lub EGP w ciągu określonego czasu w warunkach umożliwiających szybkie przejście na obróbkę dowolnej innej części (zespołu) w granicach możliwości technologicznych urządzeń. ELP i EGP posiadają zdolność do ich wbudowywania w system wyższego poziomu, na przykład EWP.

Analogicznie elastyczny wydział produkcyjny (zakład) – to system produkcyjny składający się z kilku (dwóch lub więcej) wzajemnie powiązanych linii lub gniazd produkcyjnych, połączonych jednolitym systemem sterowania produkcją i **ZSTM** przy elastycznej automatyzacji technicznego przygotowania produkcji, umożliwiający szybkie przebrojenie na wytwarzanie nowych wyrobów w wyniku integracji systemów zautomatyzowanego projektowania obiektu produkcji (**ZSP W**), technologii i środków technologicznych (**ZSP T**). Zawiera także zautomatyzowany system badań naukowych (**ZSB**), sterowania procesami technologicznymi (**ZSSPT**) oraz zautomatyzowany system technicznego przygotowania produkcji (**ZSTPP**).

2.2. Urządzenia ESP

Skład urządzeń jest określany w oparciu o analizę procesów technologicznych obróbki części w ESP, poprzedzonej analizą asortymentu części, które mają być w systemie obrabiane. Na bazie opracowania grupowych procesów technologicznych określone są związki czasowe, umożliwiające określanie składu urządzeń ESP. Jako podstawowe urządzenia technologiczne najczęściej są stosowane obrabiarki NC.

Głównym wyróżnikiem ESP jest sterowanie systemem od komputera. Podstawowe składniki ESP pokazano na rys. 2.1. Kompleks obliczeniowo – sterujący 1 przez oddziały sterownicze 2 połączony jest z oddziałem technicznego przygotowania produkcji 3, z oddziałami przygotowania narzędzi i montażu przyrządów 4, z elastycznymi modułami produkcyjnymi (EMP) obróbki 5, z systemem transportowym 6 realizującym załadunek urządzeń i dostarczającym narzędzia, z miejscem kompletowania 7, a także z szeregiem służ pomocniczych (oddziałami mycia 8, kontroli części 9 i pulpitem dyspozytora).

ESP według składu urządzeń, a także stopnia automatyzacji procesu technologicznego i konstrukcyjno – technologicznych charakterystyk obrabianych części można umownie podzielić na trzy grupy.

Pierwszą grupę stanowią ESP, zorganizowane zgodnie z zasadą gniazd obróbki mechanicznej produkcji seryjnej i małoseryjnej. W skład ESP wchodzi obrabiarki NC i inne urządzenia sterowane od komputera, który steruje pracą urządzeń transportowych i przesyła do obrabiarek NC programy sterujące. Przechwytywanie urządzeń wykonują operatorzy.

Do **drugiej** grupy wchodzi ESP przeznaczone do obróbki niewielkich grup części jednorodnych pod względem cech konstrukcyjno – technologicznych.

Części są obrabiane według grupowego procesu technologicznego, co umożliwia specjalizację urządzeń według rodzajów obróbki lub typów obrabianych części i sprzyja zwiększeniu efektywności zastosowania urządzeń NC. W skład takich gniazd wchodzi wielowrzecionowe obrabiarki zespołowe NC lub obrabiarki wyposażone w wielowrzecionowe końcówki.

Do **trzeciej** grupy zaliczane są wielofunkcyjne ESP, przeznaczone do obróbki części szerokiego asortymentu w niewielkich partiach. Takie gniazda wyposażane są w urządzenia mogące się przeobrażać na produkcję innych części bez zatrzymywania produkcji. Najpełniej temu warunkowi odpowiadają obrabiarki wielozadaniowe o szerokim możliwościach technologicznych. W trakcie eksploatacji ESP tej grupy najważniejsze jest racjonalne obciążenie urządzeń przy pełnym wykorzystaniu ich możliwości technologicznych. Najwłaściwsze jest zastosowanie urządzeń jednego typu, co umożliwia pracę ESP przy uszkodzeniu części obrabiarek, a także dopracowywanie procesów technologicznych i nowych programów bez zatrzymywania pracy urządzeń.

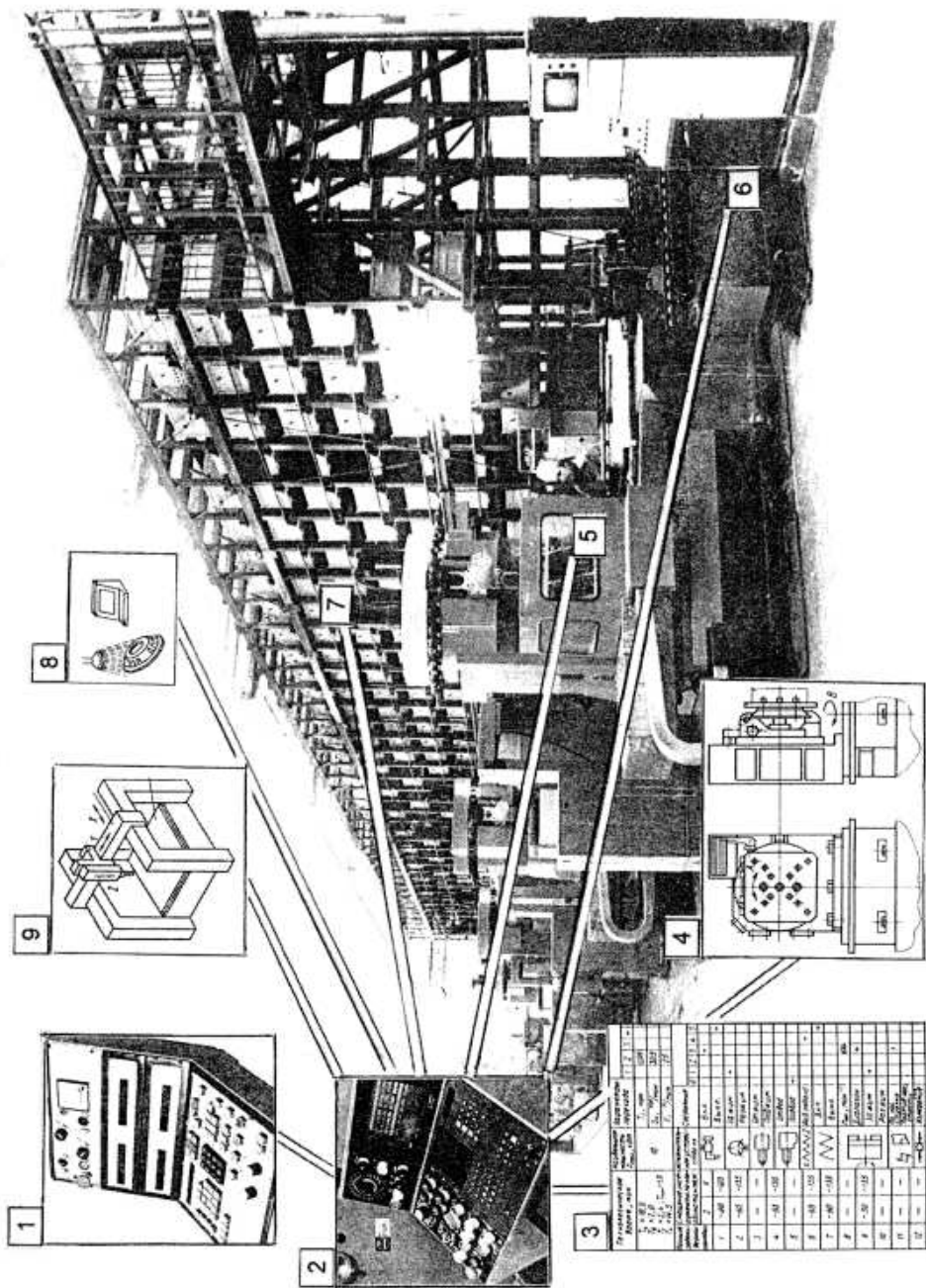
2.3. Elastyczne moduły produkcyjne (EMP)

EMP są głównymi elementami składowymi ESP i pierwszym poziomem automatyzacji.

Przykładowy ogólny widok EMP obróbki tokarskiej (+GF+, Szwajcaria) pokazano na rys. 2.2 [40, 62].

W skład EMP wchodzi tokarka 1(NDM-16) NC; ładowacz bramowy 2 (PL-2) ze sterowaniem programowym, urządzenie kontroli narzędzi 3; zasobnik sortujący 4; urządzenie załadunku części na palety 5 (CPS – Computerized Pallet System); układ pomiarowy 6 ze sprzężeniem zwrotnym; blok narzędziowy 7; bębnowy magazyn narzędziowy 8 (na 120 narzędzi); urządzenie sterowania 9 z magazynem bębnowym; wózek urządzenia wymiany narzędzi 10.

EMP obróbki tokarskiej stosowany jest przy produkcji seryjnej części typu wały, tarcze, kołnierze, tuleje i inne części obrotowe.



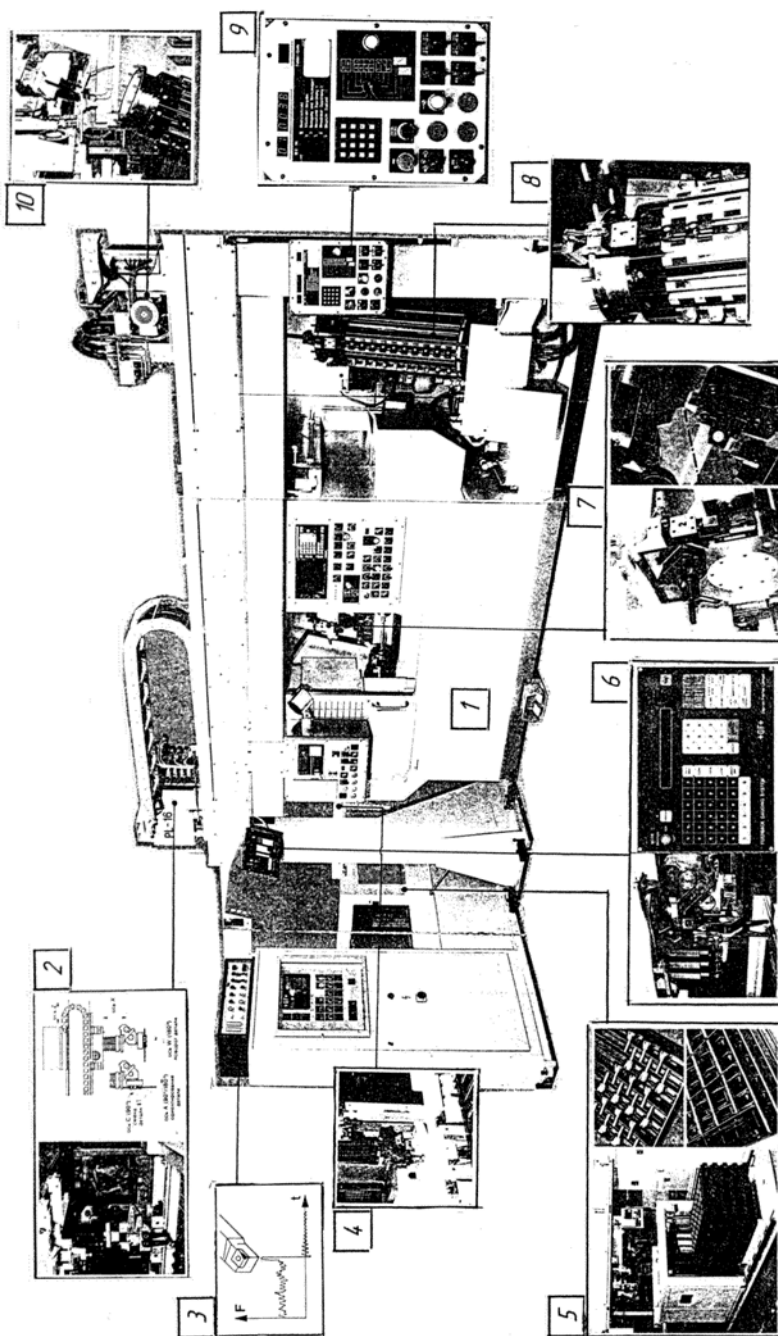
Rys. 2.1. Podstawowe elementy składowe ESP

Do obróbki mechanicznej części korpusowych, płaskich i innych części nieobrotowych o złożonym kształcie, najbardziej efektywne jest stosowanie EMP na bazie wiertarko – frezarko – wytaczarek.

EMP szlifierskie są przeznaczone do szlifowania wewnętrznego i zewnętrznego gładkich i nieciągłych powierzchni cylindrycznych oraz stożkowych części obrotowych w cyklu automatycznym.

Przykłady podstawowych danych urządzeń technologicznych EMP obróbki tokarskiej przedstawiono w tab. 2.1.

Zastosowanie EMP w istotny sposób zmniejsza ilość potrzebnych urządzeń uniwersalnych, powierzchni produkcyjnej i wykwalifikowanych pracowników.



Rys. 2.2. Podstawowe elementy EMP obróbki tokarskiej

Tab. 2.1. Podstawowe dane o urządzeniach technologicznych EMP obróbki tokarskiej [17]

Model	Maksymalna średnica obróbki pręta, mm	Maksymalna średnica części, mm	Największe przeszerzenie według osi współrzędnych mm		Częstość obrotowa, min ⁻¹		Moc napędu, kWt		Liczba narzędzi/ z napędem obrótu	Typ układu NC	Wymiary gabarytowe, mm	Masa, kg	Producent	Kraj
			X	Z	wrzeciona	narzędzia głowicy rewolwerowej	ruchu głównego	narzędzia głowicy rewolwerowej						
11B40PFA	40	145x100	90	220	40...4000	40...2500	15	-	16/8	2532 (2R32)	3250x1630	4000	Nowosybskie PBO	Rosja
IP420PFA0	50	200x130	265	630	25...1400 45...2500	45...2500	30 (20)	-	12/6	NC-80-31	3150x2300	5500	Berdyczowska ZBO	Ukraina
1716PFA	50	200x750	180	760	15...3000 20...4000 28...5600	40...2500	15 (22)	-	12/6	Famc3TC	3200x3000	4000	Siednowołoskie PBO	Rosja
IRT180PFA	50	200x165	246	400	20...4000	40...4000	22	-	24/-	Famc	-	4500	Iwanowskie IPO	
TNS-42	42	450x490	160	490	28...5600 35...7000	0...2500	27	1,8	12/6	CNC/HNC T72000(TX8)	2800x1950	4000	Traub	
TNS-60	60				20...4000	na zamówienie	30	-	12/6	HNC	-	-	Monforts	
VNS600-4	80	520x600	290	700	28...5600 18...4000					Sinumerik 31				
EM-3D	38	200x100	250	280	130...5500	120...1750	11	1,5	12/12	CNC/HNC	2650x1970	3200	Rambold	
GE42	42	175x360	160	488	31,5...5000 40...6300	-	22	-	14/4	CNC/HNC	3010x1850	3000	Index	Niemcy
GS30-4	30	130x200	100	200	0...7500	0...3000	10,5	2	12/8	HNC	2000...1680	3000	Guldmeier	
MD4S	81	500x1000	250	1000	28...4000	10...3000	43	6	12/6	Siemens Guldmeier	2000x3200	-		
TNL	26	80x80	300	220	0...6500	0...6000	6,1	0,25	12/2	Etropolis HNC	1560x1790	6500	Max Müller Benzinger	
Webo WT-400	36	328x600	220	670	80...8000	na zamówienie	10	-	8/4	Sinumerik 810TE	2400x1400	3500	Ropar work	
CNC143	42	204x204	350	350	50...4000 10...5000 40...3500	0...3000	12,5	-	8/4	HNC	2600x2000	2700	Ebosa	Szwajcaria
AT20u	65	180x180	200	400	160...4000	125...3150	15	3,7	12/12	Sinumerik 8T	330x3800	4500	Ikegai	
LG40-1S	60	400x1000	320	1000	10...2500	40...1000	30	4	12/6	HNC	-	-	Okuma	
TS10	36	140x225	105	1000	63...6000	0...2100	15	-	14/4	Sinumerik 8T	2250x1625	2800	Takasawa	Japonia
NSM45/160	45	45x160	135	190	70...3550	0...3000	7,5	1,5	12/4	Tsugami	2240x1625	3400	Wasmato	
LG81	54	460x120	550	325	404000	0...3000	10	0,4	12/4	HNC	-	-	Maschino	
LG83								(2)		Sinumerik 8T				

3. Tokarki i stacje obróbkowe

Najczęściej w ESP stosowane są następujące obrabiarki NC grupy tokarek: tokarki rewolwerowe, tokarki karuzelowe, tokarki kłowe, tokarki pociągowe, tokarskie centra obróbkowe (obrabiaarki wielozadaniowe).

3.1. Tokarki rewolwerowe

Tokarki rewolwerowe NC stosowane są do obróbki prostych części obrotowych z pręta lub półfabrykatu. Przy wbudowywaniu ich w ESP możliwa jest automatyzacja załadunku pręta (jeżeli ta operacja nie jest przewidziana konstrukcją obrabiarki). Podstawowe charakterystyki techniczne tokarek rewolwerowych NC zestawione są w tab. 3.1 [35, 66].

Tokarki rewolwerowe NC mod. 1325F30, 1W340F30, 1E365PF30, 1P426F3, 1P426DFZ stosowane są do obróbki części z pręta. Wykonuje się na nich toczenie, roztaczanie, toczenie rowków, wiercenie, rozwiercanie, nacinanie gwintu (gwintownikami, narzynkami, nożami), obróbkę powierzchni stożkowych i kształtowych.

Tokarka rewolwerowa NC do obróbki z pręta mod. 1E365PF30 (rys. 3.1, a) przeznaczona jest do obróbki tokarskiej części z prętów w cyklu automatycznym i pojedynczych części w produkcji małoseryjnej i seryjnej. Obrabiarka z automatycznym cyklem pracy może być elementem zrobotyzowanego elastycznego systemu produkcyjnego. Na obrabiarce wykonywane są wszystkie podstawowe operacje tokarskie z dokładnością do 7 - 8 klasy.

Obrabiarka 1325F30 również umożliwia przy toczeniu osiągnięcie dokładności obróbki w zakresie 7 - 8 klasy. Obrabiarka jest wyposażona w dwunasto-pozycyjną głowicę rewolwerową o poziomej osi obrotu, przeznaczoną do mocowania narzędzi skrawających, co rozszerza jej możliwości technologiczne i podwyższa wydajność.

Tokarka rewolwerowa NC mod. 1W340F30 (rys 3.1, b) stosowana jest do obróbki tokarskiej części o profilu gładkim, stopniowanym i krzywoliniowym z pręta i półfabrykatów. Pracuje w cyklu automatycznym w warunkach produkcji seryjnej i małoseryjnej. Wykonywane są na niej wszystkie podstawowe operacje tokarskie. Ośmiopozycyjna głowica rewolwerowa na stole krzyżowym w połączeniu z suportem umożliwia przebrojenie z obróbki części z pręta na obróbkę części w uchwycie, co zwiększa elastyczność technologiczną obrabiarki. Obrabiarka umożliwia osiągnięcie 8 klasy dokładności.

Tokarka rewolwerowa NC mod. 1P426DFZ przeznaczona jest do obróbki części w uchwycie, a także części z pręta (1P426DFZ-01). Obrabiarka posiada dwie głowice rewolwerowe na stole krzyżowym. Sześciokątna głowica rewolwerowa służy do obróbki powierzchni wewnętrznych, okrągła ośmiopozycyjna do obróbki powierzchni zewnętrznych. Sanki wzdłużne suportu rewolwerowego przemieszczają się po prowadnicach łoża. Obróbka jest wykonywana zarówno przy wzdłużnym, jak i poprzecznym przemieszczeniu suportu rewolwerowego także podczas jednoczesnego przemieszczeniu suportu w obydwóch kierunkach. Obrabiarka gwarantuje dokładność według 7-8 klasy.

Półautomat rewolwerowy NC o podwyższonej dokładności mod. 1P426FZ, przeznaczony jest do obróbki tokarskiej części w warunkach produkcji jednostkowej, małoseryjnej i seryjnej. Na półautomacie realizowane są wszystkie podstawowe operacje tokarskie. Przy tym uzyskuje się dokładność według 7-8 klasy. Obrabiarka jest tak zbudowana, że prowadnice łoża położone są w płaszczyźnie pionowej. Na obrabiarce znajduje się dwuosiowy suport rewolwerowy typu krzyżowego. Budowa, podstawowe charakterystyki techniczne, dokładność i wydajność umożliwiają jej wbudowywanie w ESP.

Tab. 3.1. Podstawowe charakterystyki techniczne tokarek rewolwerowych NC

Parametry	Model obrabiarki				
	1325F30	1W340F30	1E365PF30	1P426F3	1P426DF3
Największa średnica obrabianego pręta, mm	25	40	65		
Największa średnica pojedynczego półfabrykatu, mm	320	400	500		
Liczba prędkości obrotowych wrzeczona	12		13	18	
Zakres częstości obrotowych, min. ⁻¹	90...4000	45...2000	31,5...2000	25...1250 (36...1800)	36...1800
Posuw wzdłużny suportu rewolwerowego, mm/min.	2...2500	1...2500	3...2500	5...1200	1...6000
Posuw poprzeczny suportu rewolwerowego, mm/min.	1...1250	1...2500	2...1200	2,5...600	0,5...300
Wymiary gabarytowe obrabiarki z dodatkowymi urządzeniami, mm	4355×1177× ×1700	2840×1770× ×1670	4800×1700× ×1950	3550×2320× ×2250	5235×2355× ×2655
Masa obrabiarki, kg	2160	3600	4200	7600	9320
Częstotliwość prądu, Hz	50				
Napięcie, W	380		220; 380	380; 220	380
Moc silnika ruchu głównego, kWt	6; 6,2		15	18,5	

3.2. Tokarki karuzelowe i centra obróbkowe

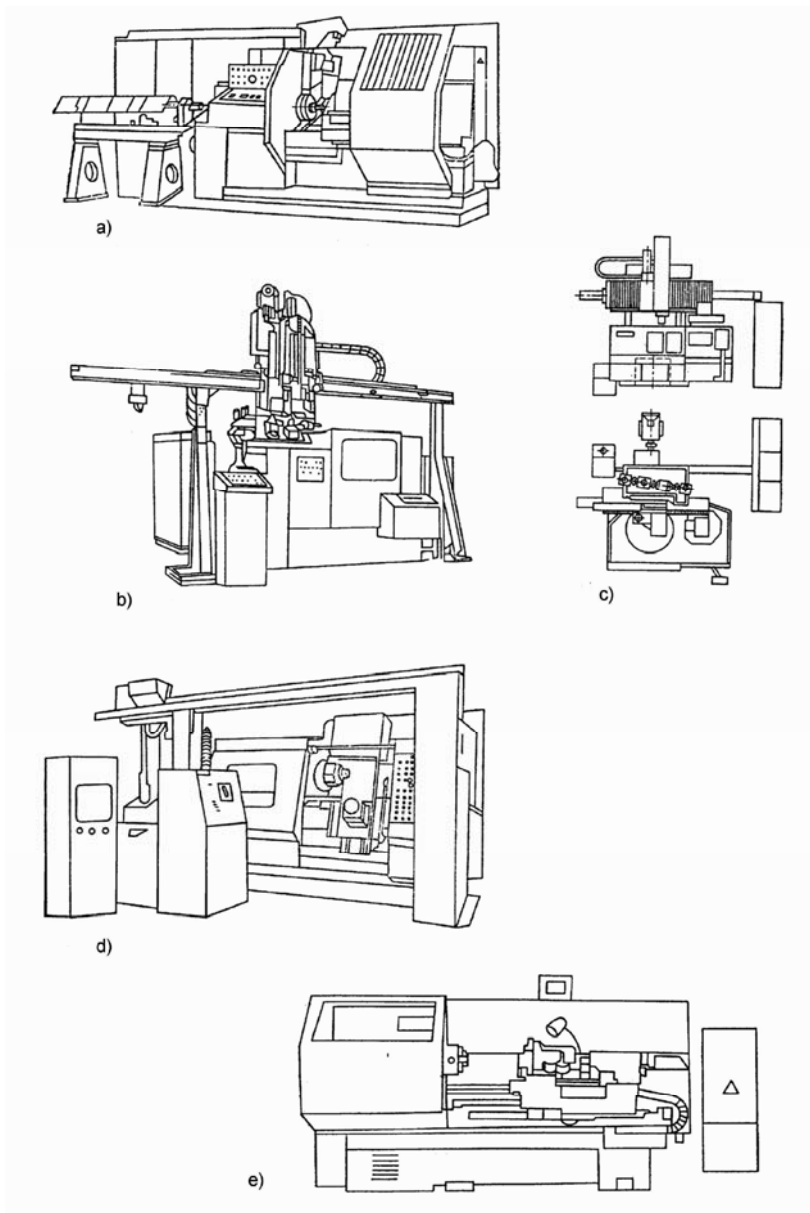
Tokarki karuzelowe stosowane są do obróbki części obrotowych o dużych wymiarach oraz o dużym stosunku średnicy do wysokości części.

Tokarki karuzelowe jednostojakowe NC mod. 1A512MFZ (rys. 3.1, c) i 1A516MFZ przeznaczone są do obróbki tokarskiej w warunkach produkcji jednostkowej, małoseryjnej i seryjnej [62, 68].

Są to obrabiarki o podwyższonej dokładności, wyposażone w urządzenie NC do programowania konturowego i urządzenie do automatycznej wymiany narzędzi. W cyklu półautomatycznym na obrabiarkach można wykonywać następujące operacje: toczenie i roztaczanie powierzchni prostoliniowych i krzywoliniowych, obróbkę powierzchni czołowych, rowków, wytoczeń, wiercenie, rozwiercanie otworów osiowych, nacinanie gwintów. Sterowanie obrabiarkami realizowane jest przez urządzenie NC według zadanego programu. Informacja o przemieszczeniach suportu obrabiarki, a także inna informacja technologiczna i geometryczna (wymiarowa) wyświetlana jest na tablicy urządzenia NC. Dokładność obróbki na obrabiarkach odpowiada 7 klasie. Podstawowe charakterystyki techniczne obrabiarek przedstawiono w tab. 3.2.

Tab. 3.2. Podstawowe charakterystyki techniczne jednostojakowych tokarek karuzelowych

Charakterystyki techniczne	Model obrabiarki	
	1F512MF3	1A516MF3
Największy wymiar części (wysokość × średnica), mm	1000×1450	1600×1800
Największa masa części, kg	10 000	15 000
Średnica tarczy tokarskiej, mm	1120	1400
Średnica otworu centrującego w tarczy tokarskiej, mm	150H7	
Liczba oprawek narzędziowych w magazynie narzędziowym	10	
Największe przemieszczenie suportu, mm:	1315 800×1000	
poziome		
pionowe		
Największe przemieszczenie poprzecznicy, mm	820	
Zakres prędkości obrotowych tarczy tokarskiej, min. ⁻¹	1...335	0,8...278
Posuw roboczy suportu, mm/min.	0,1...1000	
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	5250×5320×5000	
Masa obrabiarki, kg	2600	2700
Zasilanie:	50 380	
częstotliwość prądu, Hz		
napięcie, W		
Moc silnika elektrycznego ruchu głównego, kWt	55	
Liczba osi sterowanych	2	
Typ urządzenia NC	„BOSCH CNC”	„Alfa”



Rys. 3.1. Ogólny widok tokarek NC: a - 1E365PF30; b - BRSK-01 (1W340F30); c - 1A512F3; d - 1P756DF3RM; e - 16K20F3S32

W celu bardziej efektywnego wbudowywania obrabiarek w systemy zautomatyzowane w Krasnojarskim Zakładzie Budowy Obrabiarek („SEDIN”) opracowano gamę jednowrzecionowych tokarskich centrów obróbkowych TW63MF4 (rys. 3.2), TW63MF5, TW80MF4, TW80MF5 (tab. 3.3).

Różnica między obrabiarką TW63MF5 (TW80MF5) i TW63MF4 (TW80MF4) polega na tym, że ich stoły mają możliwość przemieszczenia się od położenia początkowego na odległość + 400 mm, -200 mm (przy średnicy części 1000 mm) i +470 mm, -400 mm (przy średnicy części 800 mm i mniej).

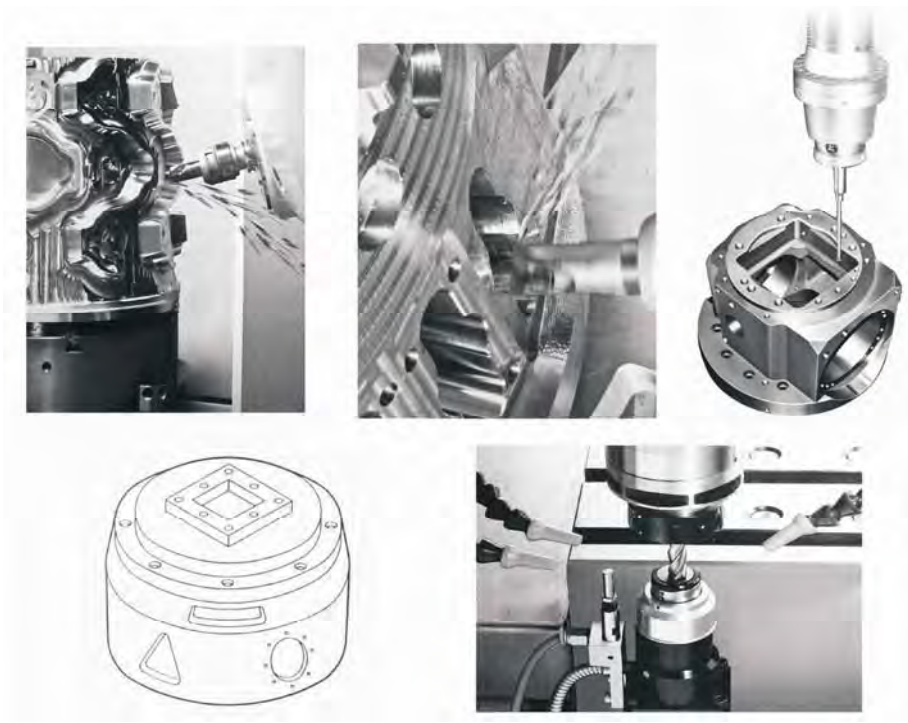
Ogólny widok tych centrów obróbkowych i wymiary strefy roboczej pokazano na rys. 3.3, a, b, a przykłady różnych rodzajów obróbki na nich części i automatycznej kontroli wymiarów narzędzi i części przestawiono na rys. 3.4.



Rys. 3.2. Tokarskie centrum karuzelowe TW63MF4

Tab. 3.3. Podstawowe charakterystyki techniczne tokarskich centrów karuzelowych

Charakterystyki techniczne	TW63MF 4	TW80MF 4
Maksymalna średnica obrabianego wyrobu, mm	630	630
Maksymalna średnica ustawianego wyrobu, mm	1000	
Pojemność tokarskiego magazynu narzędziowego, szt.	11	
Pojemność frezarko – wytaczarskiego magazynu narzędziowego, szt.	24	
Maksymalne poziome przemieszczenie suportu, mm	1120	
Maksymalne pionowe przemieszczenie suportu, mm	1000	
Częstość obrotowa wrzeciona przy obróbce tokarskiej, min. ⁻¹	6,3...100	5...800
Posuwy robocze suportu, mm/min.	1...2000	
Szybkie przemieszczenie suportu, mm/min.	0,001...10	
Częstość obrotowa wrzeciona przy pozycjonowaniu i posuwie kołowym, min. ⁻¹	0,0008...8	
Maksymalny moment skręcający na wrzecionie, kNm	7	8,8
Maksymalna siła skrawania, kN	22	
Moc napędu ruchu głównego, kWt	70	
Częstość obrotu wrzeciona narzędziowego, min. ⁻¹	8...1600	
Maksymalny moment skręcający na wrzecionie narzędziowym, Nm	250	
Moc napędu wrzeciona narzędziowego kWt	5,5	
Częstość obrotu głowicy narzędziowej przy pozycjonowaniu, min. ⁻¹	0,001...10	
Masa obrabiarki z urządzeniami elektrycznymi, kg	15000	15500



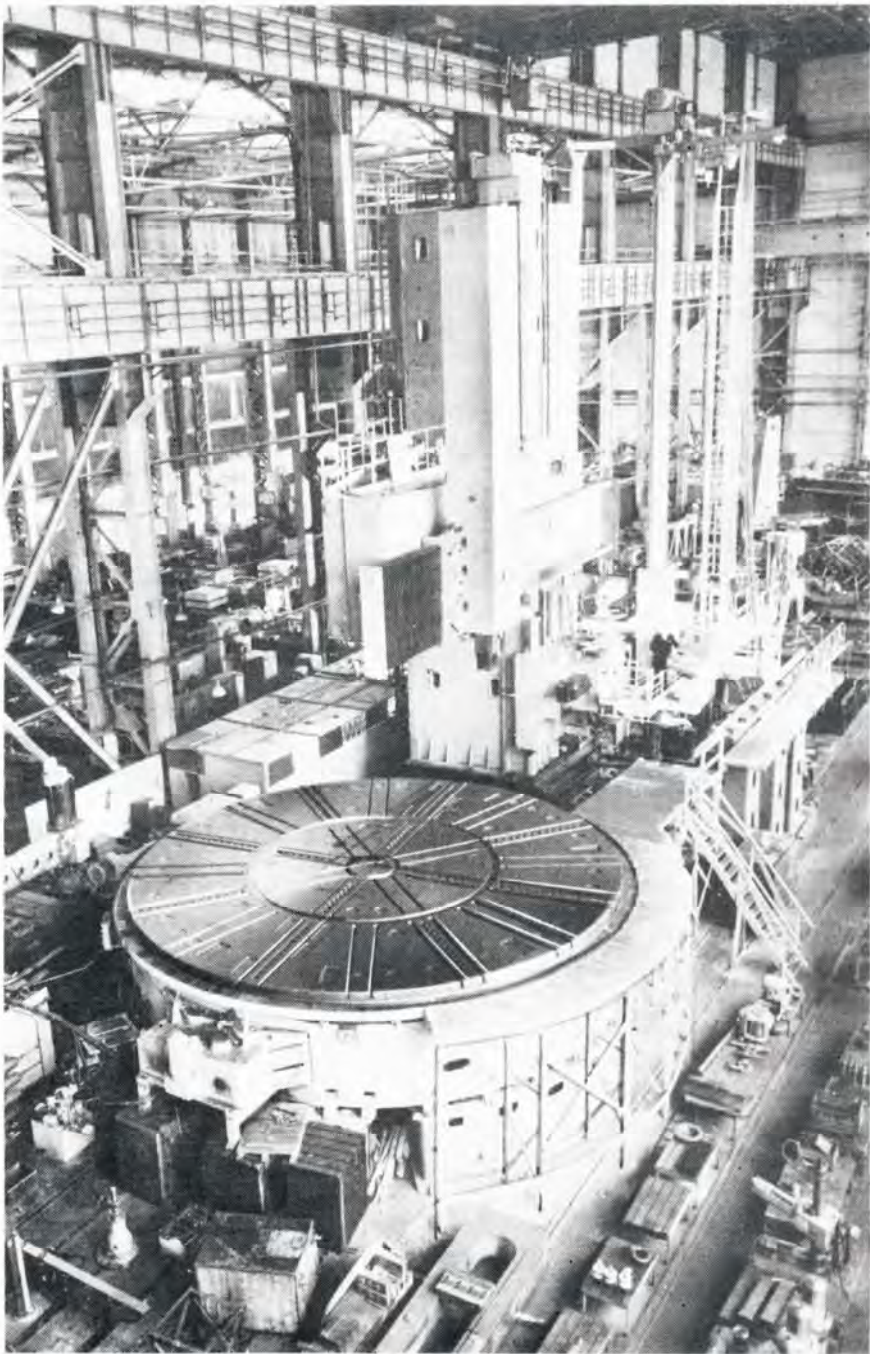
Rys. 3.4. Przykłady różnych rodzajów obróbki części w centrach karuzelowych oraz automatycznej kontroli wymiarów narzędzia i części

Obrabiarka wykonuje następujące operacje:

- toczenie zewnętrzne i wewnętrzne części obrotowych o tworzącej prostoliniowej i krzywoliniowej;
- podcinanie, toczenie czół i odcinanie;
- toczenie czoła ze stałą prędkością skrawania;
- wiercenie, roztaczanie, rozwiercanie, frezowanie, nacinanie gwintu nożem i gwintownikiem przy pracy wrzeciona obydwóch suportów;
- szlifowanie średnic do 10000 mm.

Na tarczy uchwytowej można zamocować komplet belek do ustawiania części o średnicy do 20000 mm. Oprócz napędu głównego jest także napęd posuwu kołowego i pozycjonowania tarczy, umożliwiające obróbkę złożonych, w tym kołowych, powierzchni mimośrodowych.

Obrabiarka jest wyposażona w kątową i obrotową głowice frezarskie, które mogą być umieszczane na dowolnym suporcie.



Rys. 3.5. Jednostojakowa specjalna tokarka karuzelowa NC KU466

Zastosowane rozwiązania konstrukcyjne umożliwiają obróbkę ciężkich części i dużą dokładność obrotu tarczy uchwytovej (smarowanie hydrostatyczne), wysoką sztywność układu nośnego obrabiarki (spawane części korpusowe), efektywne zastosowanie NC (napędy posuwów bez luzów, prowadnice ślizgowo - toczne), długotrwałe zachowanie początkowej dokładności (belka kompensacyjna, niezawodne smarowanie, ochrona prowadnic, diagnostyka niesprawności).

Masa obrabiarki (z przyrządami i zespołami) wynosi 1125 t. Dwuwspornikowe obrabiarki karuzelowe NC mod. 1A525MF3 и 1A532LMF3 do obróbki tokarskiej wielkich części ze stali i metali kolorowych w warunkach produkcji małoseryjnej Scharakteryzowano w tab. 3.4. Posiadają one takie same możliwości technologiczne jak i obrabiarki jednowspornikowe. Powierzchnie czołowe i krzywoliniowe są obrabiane przy stałej prędkości skrawania. W trakcie ustawiania obrabiarki są sterowane w wyniku wyboru odpowiednich komend sterowniczych z podwieszanego pulpitu. Aby zastosować te obrabiarki w ESP należy zautomatyzować operacje załadunku - wyładunku części, kontroli, odprowadzania wiórów itp.

Tab. 3.4. Podstawowe charakterystyki techniczne dwuwspornikowych tokarek karuzelowych NC

Charakterystyki techniczne	Model obrabiarki	
	1A525MF3	1A532LMF3
Największe wymiary obrabianej części (wysokość × średnica), mm	1600×2500	2400x3150
Największa masa obrabianej części, kg	20 000	25 000
Średnica tarczy uchwytovej, mm	2240	2800
Liczba opravek nożowych w magazynie narzędziowym	10	
Największe przemieszczenie suportu, mm:		
poziome	1585	1910
pionowe	1100	1100
Największe przemieszczenie poprzecznic, mm	1440	
Częstość obrotu tarczy uchwytovej, min. ⁻¹	0,3...127	0,2...102
Posuwy robocze suportu, mm/min.	0,1...1000	
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	7330×6475 ×5300	8090×6935 ×5300
Masa obrabiarki, kg	47 000	55 000
Częstotliwość prądu, Hz	50	
Napięcie, W	380	
Moc silnika elektrycznego ruchu głównego, kWt	55; 75	75; 100
Typ NC	„Razmier-4”	

3.3. Tokarki kłowo – uchwytowe

Tokarki kłowo – uchwytowe NC są stosowane do obróbki części obrotowych o stosunku długości do średnicy większym od pięciu, a także części mocowanych w uchwycie. W przypadku zastosowania robotów przemysłowych w prosty sposób można zautomatyzować operacje załadunku obrabiarki. Liczba narzędzi w zasadzie umożliwia obróbkę różnorodnych części obrotowych. Włączenie takich obrabiarek w skład ESP nie przedstawia trudności. Podstawowe charakterystyki tokarek kłowo – uchwytowych NC przedstawione są w tab. 3.5.

Tab. 3.5. Podstawowe charakterystyki techniczne tokarek kłowo – uchwytowych

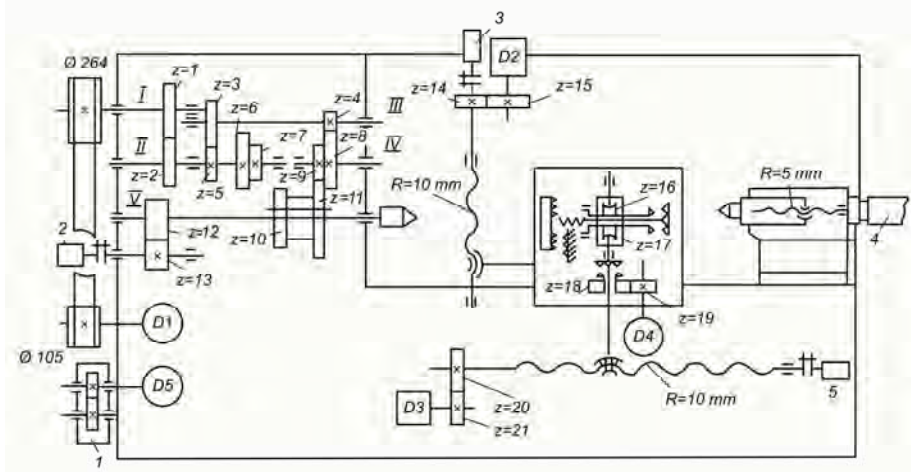
Charakterystyka techniczna	Model obrabiarki			
	16B16T1	16K20T102	16K20F3S32	16K30F3
Największa średnica półfabrykatu, mm	320	500		630
nadłożem	125	220		320
nad suportem				
Największa długość półfabrykatu, mm	750	1000	870	1400
Średnica pręta przechodzącego przez otwór wrzeciona, mm	36	52	53	71
Liczba prędkości wrzeciona	18	Regulowanie bezstopniowe		24
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ⁻¹	40...2000	22,4...2240		6,3...1250
Posuw wzdłużny, mm/min. (mm/ob.)	2...1200	2...2000	(0,01...40)	1...1200
Posuw poprzeczny, mm/min. (mm/ob.)	1...1200	0,1...1250	(0,005...20)	1...600
Skok nacinanego gwintu, mm	0,05...40,95	0,01...40,959	0,01...40	do 10
Wymiary gabarytowe obrabiarki z wysuniętym wyposażeniem, mm	3100×2300× ×1870	3700×1700× ×1700	3700×1700× ×2145	4360×2200× ×1600
Masa obrabiarki, kg	2860	3800	4450	6300
Częstotliwość prądu, Hz	50			
Napięcie, V	380	380	380	380(220)
Moc silnika ruchu głównego, kWt	4,2; 7,1	8	11	22
Liczba osi sterowanych	2			

Tokarka NC mod. 16B16T1 stosowana jest do obróbki części obrotowych prostoliniowych i krzywoliniowych mocowanych w uchwycie i kłach w produkcji małoseryjnej i seryjnej. Część w uchwycie jest zaciskana w sterowanym cylindrze pneumatycznym. Konik z kłem obrotowym ma napęd elektryczny. Obrabiarka jest wyposażona w przednią i tylną jednopozycyjną szybkozmienną oprawę nożową.

Tokarka SN mod. 16K20T1.02 (rys. 3.6) jest stosowana do obróbki tokarskiej (w jednym lub kilku przejściach w zamkniętym półautomatycznym i automatycznym cyklu) powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych części obrotowych stopniowanych łącznie z nacinaniem gwintów (tab. 3.5). Obrabiarka posiada podwyższoną klasę dokładności P. Dokładność obróbki odpowiada 6-7 klasie dokładności [15, 16, 74].

Do napędu ruchu wzdłużnego (rys. 3.7a) wchodzi śruba pociągowa 6 z regulowanymi łożyskami oporowymi 5.

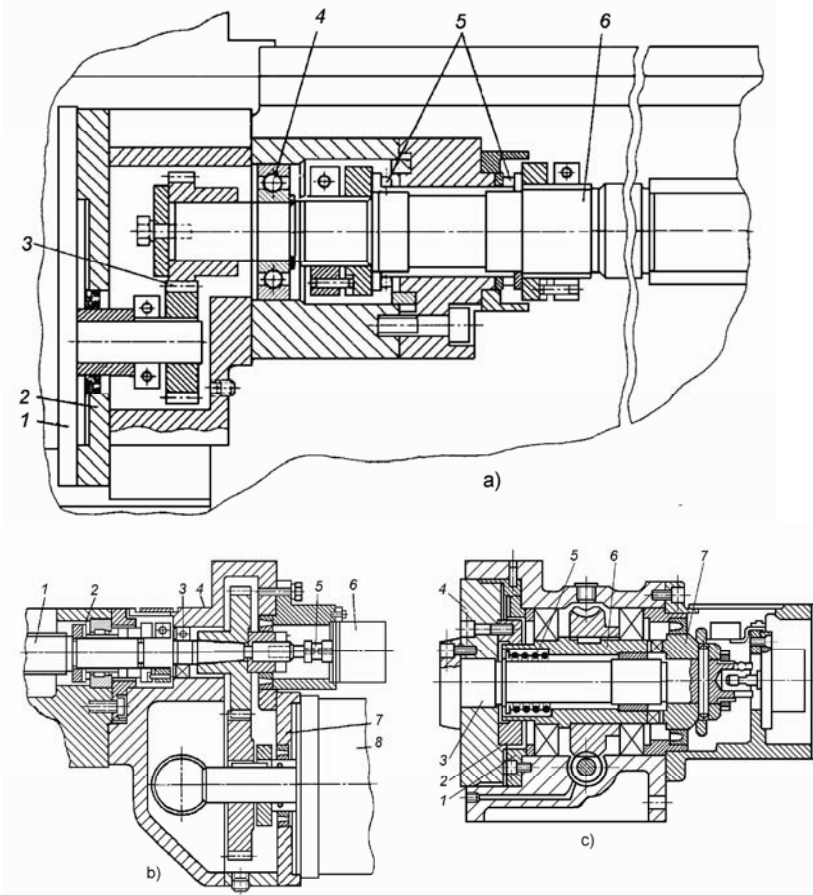
Luz w przekładni zębatej 3 od silnika 1 do śruby 6 jest likwidowany przez zmniejszenie odległości międzyosiowej w wyniku przemieszczenia płyty 2 z ustawionym na niej silnikiem. Napęd poprzecznego przemieszczenia karetki suportu (rys. 3.7b) posiada śrubę 1, połączoną z kulkową nakrętką karetki. Śruba umiejscowiona jest w podporach tocznych 3. Siły osiowe są przejmowane przez łożyska oporowe 2. Czujnik 6 sprzężenia zwrotnego jest połączony ze śrubą pociagową przez sprzęgło sprężyste 5. Luz w przekładni zębatej 4 jest likwidowany w wyniku zmniejszenia jej odległości międzyosiowej przez przesunięcie płyty 7 z ustawionym na niej silnikiem 8.



Rys. 3.6. Schemat kinematyczny obrabiarki 16K20T1

Sześciopozycyjna głowica rewolwerowa (rys. 3.7c.) umiejscowiona jest na poprzecznych prowadnicach suportu. Oś jej obrotu położona jest równolegle do osi wrzeciona. Wymienna głowica narzędziowa przymocowana jest do obrotowej części 4 sprzęgła zębatego 1 i centrowana jest palcem 2.

Tokarka NC mod. 16K20F3S32 (rys. 3.1e.) jest stosowana do obróbki tokarskiej części obrotowych w uchwycie i w kłach (tab. 3.5). Obrabiarka jest wyposażona w silniki prądu stałego ruchu głównego i posuwu lub silniki synchroniczne z regulacją częstotliwościową. Program przemieszczenia narzędzia, sterowanie napędem i komendy pomocnicze wprowadzane są do pamięci układu sterowania z klawiatury pulpitu sterowniczego, taśmy magnetycznej lub taśmy perforowanej i mogą być korygowane na ekranie z wykorzystaniem klawiatury.

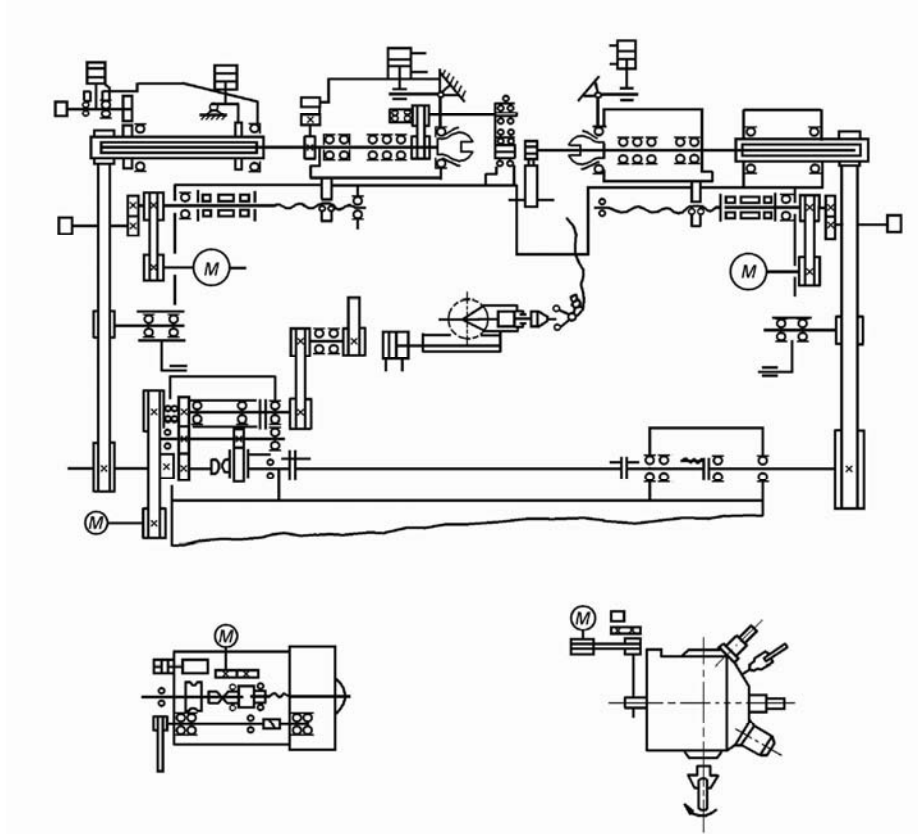


Rys. 3.7. Zespoły i mechanizmy obrabiarki 16K20T1: a – napęd ruchu wzdłużnego suportu; b – napęd ruchu poprzecznego karetki suportu; c – głowica rewolwerowa

Tokarka NC modelu 16K30F3 (rys. 3.8) i jej modyfikacje 16K30F305, 16K30F325, 16K30F335 są przeznaczone do wykonywania różnorodnych prac tokarskich według zamkniętego cyklu automatycznego przy zamocowaniu części w kłach i uchwycie (rys. 3.9). Obrabiarki 16K30F305 i 16KK30F325 są wyposażone w urządzenie NC H22-1M, automatyczną skrzynkę prędkości AKS – 412 i zmechanizowany uchwyt; obrabiarka mod. 16K30F335 – w urządzenie SN H22-1M, skrzynkę prędkości ASK-12, zmechanizowany uchwyt i transporter wiórów. Obrotowy imak narzędziowy posiada bloki obrotowe, obrót do wymaganej pozycji realizowany jest zgodnie z komendą. Imak nożowy umożliwia mocowanie do ośmiu narzędzi. Podstawowe charakterystyki techniczne półautomatów tokarskich NC przytoczono w tab. 3.5.



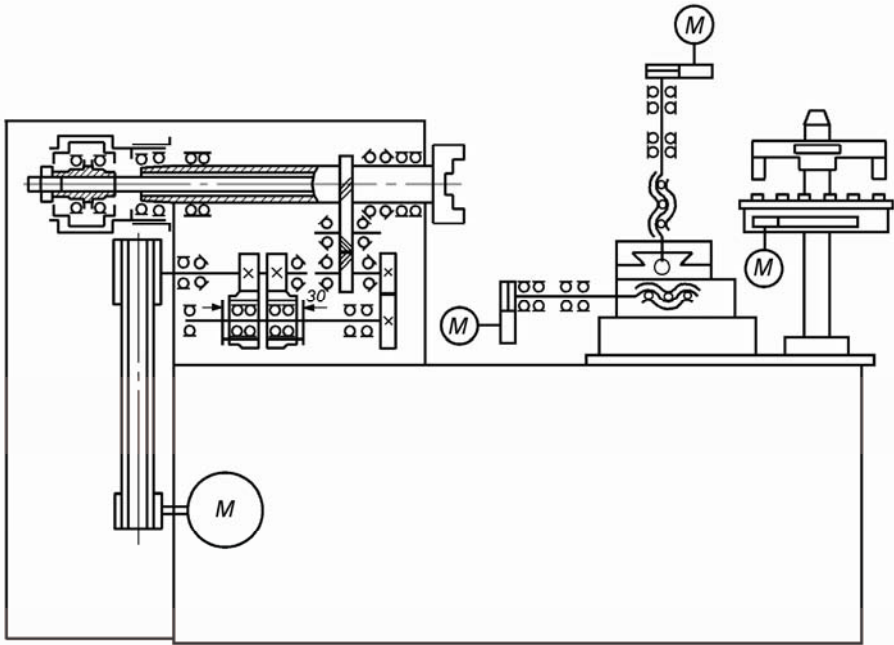
42



Rys. 3.10. Ideowy schemat kinematyczny automatu 11B16BF4

Narzędzia nieruchome służą do wykonywania tradycyjnych operacji tokarskich, a obrotowe - umożliwiają poprzeczne wiercenie otworów, nacinanie gwintów, frezowanie rowków i fazek w kierunkach wzdłużnym i poprzecznym. Głowica rewolwerowa ma 12 gniazd narzędziowych. Narzędzia, umieszczone w głowicy rewolwerowej, otrzymują ruch od napędu ruchu głównego. Do podtrzymywania odcinanej części i zamocowania obrabianej części przy jej obróbce z drugiej strony stosowane jest przeciwwrzeciono.

Automat tokarski ATPr-2M12SN (rys. 3.11) przeznaczony jest do zewnętrznej i wewnętrznej kształtowej obróbki dwuosiowej części takich, jak: kołnierze, tarcze, pierścienie, tłoki, tuleje, korpusy, wałki i innych ze stali i stopów aluminium [15, 18, 63].

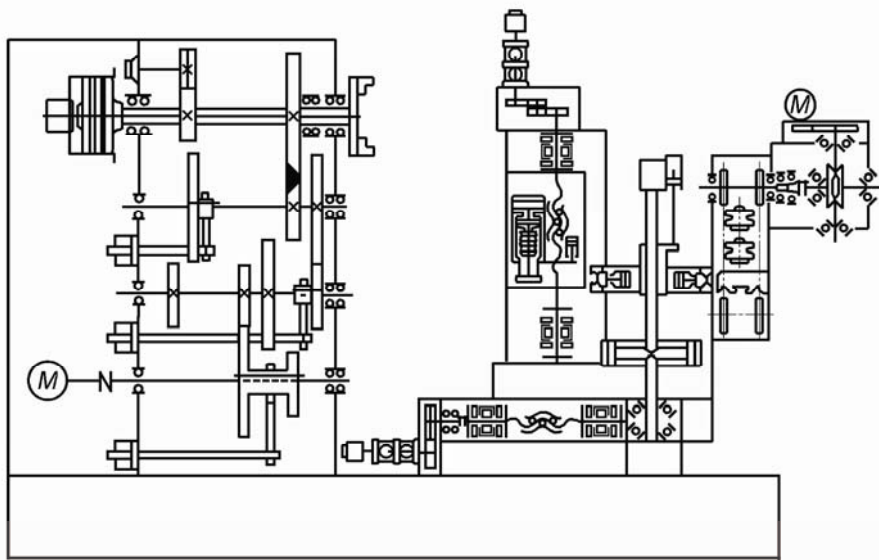


Rys. 3.11. Schemat kinematyczny półautomatu ATPr-2M12SN

Dane techniczne półautomatu tokarskiego ATPr-2M12SN

Największe dopuszczalne średnice obrabianych części, mm:	
nad łóżem	—
nad suportem	250
nad górnym suportem	210
Największe wzdłużne przemieszczenie suportu, mm	230
Moc napędu wrzeciona, kWt	8,3/10,2
Liczba prędkości wrzeciona	16
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ⁻¹	70...1780
Liczba narzędzi w urządzeniu magazynowym	12
Prędkości ruchu posuwu mm/min.:	
wzdłużnego	11...1200
poprzecznego	0,5...600
Prędkości szybkiego przemieszczenia suportu, m/min.:	
wzdłużnego	4,8
poprzecznego	2,4
Podziałka impulsu suportu, mm:	
wzdłużnego	0,010
poprzecznego	0,005
Urządzenie NC	N22-1M
Masa półautomatu, kg	5000

Półautomaty tokarskie AT320 (rys. 3.12) w modelu bazowym AT320MS mają magazyn narzędziowy i automatyczną wymianę narzędzi skrawających. Są przeznaczone do dwuosiowej obróbki według programu kształtowych powierzchni wewnętrznych i zewnętrznych, otworów cylindrycznych i podcinania czoł części korpusowych.



Rys. 3.12. Schemat kinematyczny półautomatów AT320MS, AT320MS1, AT320MS2

Podstawowe dane techniczne półautomatu tokarskiego AT320MS

Największe dopuszczalne średnice obrabianych części, mm:	
nad łożem	500
nad suportem	320
Największa długość obrabianej części w uchwycie, mm	245
Największe przemieszczenie suportu, mm w kierunku:	
wzdłużnym	350
poprzecznym	335
Prędkość ruchu posuwu roboczego, mm/min.:	
wzdłużnego	1...1200
poprzecznego	0,5...600
Prędkość szybkich przemieszczeń suportu, m/min.:	
wzdłużnego	4,8
poprzecznego	2,4
Podziałka impulsu suportu, mm:	
wzdłużnego	0,010
poprzecznego	0,005

Tokarki i stacje obróbkowe

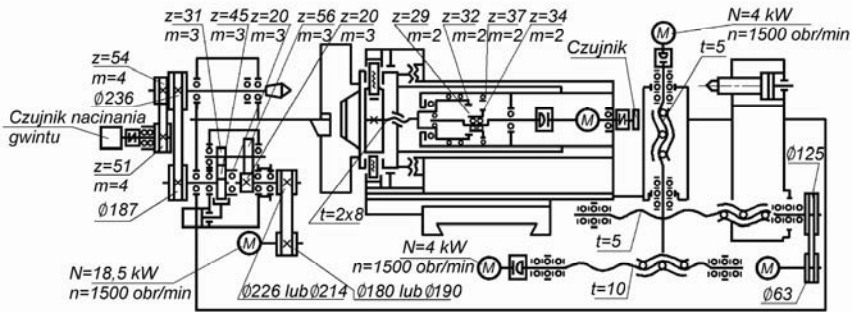
Moc napędu wrzeciona, kWt	20
Częstość obrotu wrzeciona, min. ⁻¹	10...2000
Liczba narzędzi, szt.	10
Urządzenie NC	N22-1M
Masa, kg	7200

Półautomat tokarski uchwytyowy NC 1P732RF3 jest stosowany do obróbki w uchwycie części o złożonym kształcie. Wykonuje się na nim obtaczanie powierzchni cylindrycznych, kulistych i stożkowych, podcinanie czół, wiercenie, rozwiercanie, nacinanie gwintu. Półautomat składa się z obrabiarki łącznie z transporterem wiórów, urządzenia NC i stacji hydraulicznej. Suport obrabiarki wyposażony w dwunastopozycyjną głowicę rewolwerową, umożliwia wykonanie automatycznej wymiany narzędzia. Układ sterowania programowego umożliwia wybór częstości obrotowej wrzeciona i posuwu suportu, wymianę narzędzia w wyniku obrotu głowicy rewolwerowej, włączenie chłodzenia. W wyniku mechanizacji załadunku i centralizacji sterowania może być włączany w skład ESP o odpowiednim poziomie automatyzacji.

W skład RTK1 720PF30RM wchodzi tokarka 1720PF30 (rys. 3.13), wbudowany w obrabiarkę robot przemysłowy lub robot wolnostojący, stół taktowy, bębnowy magazyn narzędziowy z zestawem wymiennych bloków narzędziowych, automatycznie ustawianych w głowicy rewolwerowej obrabiarki przy pomocy robota przemysłowego, urządzenie NC, pojemnik na wióry odprowadzane na przenośniku ze strefy roboczej obrabiarki. Podczas pracy danego ZKT w składzie ESP jest on dodatkowo wyposażony w urządzenie kontroli aktywnej zbierające dane za pomocą dotykowej głowicy pomiarowej umieszczonej na tarczy narzędziowej suportu rewolwerowego obrabiarki, a także w urządzenia pomiarowe do pomiarów i kontroli narzędzi i ich automatycznej wymiany po zużyciu lub złamaniu.

Charakterystyka techniczna obrabiarki RTK 1720PF30

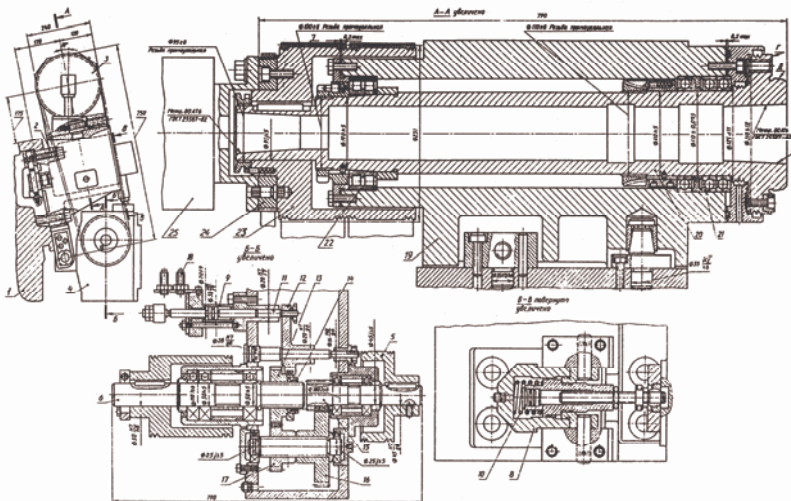
Zajmowana powierzchnia, m ²	27
Największa średnica obrabianej części, mm	400
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ⁻¹	25...3150
Posuw, mm/ob.:	
wzdłużny	0,01...20
poprzeczny	0,005...10
Największa długość obrabianej części, mm	750; 1000; 1500
Średnica podawanej części, mm:	
zewnątrzna	50...250
wewnętrzna	35...268
Największa masa obrabianej części, kg	20
Największa sumaryczna zużywana moc, kWt	37



Rys. 3.13. Schemat kinematyczny obrabiarki RTK 1720PF30

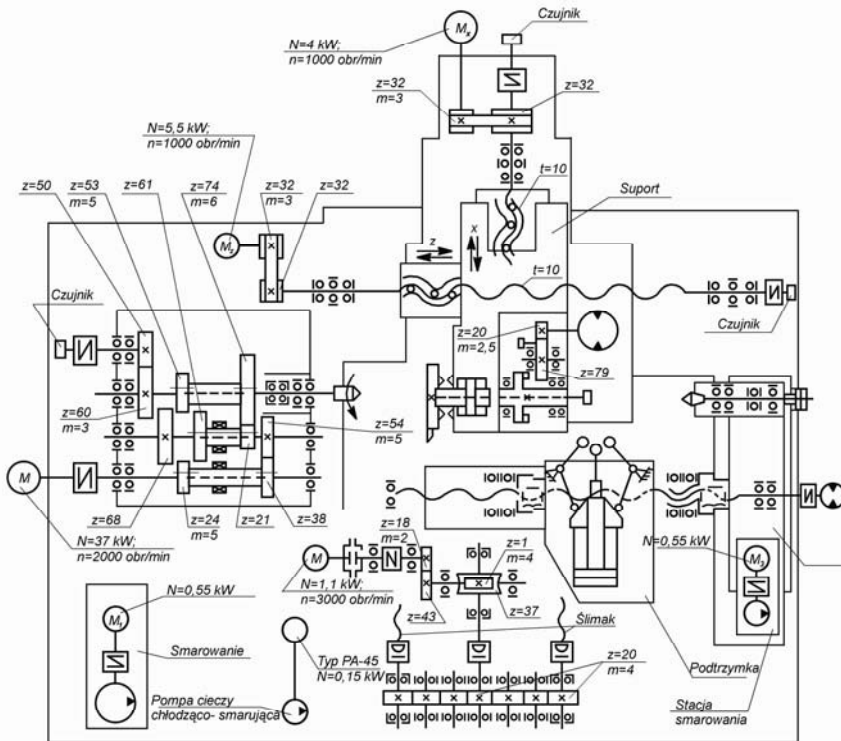
Konstrukcja urządzenia wrzecionowego i mechanizm napędu ruchu głównego 1720PF30 są pokazane są na rys. 3.14 [54, 61, 70].

Na zewnętrznej stronie wspornikowej części łoża 1 obrabiarki zamocowany jest wspornik 2, na którym znajduje się skrzynka wrzecionowa 3. Napęd zamontowany jest na płycie obrotowej, która śrubami jest przymocowana do podstawy obrabiarki. Na wsporniku 2 przegubowo jest ustalony reduktor 4 mechanizmu napędu ruchu głównego, powiązany z silnikiem elektrycznym przekładnią pasową i kołem pasowym 5. Obroty z wału wyjściowego 6 reduktora przekazywane są na skrzynkę wrzecionową 3 przez przekładnię pasową o dwóch pasach półklinowych 7. Napięcie przekładni pasowej realizowane jest kołysaniem korpusu reduktora 4 na osi wspornika 2 za pomocą cylindra hydraulicznego 8. Przełączenie zakresu częstości obrotów wrzeciona realizowane jest przez cylinder hydrauliczny 9.



Rys. 3.14. Konstrukcja urządzenia wrzecionowego i mechanizmu napędu ruchu głównego obrabiarki 1720PF30

Półautomat tokarski NC. 1740RF3 (rys. 3.15) przeznaczony jest do obróbki części w uchwycie lub kłach (tab. 3.6).



Rys. 3.15. Schemat kinematyczny obrabiarki 1740RF3

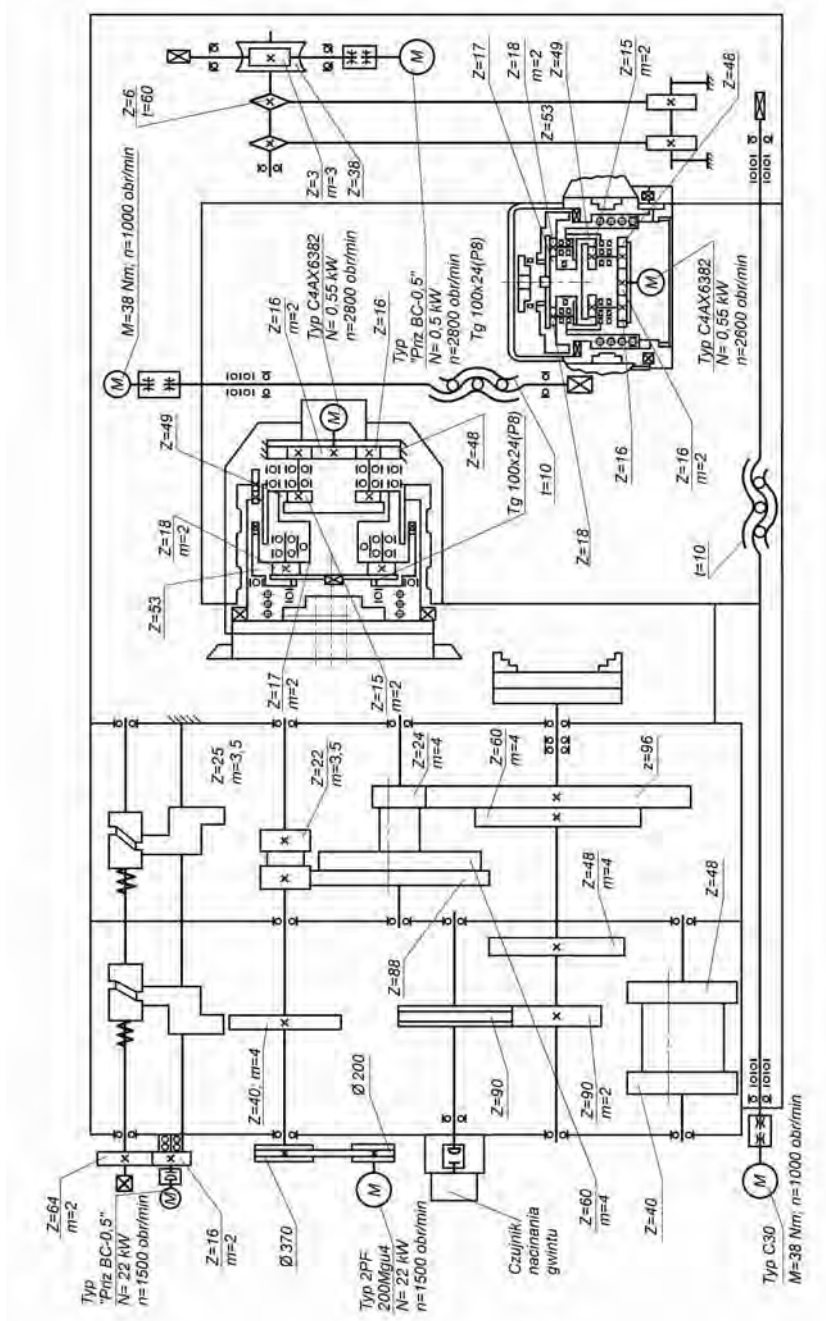
Konstrukcja skrzynki wrzecionowej obrabiarki 1740RF3 pokazana jest na rys. 3.17. Skrzynka wrzecionowa – z trzema wałami z odlewanym korpusem żeliwnym 1. Wał wejściowy 17 otrzymuje obroty od sprężystego sprzęgła tulejowo - tarczowego 2 bezpośrednio od silnika prądu stałego. Na rys. 3.18 pokazana jest konstrukcja 12-pozycyjnej głowicy rewolwerowej, której korpus 1 znajduje się na poprzecznej karetkce 2 suportu. Na korpusie 1 i obrotowej tarczy 3 zamocowane są czołowe półsprzęgła zębate 4 i 5, które przy połączeniu realizują bazowanie i ustalenie. W tarczy jest dwanaście otworów osiowych do ustawienia cylindrycznych chwytów imaków niżowych 6 z narzędziami 7. Zacisk i zwolnienie głowicy rewolwerowej realizuje cylinder hydrauliczny 8, na którego trzpieniu 9 znajduje się obrotowa tarcza uchwytowa 3. Na ścianie tylnej korpusu 15 mechanizmu obrotu znajduje się wyłącznik krańcowy 16, kontrolujący początkowe kontowe położenie koła 11 z wodzikami 12 [15, 17].

Tab. 3.6. Podstawowe charakterystyki techniczne półautomatów tokarskich

Charakterystyka techniczna	Model obrabiarki	
	1P732RF3	1740RF3
Największa średnica wyrobu ustawianego nad łożem, mm	630	
Największa długość obrabianego wyrobu, mm	300	2000
Największa masa obrabianego wyrobu, kg	295	1500
Liczba częstotliwości obrotowych wrzeciona	18; 21	18
Częstości obrotowe wrzeciona, min. ⁻¹	12,5...1250	16...1600
Największe przemieszczenie suportu w kierunku, mm: wzdłużnym poprzecznym	860 365	2026 385
Wymiary gabarytowe obrabiarki z dołączonymi urządzeniami, mm	5675×2420 ×2800	5530×2310 ×3050
Masa obrabiarki, kg	10 5000	13 100
Częstotliwość prądu, Hz	50	
Napięcie, V	380	
Moc silnika ruchu głównego, kWt	37	
Liczba osi sterowanych	2	
Typ układu NC	15000	15500

Konstrukcja zautomatyzowanego konika obrabiarki 1740RF3 pokazana jest na rys. 3.19. Korpus 1 konika dociskany jest do prowadnic łoża 2 dwiema listwami 3, 4 i klinem 5 w wyniku podawania oleju pod ciśnieniem w przestrzenie między listwami, uszczelnionymi gumowymi uszczelkami.

Odgięcie zachodzi w wyniku działania sprężyn talerzowych 6. Przesuwanie wzdłużne konika realizowane jest od śruby pociągowej 7. Tuleja konika 8 przemieszcza się od cylindra hydraulicznego 10. Przesuwanie osiowe tulei konika jest kontrolowane wyłącznikami krańcowymi 15.



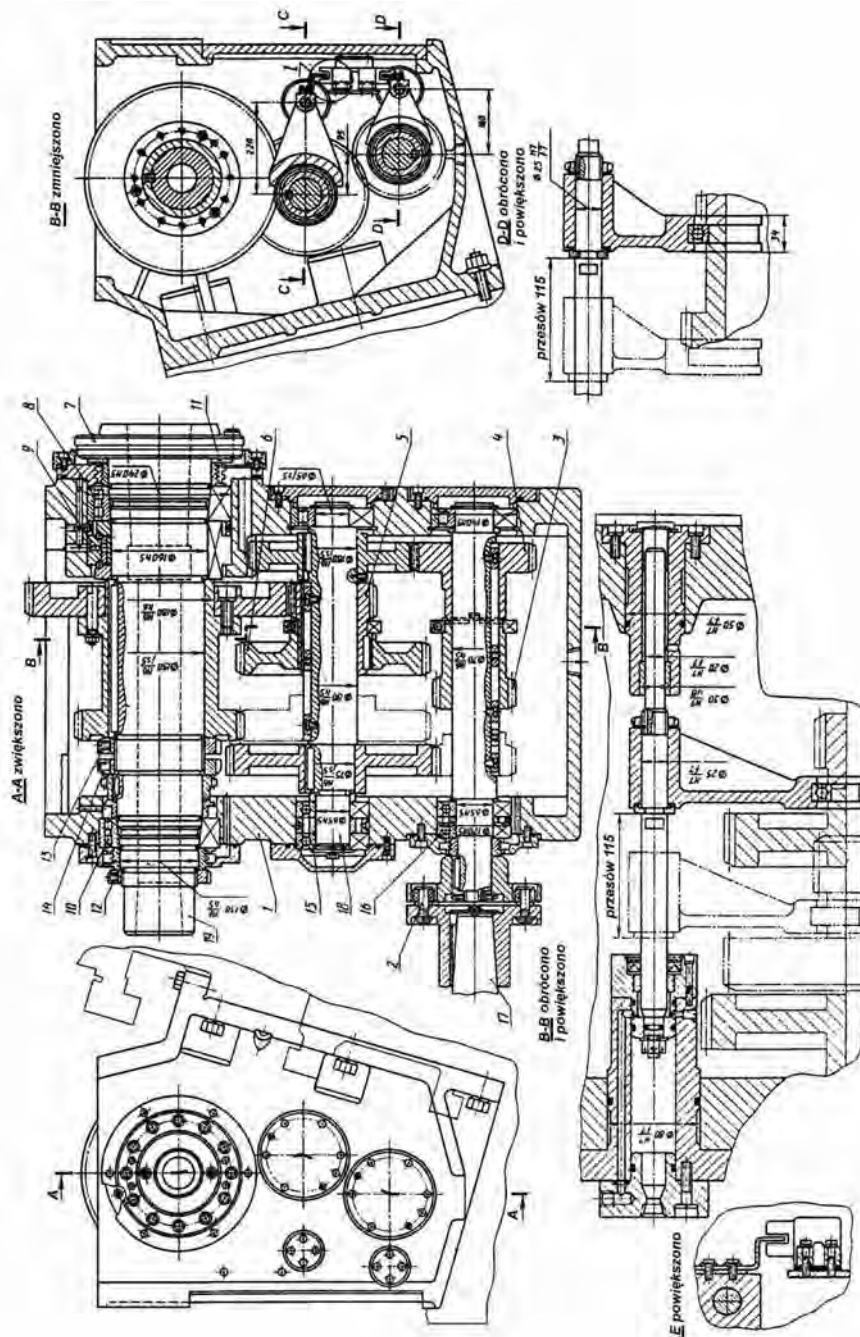
Rys. 3.16. Schemat kinematyczny obrabiarki 1P756DF331

3.5. Tokarskie EMP na bazie wielowrzecionowych automatów tokarskich i obrabiarek wielozadaniowych

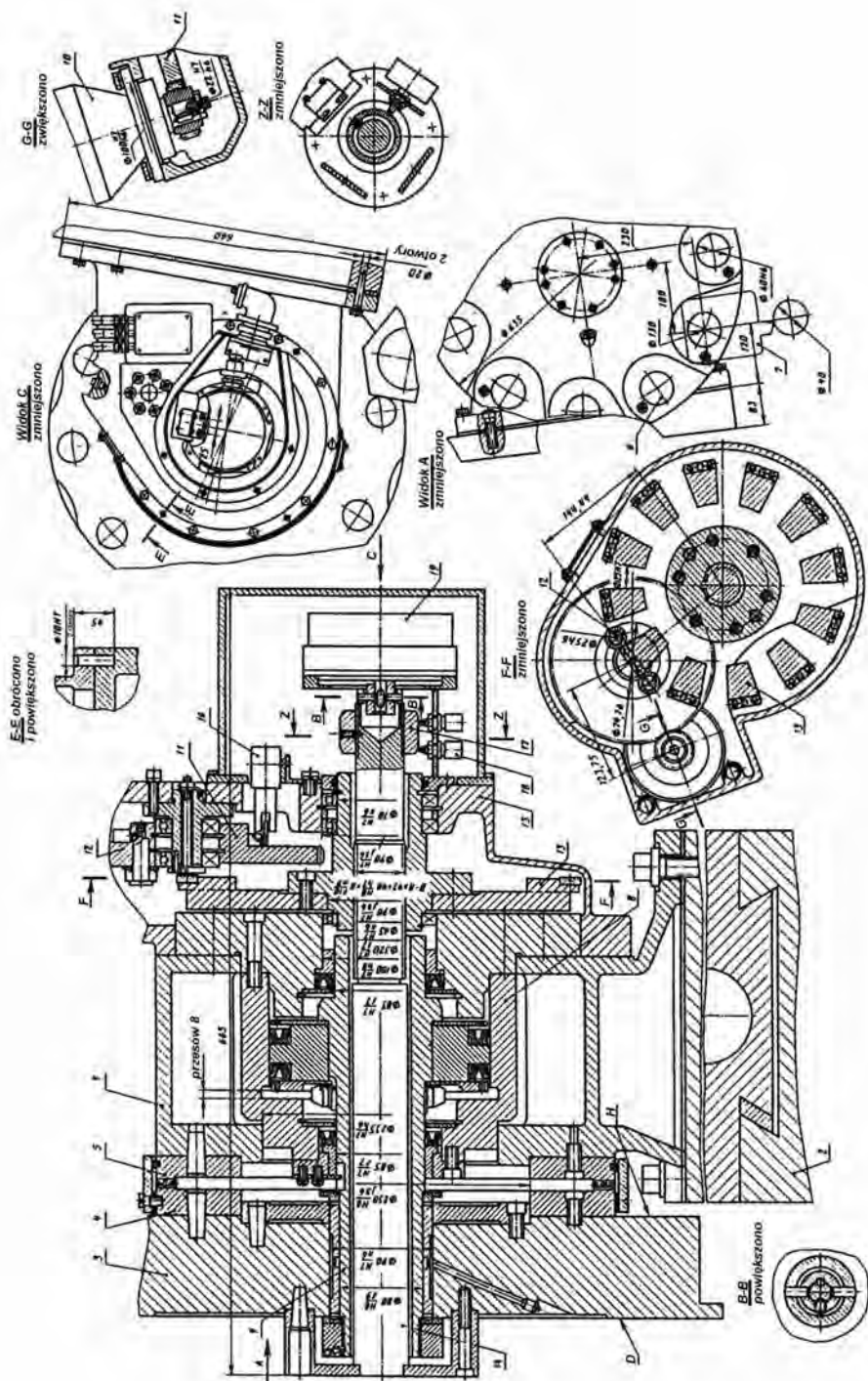
Do obróbki tokarskiej części typu kołnierz o masie do 10 kg w warunkach wieloasortymentowej produkcji stosowane są EMP BRSK - 01 (rys. 3.1b) na bazie obrabiarki 1W340F30, robota przemysłowego M20C o udźwigu 20 kg i obrotowego stołu podziałowego UX2034. Robot przemysłowy załadowuje części na obrabiarkę z obrotowego stołu podziałowego, wyładowuje obrobione części i układa je w zasobniku obrotowego stołu podziałowego. Obrabiane są części o długości i średnicy do 250 mm [14, 17].

Na bazie tokarki 1P756DF3 (rys. 3.1e), której schemat kinematyczny przedstawiony jest na rys. 3.16, opracowano EMP RRTK-3D31, przeznaczony do obróbki części obrotowych o średnicy do 500 mm, szerokości do 150 mm i masy do 40 kg (rys. 3.20). Operacje transportowo - załadunkowe obrabiarki 1 wykonywane są przez automatyczny manipulator bramowy 2 MA80C25.09. Zasobnik 3 półfabrykatów i części wykonany jest w postaci stołu taktowego ze specjalizowanym pojemnikiem 4. Magazyn stelażowy 5 przeznaczony jest na wyposażenie technologiczne. Urządzenie NC (6) typu „Elektronika MS2101” obsługuje obrabiarkę i manipulator. Narzędzia wymieniane są automatycznie za pomocą dwóch głowic rewolwerowych. Manipulator wykonuje następujące operacje: pobiera półfabrykat z pojemnika, dostarcza go do uchwytu, wstawia do niego, bierze obrobioną część, przenosi do pojemnika i wstawia do niego części. Manipulator posiada elementy adaptacji odnośnie położenia części i jej orientacji, co wyklucza konieczność przygotowania programów sterujących i umożliwia szybkie przezbieranie na inny wymiar części. Konstrukcje stołu taktowego i kontenera na części umożliwiają zastosowanie EMP w składzie ESP z automatycznym magazynem. Wyposażenie manipulatora w wymienne elementy zaciskowe chwytaków i wymienne elementy do tworzenia komórek w kontenerze daje możliwość obciążania EMP różnorodnymi częściami o różnych konfiguracjach, wymiarach i masie.

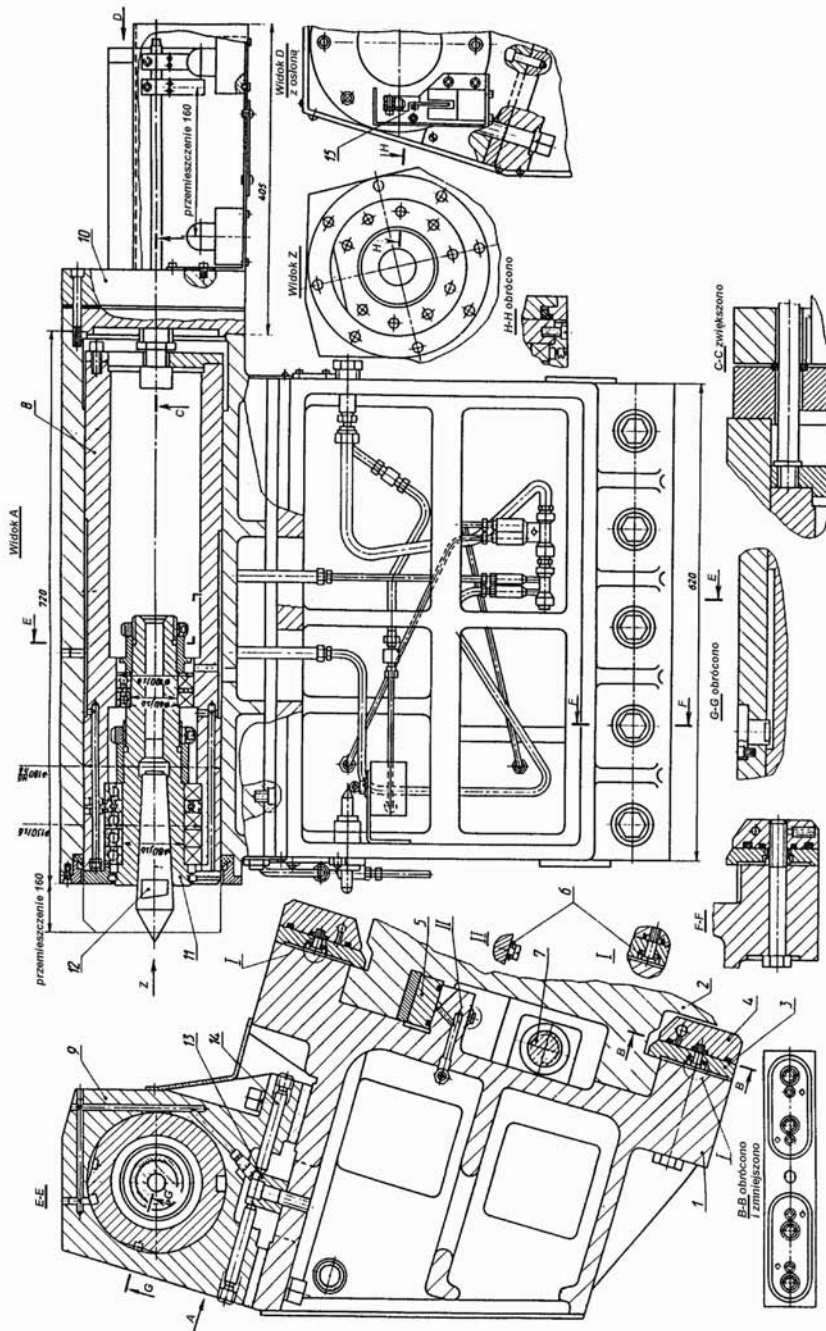
Na bazie tokarki dwuwrzecionowej NC mod. MP315 (rys. 3.21) zbudowano EMP typu MRK50 (rys. 3.22), składający się z zasobnika półfabrykatów 1, ustawionego pod kątem nad wrzecionem lewej części obrabiarki, która obsługiwana jest przez automatyczny manipulator (autooperator) 3; zasobnika magazynowego 4 dla części obrobionych, obsługiwanego przez manipulator 5, obsługujący również prawą część obrabiarki; urządzenia obrotowego 6 do orientowania części, wyjmowanej przez manipulator 3 z uchwytu wrzeciona 2, a następnie przemieszczanej przez manipulator 5 do uchwytu wrzeciona 7 w prawej części obrabiarki.



Rys. 3.17. Konstrukcja skrzynki wrzecionowej obrabiarki 1740RF3



Rys. 3.18. Konstrukcja głowicy rewolwerowej obrabiarki 1740RF3



Rys. 3.19. Konstrukcja zautomatyzowanego konika obrabiarki 1740RFT3

Każda część obrabiarki ma niezależne sterowane suporty krzyżowe 8, przemieszczające się po pochyłych prowadnicach łoża. Na suportach montowane są czterokrawędziowe głowice rewolwerowe 9, posiadające 12 pozycji do mocowania narzędzi. Wrzeciona wprowadzane są w ruch od silników elektrycznych prądu stałego 12. Bloki sterowania silnikami i elektroautomatyki każdej części obrabiarki umiejscowione są w szafkach elektrycznych 13. Urządzenie NC (14) typu „Elektronika NC-31T” umożliwia niezależne sterowanie lewą i prawą częścią obrabiarki.

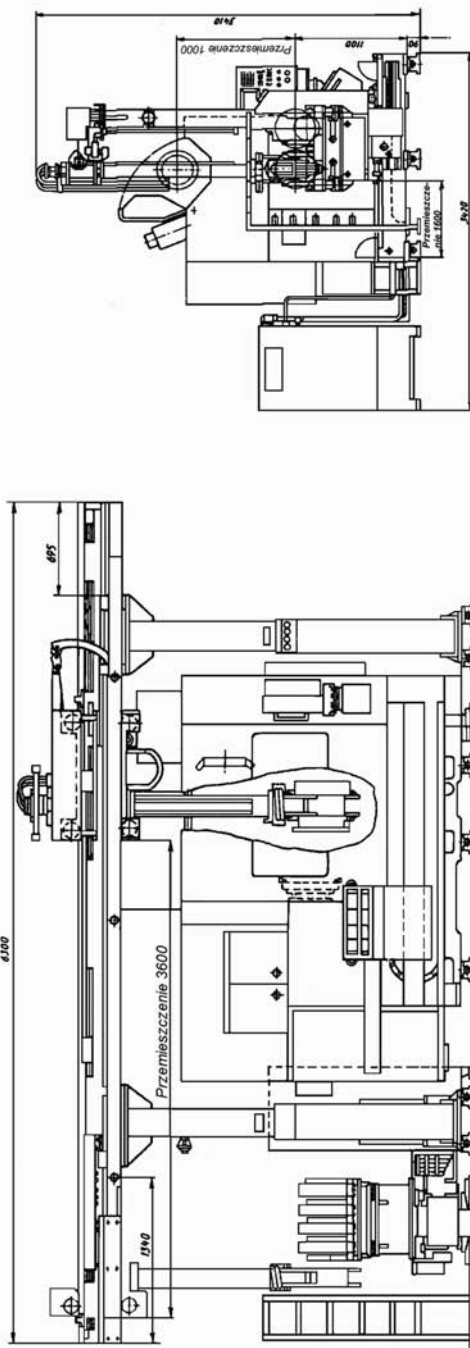
EMP MRK50 jest przeznaczony do wielozabiegowej obróbki w uchwycie półfabrykatów typu krótkie części obrotowe – tarcz, kołnierzy, kół pasowych.

Wielowrzecionowe automaty tokarskie (rys. 3.23a) są bardziej wydajne w porównaniu z jednowrzecionowymi, jednak wymagają dłuższego i bardziej pracochłonnego przezbrajania. Wysoka wydajność i uniwersalność osiągana jest w wielowrzecionowych automatach tokarskich NC (rys. 3.23b,c), gdzie wrzeciono 7 napędzane są oddzielnymi silnikami 10. Bęben wrzecionowy 8 posiada mechanizm jego obrotu i ustalania. Obróbka części realizowana jest narzędziami umieszczonymi w krzyżowych suportach 9. Schemat strukturalny układu NC automatu czterowrzecionowego jest pokazany na rys. 3.23c.

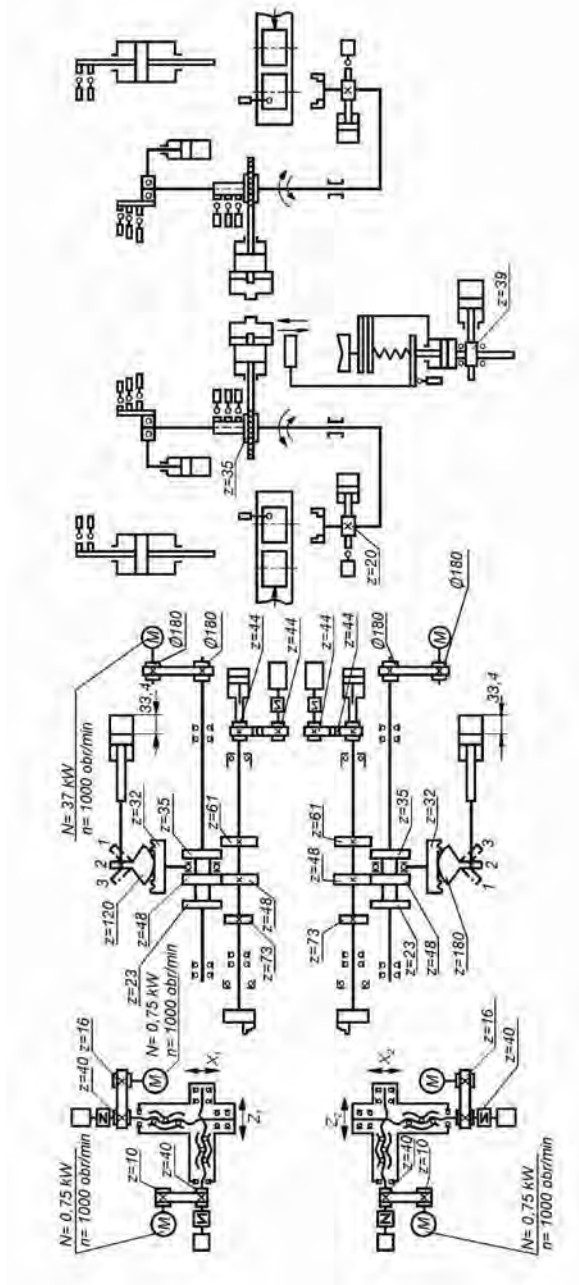
Wielowrzecionowa tokarka wielofunkcyjna NC mod. MDZ (Niemcy) pokazana jest na rys. 3.24. Jej zespoły bazowe – głowice wrzecionowe ustawione są pod kątem 60° do głównej osi. Taka zasada położenia wrzecion gwarantuje niezależne rozmieszczenie głównych napędów, a także wykorzystanie niezależnych sterowanych automatycznie środków zamocowania.

W Kijowskim Produkcyjnym Zjednoczeniu Obrabiarkowym produkowany jest wielozadaniowy wielowrzecionowy automat tokarski NC mod. 1A290P-4KF30 (rys. 3.25), wyposażony w dwa dolne suporty krzyżowe 2 i 3 z głowicami rewolwerowymi, w których znajdują się nieobracające się narzędzia do zewnętrznych i wewnętrznych prac tokarskich, a także w górny suport krzyżowy 1 z oryginalną głowicą rewolwerową do prac wiertarsko - frezarskich przy pozycjonowaniu wrzeciona w III pozycji. Konstrukcja obrabiarki zawiera obrotowy bęben wrzecionowy 4. Obrabiarka jest przeznaczona do wykonywania powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych w kołnierzach, piastach, kołach pasowych i innych części obrotowych ze stali, żeliwa i materiałów kolorowych.

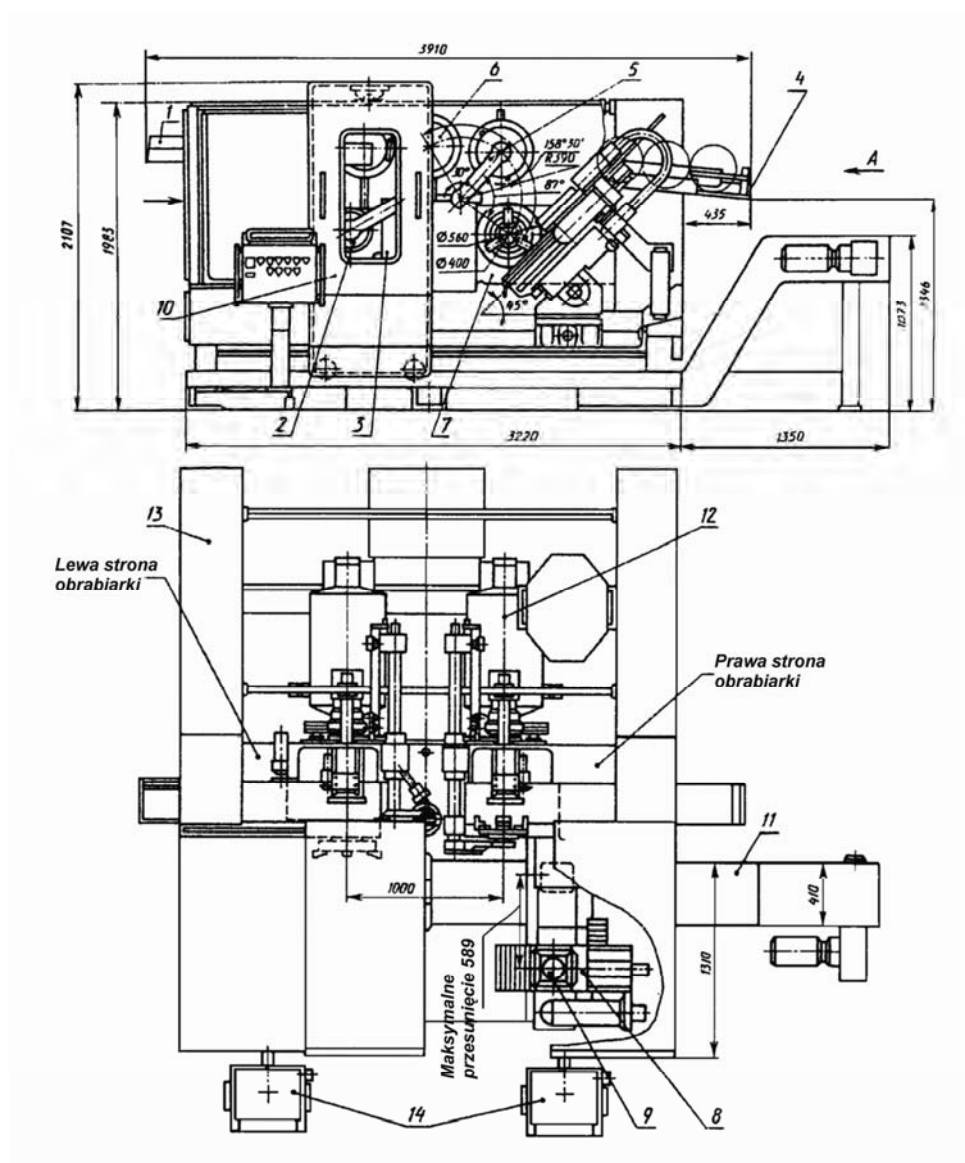
Czterowrzecionowe pionowe tokarskie centrum obróbkowe „Wertimat 500/4” (Niemcy) (rys. 3.26) ma dwa wrzeciona przeznaczone do obróbki, a dwa pozostałe - do załadunku - rozładunku części. Wysoka wydajność obrabiarki uzyskiwana jest w wyniku załadunku i wyładunku części w czasie pracy, jednoczesnej pracy dwóch wrzecion i czterech suportów, krótkich przejść jałowych suportów i dużej prędkości przemieszczeń szybkich. Obrabiarka posiada dodatkowe urządzenie do wykonywania operacji wiercenia, frezowania i nacinania gwintu [29, 43].



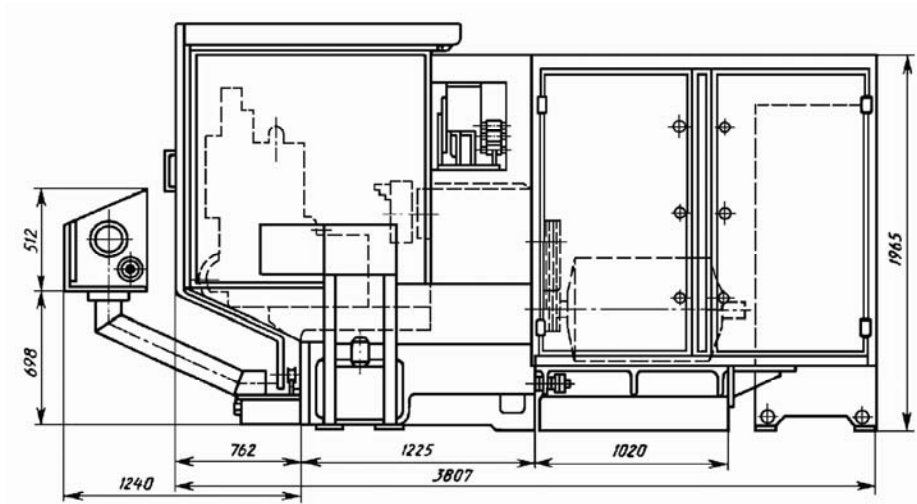
Rys. 3.20. Widok ogólny EMP RRTK-3D31



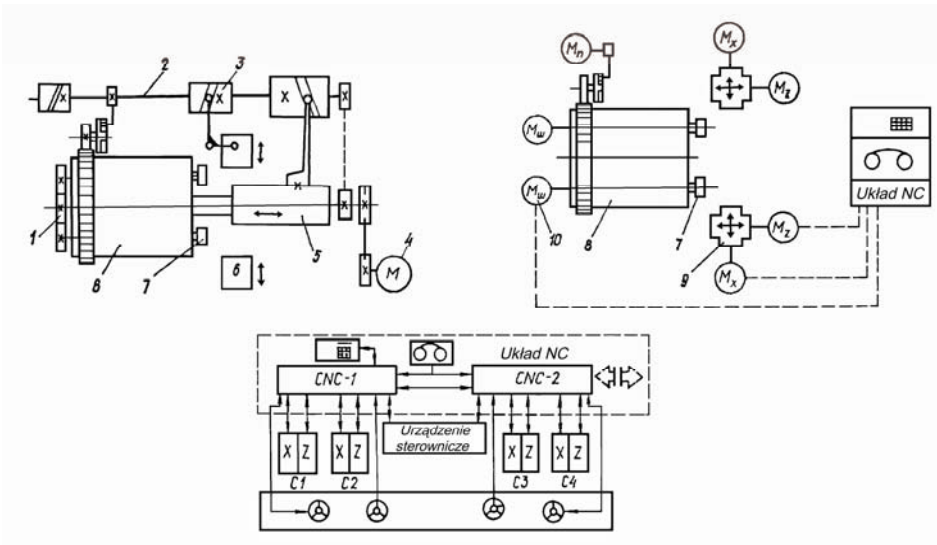
Rys. 3.21. Schemat kinematyczny EMP MRK50 na bazie dwuwrzecionowej tokarki NC mod. MPR315



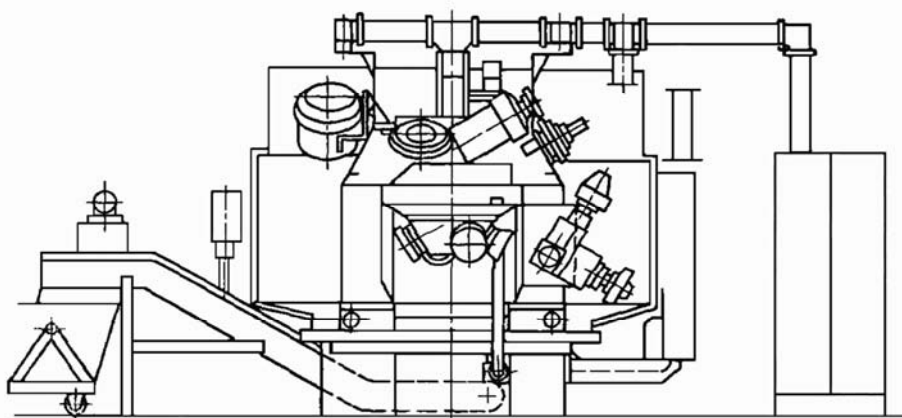
Rys. 3.22. Widok ogólny EMP MRK50



Rys. 3.22. Widok ogólny EMP MRK50 (dokończenie)



Rys. 3.23. Schematy wielowrzecionowych automatów tokarskich:
a) – ze sterowaniem krzywkowym; b), c) – z NC



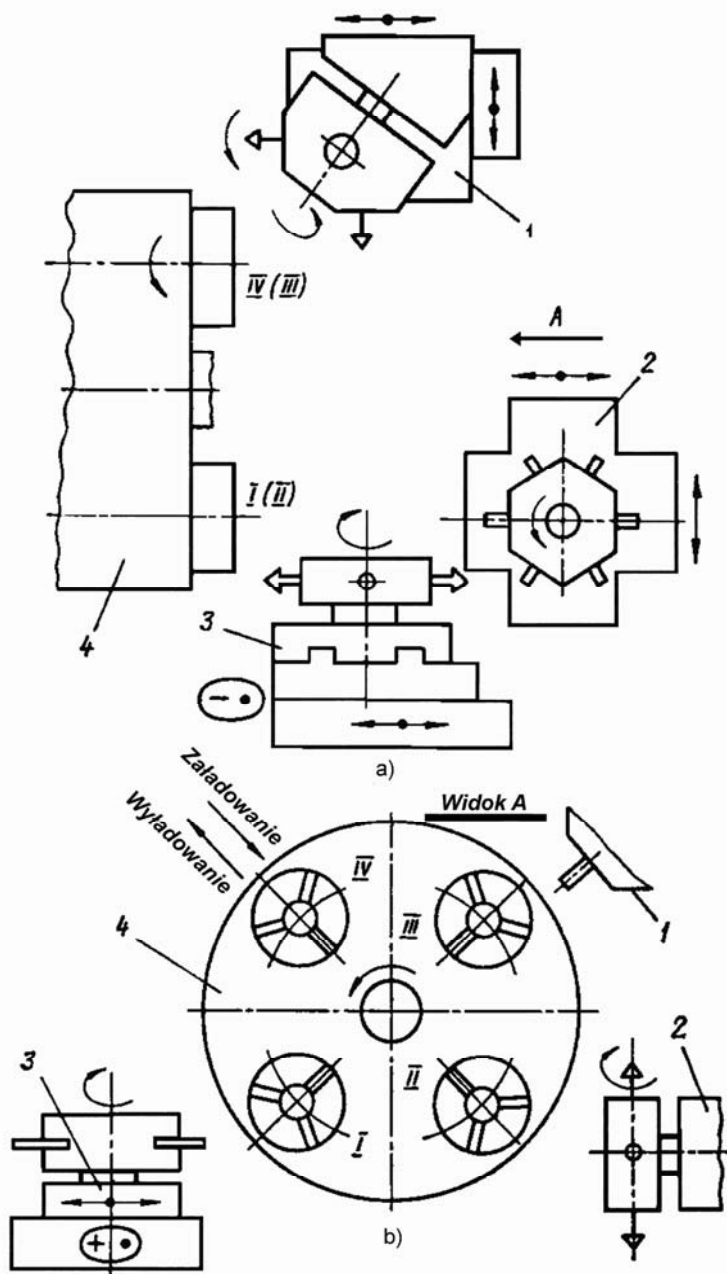
Rys. 3.24. Wielowrzecionowy automat tokarski MDZ (Niemcy)

Na rys. 3.27 pokazany jest wielowrzecionowy automat tokarski typu odkrytego z mieszanym układem sterowania, w którym na łożu 1 zamiast skrzynki prędkości znajduje się wrzeciennik z jednym wrzecionem 11 z bezstopniowym napędem regulacji prędkości dodatkowego wrzeciona 9 od silnika elektrycznego 12 i suportów krzyżowych 9 i 14. We wrzecionie 9 znajduje się sprzęgło 10 przełączania głównego silnika na pozycjonowanie od silnika o dużym momencie 13. Blok wrzecionowy 18 składa się z bębna 17, napędu bezstopniowej regulacji prędkości roboczych wrzecion od silnika elektrycznego 2 i napędu obrotów wału rozdzielczego 5 od silnika elektrycznego 3. Wał rozdzielczy 5 steruje tylnym górnym suportem 6, a także ustalaniem i obrotem bębna wrzecionowego 17. Manipulator 7 o dwóch rękach mechanicznych 4 zdejmuje i przenosi części do dodatkowego wrzeciona 9. Na łożu znajdują się dwa suporty krzyżowe 16 z głowicami rewolwerowymi 15. Zaletą takiej obrabiarki jest bezstopniowa regulacja prędkości i posuwów a także wygodny dostęp do obrabianej części i narzędzia [41, 45].

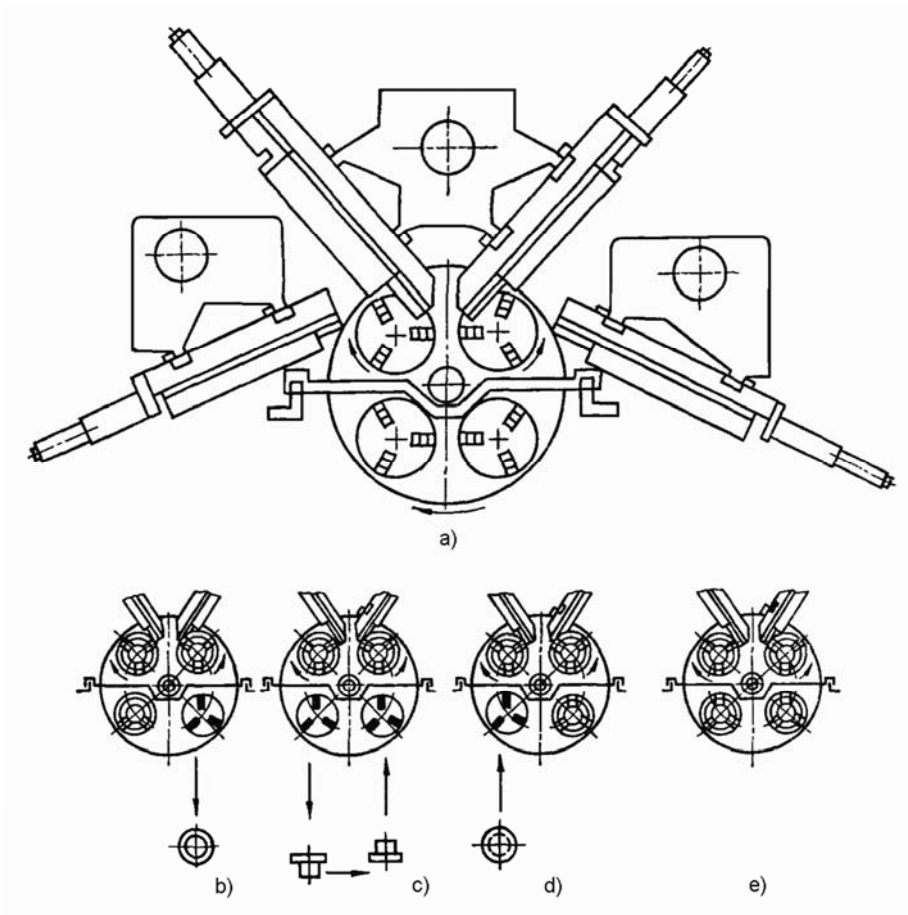
Sześciowrzecionowy automat NC pokazany jest na rys. 3.28. Na łożu 1 znajduje się blok wrzecionowy 2 o podwójnej indeksacji bębna wrzecionowego 5, gdzie w dwóch dolnych pozycjach realizowana jest pełna obróbka części 6 przy wykorzystaniu suportów krzyżowych 8 i 14, wyposażonych w głowice rewolwerowe 7, a w dwóch górnych zdejmowane są obrobione w pozycjach dolnych części i ustawiane są półfabrykaty 4 z magazynu.

Obrobione w dolnych pozycjach części po obrocie bębna o 180° za pomocą manipulatora 3 przenoszone są do dwuwrzecionowego wrzeciennika 13, ustawionego na podstawie 1 zamiast skrzynki prędkości. Uniwersalny dwuwrzecionowy wrzeciennik 13, w którym osie dodatkowych wrzecion 12 są równoległe do dwóch górnych pozycji wrzecion obrotowego bębna 5, umożliwiają obróbkę odwrotnej strony części 10 za pomocą suportów 9, 11 i posiadają właściwości jednowrzecionowego wrzeciennika.

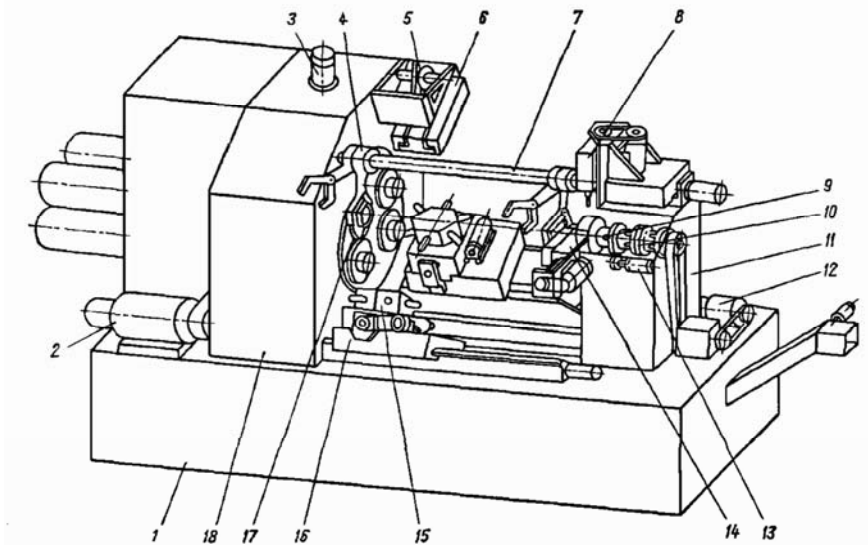
Automat umożliwia w jednym cyklu obróbkę dwóch części. Prędkości skrawania i posuwu są regulowane bezstopniowo od układu NC.



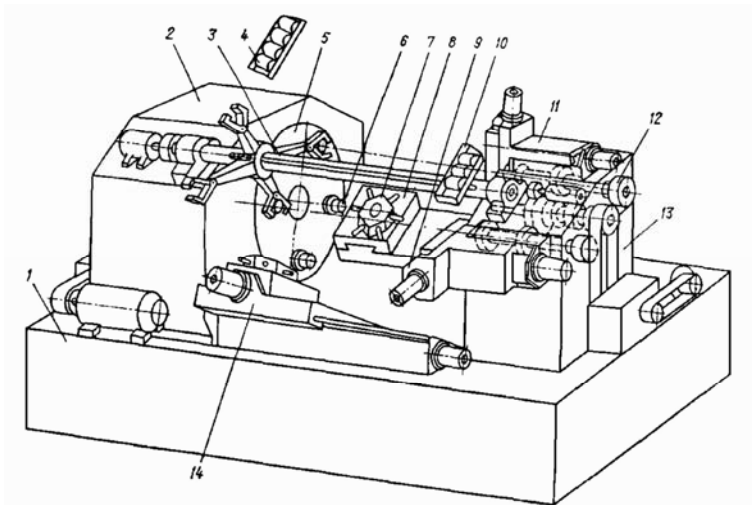
Rys. 3.25. Wielozadaniowy automat wielowrzecionowy 1A290P-4KF30



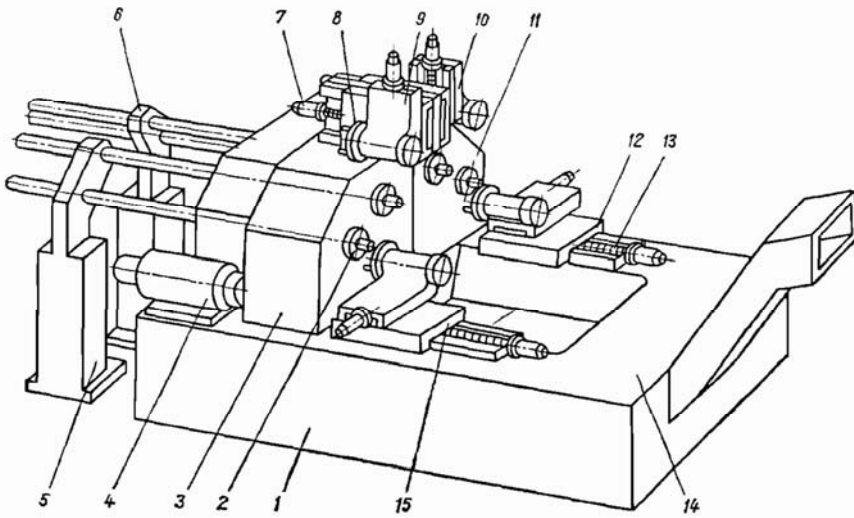
Rys. 3.26. Czterowrzecionowe tokarskie centrum obróbkowe „Wertimat 500/4”
 (a) i etapy manipulacji półfabrykatami; b) zdejmowanie gotowej części;
 c) zdejmowanie części obrabianej z jednej strony, orientowanie
 i ustawienie w sąsiedniej zwolnionej pozycji; d) ustawienie nowej
 części w zwolnionej pozycji; e) obrót bębna wrzecionowego zgodnie
 ze strzałką zegara o 180^0 i obróbka części w dwóch pozycjach,
 przeciwnych do pozycji załadunku – wyładunku



Rys. 3.27. Wielowrzecionowy automat tokarski z mieszanym układem sterowania



Rys. 3.28. Sześciowrzecionowy automat tokarski o podwójnej indeksacji



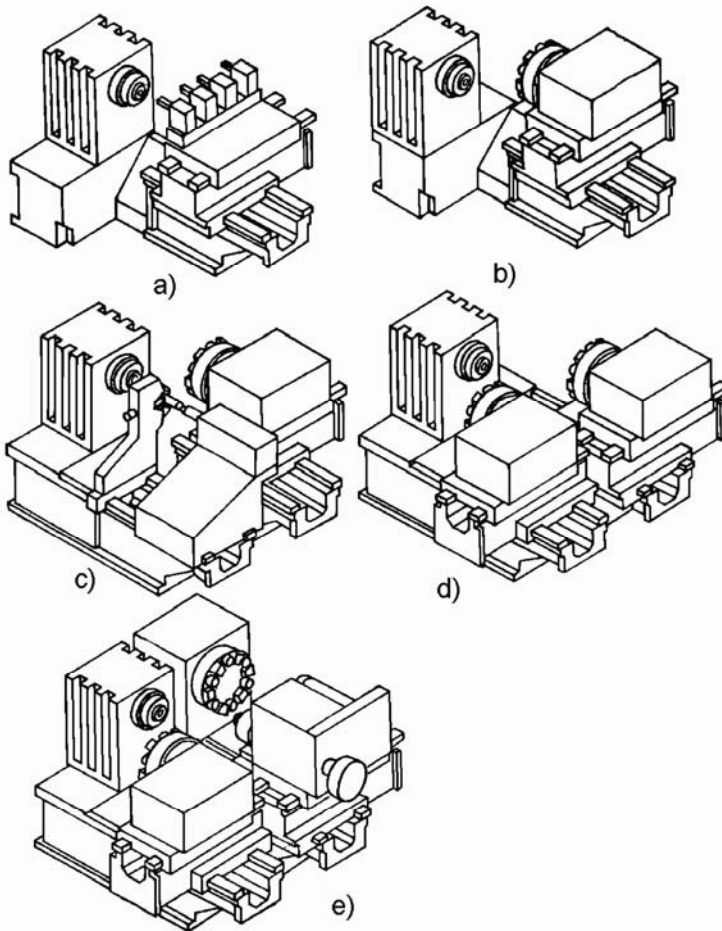
Rys. 3.29. Czterowrzecionowy automat tokarski

Na rys. 3.29 pokazano czterowrzecionowy automat NC o działaniu równoległym, który składa się z ustawionych na podstawie 1 dwuwrzecionowych wrzecienników 3 i 11. Wrzeciennik 3 jest wykonany jako lustrzany w stosunku do wrzeciennika tylnego 11 i połączony z nim za pomocą wysokiej, bocznej strony tak, że w montażu oba wrzecienniki powtarzają zarys bloku wrzecionowego z obrotowym bębnem wrzecionowym. Każdy wrzeciennik wyposażony jest w indywidualny główny silnik elektryczny 4 z bezstopniową regulacją prędkości wrzecion 2, komplet lunet prowadzących 5 i 6, suporty krzyżowe 9, 10, 12 i 15, a także głowice rewolwerowe 8. Wszystkie suporty są sterowane (NC) i realizują przemieszczenia wzdłużne i poprzeczne według zadanego programu za pomocą silników o wysokim momencie 7 poprzez parę kulkowo – śrubową.

Na prawej wolnej płaszczyźnie 14 podstawy 1 mogą być ustawione jeszcze dwa wrzecienniki dwuwrzecionowe do obróbki odwrotnej strony części po ich odcięciu od pręta lub rury i przetransportowaniu do tych wrzecienników przez manipulator.

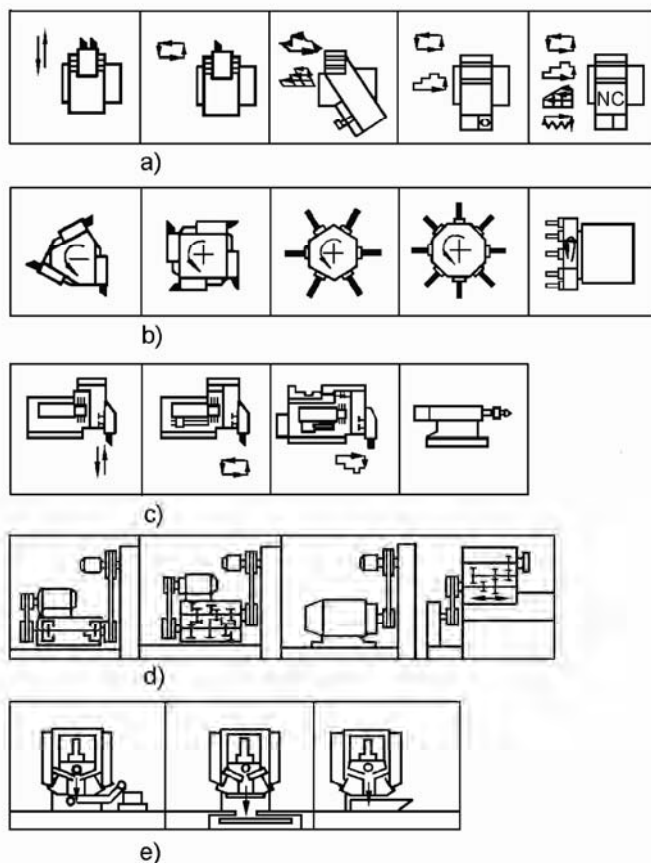
Taki automat w ciągu cyklu może wykonać cztery części i pod względem wydajności można go porównać do czterech jednowrzecionowych rewolwerowych automatów tokarskich.

Modułowa zasada konstrukcji - moduł (pod względem konstrukcyjnym i funkcjonalnym zakończona jednostka) jest składową częścią ogólnego układu obrabiarki, umożliwia szybkie i przy minimalnych nakładach zestawienie pewnego zbioru różnych konstrukcji obrabiarek w wyniku dużej możliwości kombinacji i umiejscowienia modułów [11, 34, 46].



Rys. 3.30. Warianty modułowego zastosowania tokarek firmy „Boley”:
a) dwuosiowy z systemem narzędzi nieobrotowych; b) dwuosiowy z 12 - pozycyjną głowicą rewolwerową; c) dwuosiowy z 12 - pozycyjną głowicą rewolwerową i konikiem; d) czteroosiowy z 12 - pozycyjnymi głowicami rewolwerowymi; e) czteroosiowy z 12 - pozycyjnymi głowicami rewolwerowymi i dwoma wrzeciennikami

Firma „Boley”, stosując zasadę konstrukcji modułowej, opracowała 5 konstrukcji obrabiarki NC (rys. 3.30), gwarantujących wysoką dokładność obróbki średnicy części w całym zakresie prędkości obrotowych wrzeciona o $n_{\max} = 6300 \text{ min}^{-1}$. Uwzględniona jest możliwość autonomicznego napędu każdego narzędzia wstawionego do głowicy rewolwerowej. Średnica otworu wrzeciona jest równa 26 mm, największa średnica zaciskanej w uchwycie części wynosi 100 mm, największa długość obróbki - 200 mm [51, 56, 65].



Rys. 3.31. Zespoły zunifikowane (moduły) automatów tokarskich firmy „Emag”:
a) dolne sanki; b) systemy narzędziowe; c) górne sanki; d) napędy wrzecion; e) transporter odprowadzający wióry

Firma „Emag” stworzyła gamę jednowrzecionowych automatów tokarskich NC, wykorzystując zespołowo – modułową zasadę i urządzenia do automatycznej manipulacji wyrobami. Podstawowymi zunifikowanymi zespołami (modułami) automatów tokarskich firmy „Emag” są obrabiarki, suporty, wrzeciennik, mechanizm załadowniczy, rama nośna, odgródzenie strefy obróbki, szafy elektryczne.

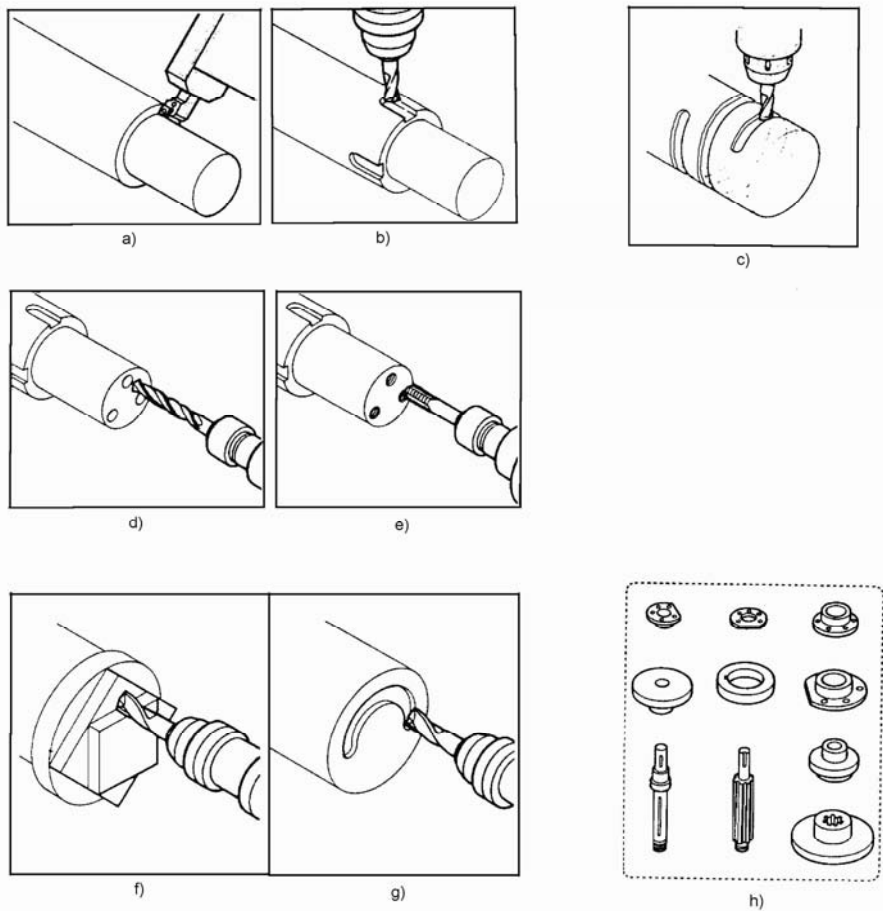
Takie moduły obrabiarki (rys. 3.31), jak sanki, konik, górne sanki, napędy wrzecion i transporter do odprowadzania wiórów można stosować we wszystkich typach obrabiarek. Przy tym zachowana jest zasada ekonomiczności wykonania obrabiarek, krótkich terminach ich projektowania i wykonania.

Najlepiej nadają się do wbudowywania w ESP centra tokarskie (TCO) lub wielozadaniowe tokarki NC, posiadające szerokie możliwości technologiczne. Na bazie centrów obróbkowych budowane są tokarskie EMP mogące funkcjonować autonomicznie w ciągu długiego czasu. Obrabiarki te są wyposażone w 12-, 14-, 16-miejscowe rewolwerowe głowice narzędziowe, posiadające 4, 6 i 12 pozycji na obrotowe narzędzia napędzane. W niektórych obrabiarkach imaki narzędziowe rozmieszczone są na karetki liniowo, a narzędzia obrotowe znajdują się w autonomicznych głowicach kompaktowych z niezależnymi napędami. Konstrukcja obrabiarek, ich kinematyka i układ sterowania elektronicznego umożliwiają realizację kompleksowej obróbki powierzchni równoległych, nierównoległych i otworów, a także powierzchni płaskich i kształtowych w jednym ustaniu różnymi narzędziami.

Obróbkowe centra tokarskie łączą w sobie funkcje obrabiarek różnych grup, tj. umożliwiają integrację dużej ilości różnorodnych operacji technologicznych (rys. 3.32). Na TCO możliwe jest wykonanie w zamkniętym cyklu dużego asortymentu części obrotowych, mających dużą ilość powierzchni wymagających obróbki „nietokarskiej”. Przy zastosowaniu TOC w istotny sposób zmniejsza się zapotrzebowanie na urządzenia uniwersalne, powierzchnie produkcyjne oraz wykwalifikowanych pracowników.

Podstawowe dane TCO przedstawiono w tab. 2.1.

Z zagranicznych przedstawicieli danej klasy urządzeń jako najbardziej typowe należy wymienić centra tokarskie produkcji japońskiej firmy MAZAK typu “Quick Torn 10N-ATC” (rys. 3.33), wyposażone w układ automatycznego podawania pręta, magazyn narzędziowy na 16 narzędzi tokarskich i osiowych obrotowych, układy nastawiania i korekcji zużycia narzędzi.

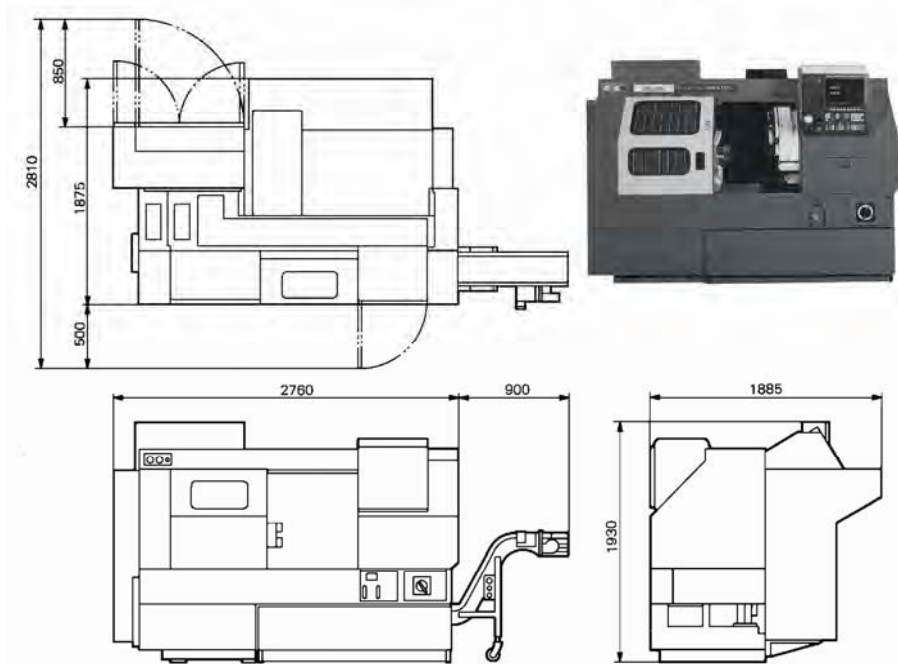


Rys. 3.32. Operacje technologiczne wykonywane na tokarskich centrach obróbkowych:

a) toczenie zewnętrzne; b), c) frezowanie rowków wzdłużnych i krzywoliniowych (śrubowych); d), e) wiercenie nieosiowe i nacinanie gwintu; f), g) frezowanie czołowe powierzchni prostoliniowych i krzywoliniowych; h) przykłady obrabianych części

Gabaryty strefy roboczej obrabiarki podczas pracy różnymi narzędziami pokazano na rys. 3.34. Podczas obróbki części do załadunku są stosowane stoły taktowe i roboty przemysłowe.

Za najbardziej nowoczesną obrabiarkę wielozadaniową można uważać IRT180PMF4 (rys. 3.35) [15, 30, 48].



Rys. 3.33. Centrum tokarskie „Quick Torn 10N-ATC” firmy MAZAK (Japonia)

Obrabiarka przeznaczona jest do kompleksowej obróbki wyrobów szczególnie złożonych ze stali i metali kolorowych w warunkach zautomatyzowanej produkcji elastycznej. Obrabiarka jest wyposażona w elektromechaniczne i pneumatyczne mechanizmy zacisku uchwytu wrzeciennika; posiada wzdlużny i poprzeczny – suporty przesuwne, karetkę z głowicą rewolwerową z wymiennym bębniem narzędziowym, urządzenie wymiany bębniów narzędziowych.

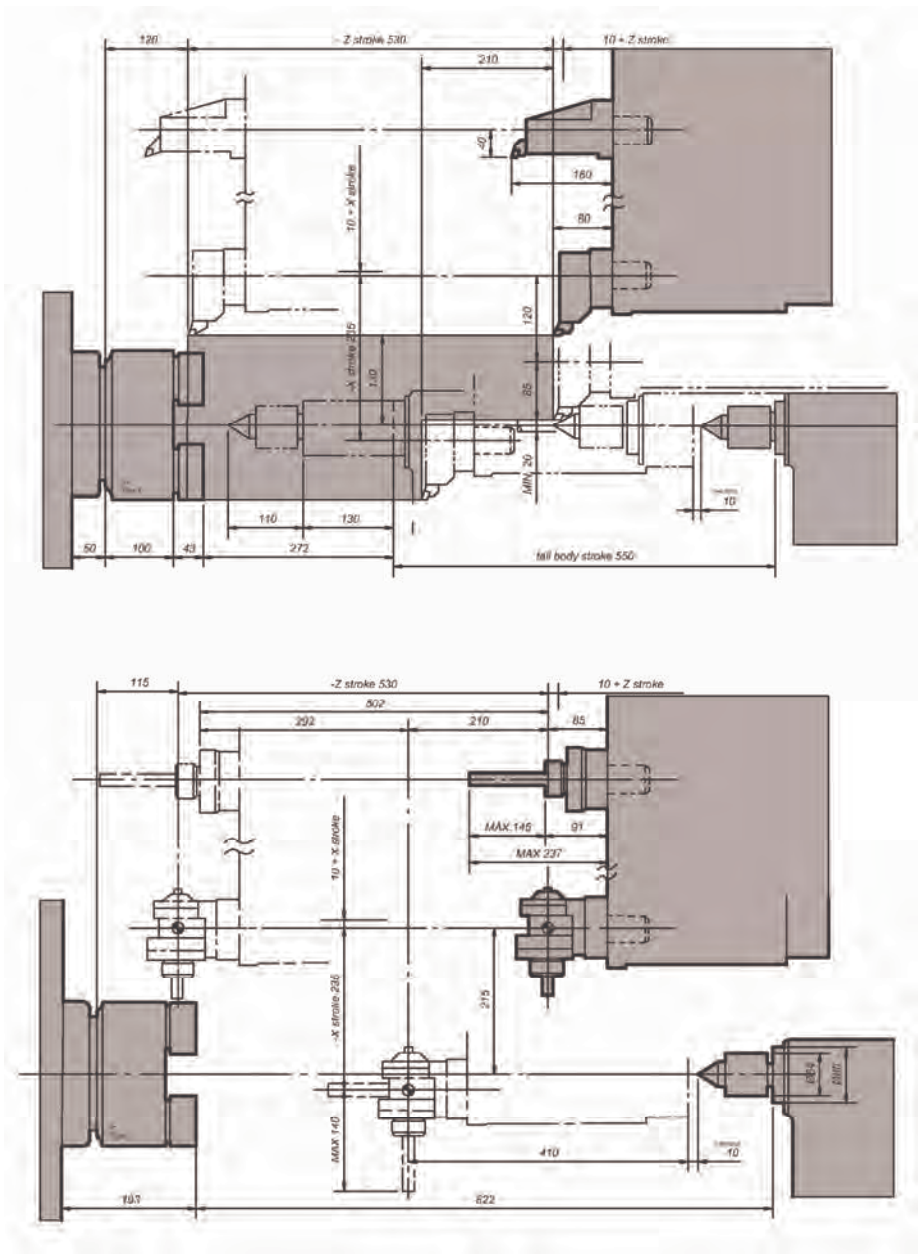
Widok ogólny EMP „Moduł IRT180PMF4” pokazany jest na rys. 3.36.

Na łożu 1 obrabiarki na sztywno jest zamocowany wrzeciennik 2. Po stalowych zahartowanych prowadnicach równolegle do osi wrzeciona (oś Z) przemieszczają się sanki 3, na których znajduje się poprzecznie - ruchomy (oś X) suwak 4. Sanie i suwak tworzą dwuosiowy suport obrabiarki, na którym zamontowana jest 12-pozycyjna głowica rewolwerowa 5 o poziomej osi obrotu. Suwak jest wyposażony w dodatkowy napęd obrotu wiertarsko – frezarskich bloków narzędziowych 6. Wrzeciennik oprócz napędu ruchu głównego, posiada napęd posuwu kołowego i dokładnego pozycjonowania wrzeciona 7 według współrzędnej C. Trójszczękowy uchwyt samocentrujący 8 z szybkozmiennymi kompletami krzywek umożliwia szybkie przebrojenie obrabiarki. Obrabiarka posiada hermetyczne ogrodzenie 9 strefy roboczej [42, 66, 73].

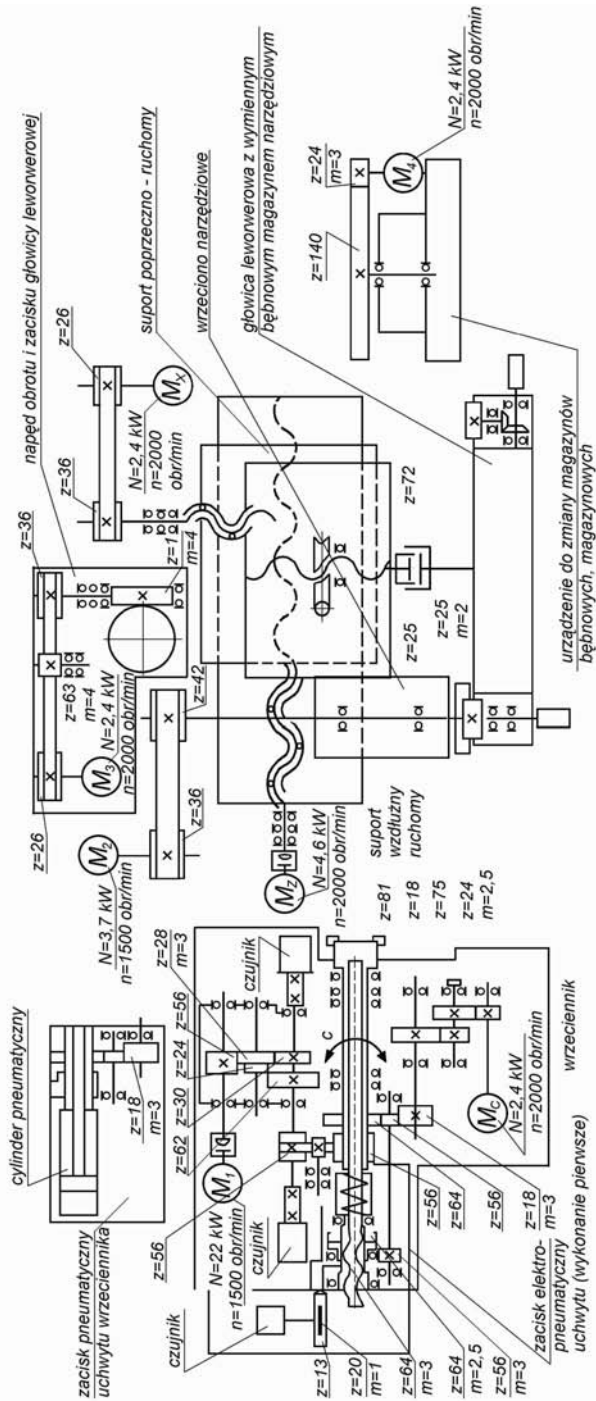
Odprowadzanie wiórów wykonywane jest przez automatyczny transporter 10, umiejscowiony bezpośrednio nad strefą skrawania. Automatyczna wymiana obrabianych części realizowana jest przez robot przemysłowy 11 typu M10P62.01, wbudowany w obrabiarkę; robot przemysłowy zdejmuje część ze stołu taktowego – zasobnika 12 i ustawia ją w uchwycie obrabiarki, a także zdejmuje obrobioną na obrabiarce część układu w pojemniku na stole. Załadunek i rozładunek stołu taktowego może być wykonywany automatycznie w czasie pracy obrabiarki.

Obrabiarka wyposażona jest w urządzenie wolnostojące 13 do automatycznej wymiany bębnow narzędziowych w głowicy rewolwerowej. Wymienne bębny wstępnie są ustawiane w zasobniku 14, w którym można wykonywać ich przebrojenie w czasie pracy obrabiarki. Automatyczne nastawienie narzędzi na wymiar wykonywane jest bezpośrednio na obrabiarce za pomocą pomiarowej głowicy kontaktowej 15, która w czasie obróbki umieszczana jest w specjalnej osłonie. Pulpit 16 urządzenia NC usytuowany jest na wsporniku z przedniej strony obrabiarki. Na rys. 3.37 pokazany jest poprzecznie ruchomy suport obrabiarki i głowica rewolwerowa z mechanizmem jej obrotu.

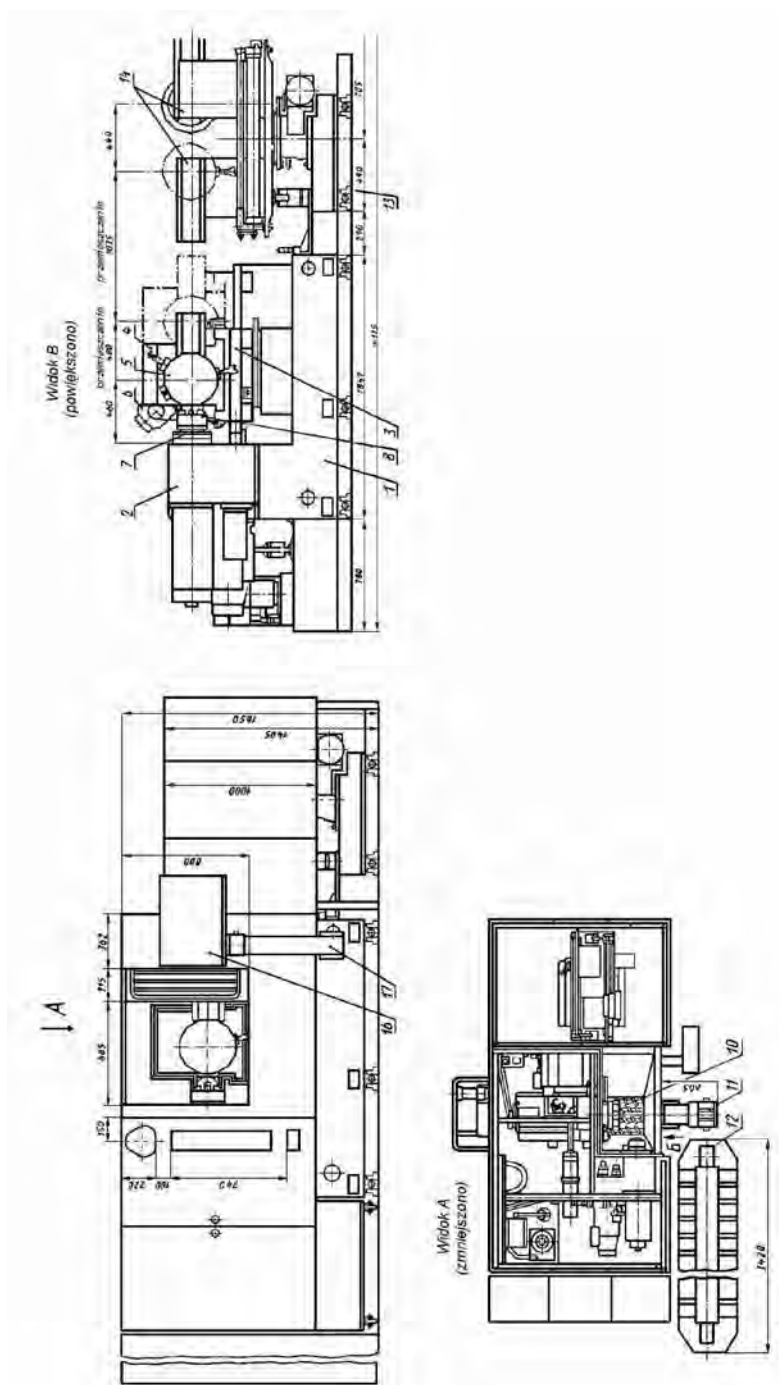
Dalszy wzrost wydajności i rozszerzenie możliwości technologicznych tokarskich EMP jest związane ze zwiększeniem koncentracji operacji, zwiększeniem liczby głowic rewolwerowych i suportów, ze zwiększeniem sztywności konstrukcji w wyniku powstania nowych ich odmian, unowocześnianiem wyposażenia peryferyjnego obrabiarek: przyrządów, układów pomiarowych i urządzeń transportowo – załadunkowych.



Rys. 3.34. Wymiary technologiczne strefy roboczej obrabiarki „Quick Torn 10N-ATC”

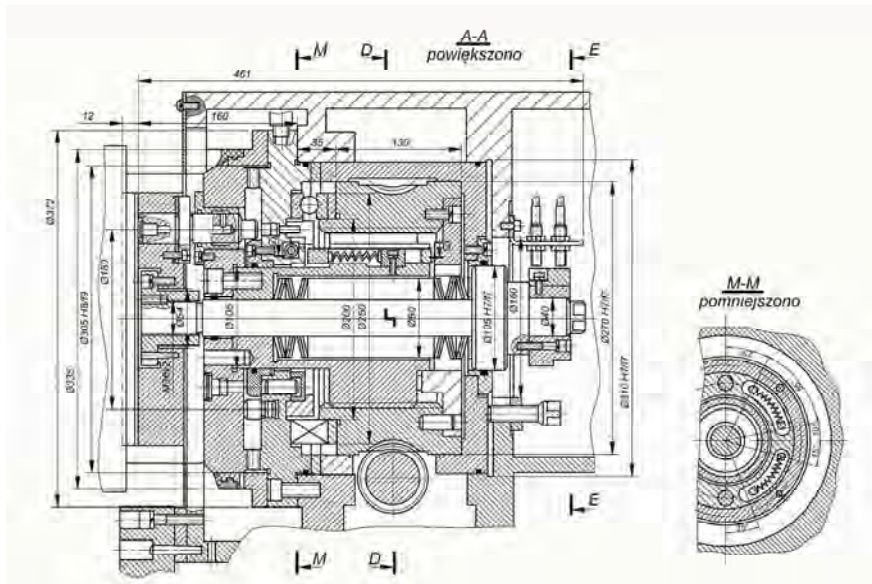


Rys. 3.35. Schemat kinematyczny obrabiarki wielofunkcyjnej IRT180PMF4



Rys. 3.36. Widok ogólny EMP „Moduł IRT180PMF4”





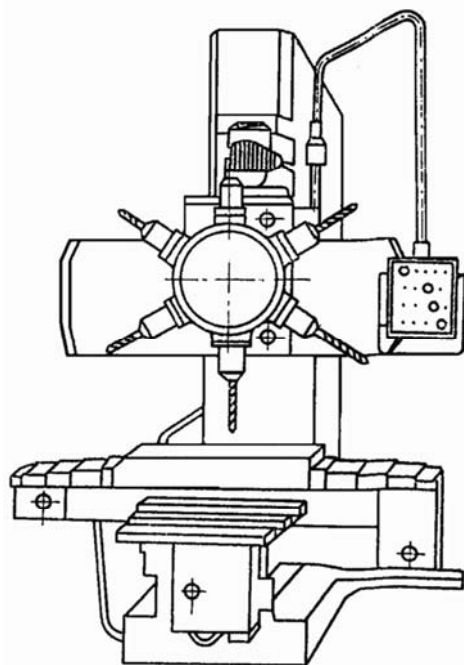
Rys. 3.37. Suport poprzeczny i mechanizm obrotu głowicy rewolwerowej IRT180PMF4 (dokończenie)

4. Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

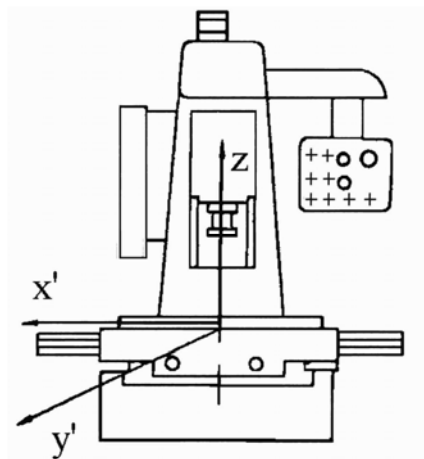
4.1. Wiertarko – wytaczarki

Wiertarki NC przeznaczone są do wydajnej obróbki współrzędnościowej części (typu pokryw, kołnierzy, płyt, den sitowych) bez wstępnego trasowania i stosowania kolumny przewodnikowej. Charakterystyczne są dla nich operacje wiercenia, rozwiercania, nacinania gwintu, występowanie stołu krzyżowego, szeregową pracę kilkoma narzędziami ustawionymi w głowicach rewolwerowych, zastosowanie głowic wielonarzędziowych, automatyzacja pozycjonowania i pracy wzdłuż osi Z.

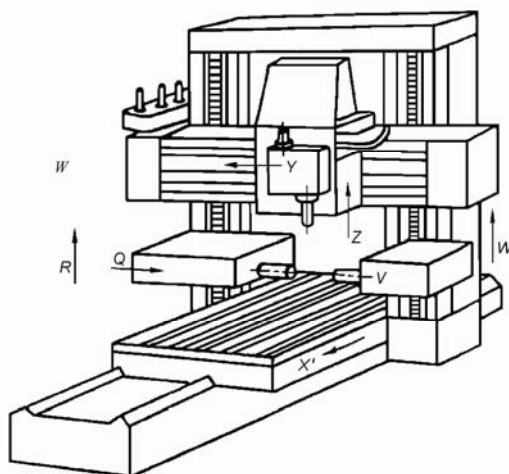
Do obróbki otworów do połączeń w korpusach, a także w częściach typu kołnierze, pokrywy, płyty, dźwignie, wsporniki w warunkach produkcji małoseryjnej i seryjnej przeznaczona jest wiertarka pionowa NC mod. 2R135F2 (rys. 4.1, 4.4). Wyposażona jest w stół krzyżowy i sześciopozycyjną głowicę rewolwerową, rozszerzające znacząco jej możliwości technologiczne [15, 20, 29].



Rys. 4.1. Wiertarka pionowa NC R135F2



Rys. 4.2. Wytaczarka współrzędnościowa 243WMF2



Rys. 4.3. Frezarko – wiertarka 2348PMF2

Podstawowe charakterystyki techniczne niektórych wiertarek NC zestawione zostały w tab. 6.1

Tab. 4.1. Podstawowe charakterystyki techniczne wiertarek

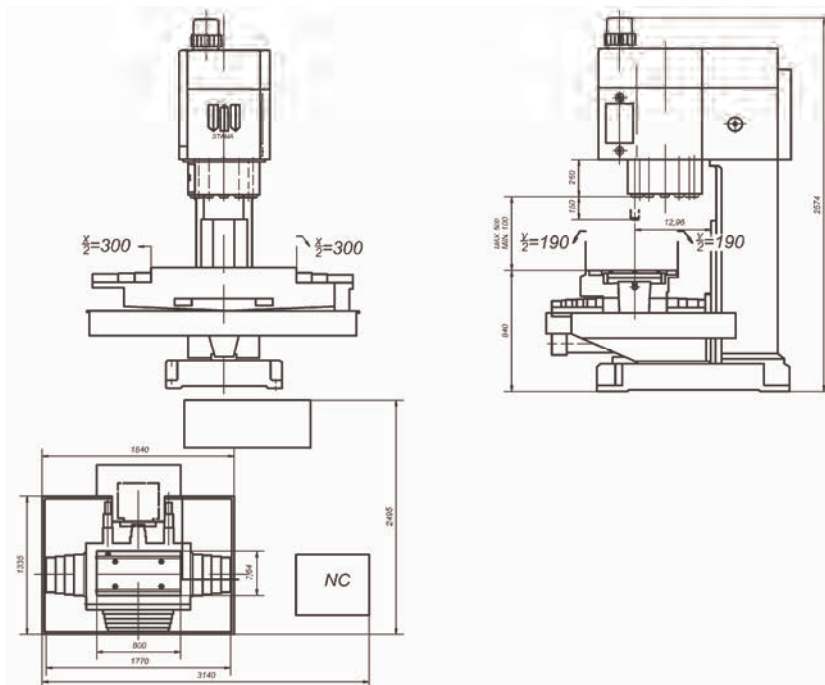
Parametry	Model wiertarki			
	2R135F2	2R118F2	2N135F2	2N55CF2
Największa średnica wiercenia, mm	35	18	35	50
Największa średnica nacinanych gwintów, mm	24	18	24	27
Przesuw głowicy wiertarskiej, mm	250	300	250	300
Wymiary stołu (szerokość×długość), mm	400×630	450×280	400×630	630×800
Zakres częstości obrotowej wrzeciona, min. ⁻¹	31,5...1400	45...2000	31,5...1400	20...2000
Zakres posuwów wrzeciona, mm/min.	10...500	8...600	31...2240	0,056...2,5 (mm/ob.)
Wymiary stożka wrzeciona, mm	6		1	
Liczba narzędzi	6		1	
Moc silnika elektrycznego, kWt:				
ruchu głównego	4	2,2	4	4
posuwów	1,3	0,6	1,3	1,1
Wymiary gabarytowe wiertarki, mm	2500×1800× ×2700	2350×1800× ×2500	1680×1725× ×2500	3675×2730× ×3350
Masa wiertarki, kg	3500	1720	2600	7000
Liczba sterowanych osi (ogółem/jednocześnie)	3/2		2/2	

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Wytaczarki stosowane są do obróbki części korpusowych do wiercenia, rozwiercania, frezowania i nacinania gwintu.

Tab. 4.2. Podstawowe charakterystyki techniczne wytaczarek

Parametry	Model wytaczarki		
	2P637MF4	2E450AMF4	243BMF2
Wymiary powierzchni roboczej stołu (szerokość×długość), mm	2000×1600	1120×630	560×320
Największa masa wyrobu ustawianego na stole obrotowym, kg	16000	600	150
Liczba narzędzi	40	30	30
Największe wzdłużne przemieszczenie wrzeciona, mm	1000	500	235
Częstość obrotów wrzeciona, min. ⁻¹	2...1600	10...2000	40...2500
Wielkość posuwu, mm/min.	1...5000	1...6000	3,15...2500
Największa średnica wytaczania, mm	400	600	160
Wymiary gabarytowe wytaczarki, mm	8300×7200× ×4450	3600×3000× ×3500	1590×1640× ×2620
Moc silnika elektrycznego ruchu głównego, kWt	36	7,3	2,2
Liczba osi sterowanych (wszystkich/jednocześnie)	5/2	6/3	3/2
Typ NC	CNC	2C42-61	„Razmier-2M”
Producent	Kołomenskoje SPO	Moskiewski Zakład Wytaczarek Współrzędnościowych	



Rys. 4.5. Wielonarzędziowe centrum wiertarskie MS 012 „STAMA” (Niemcy)

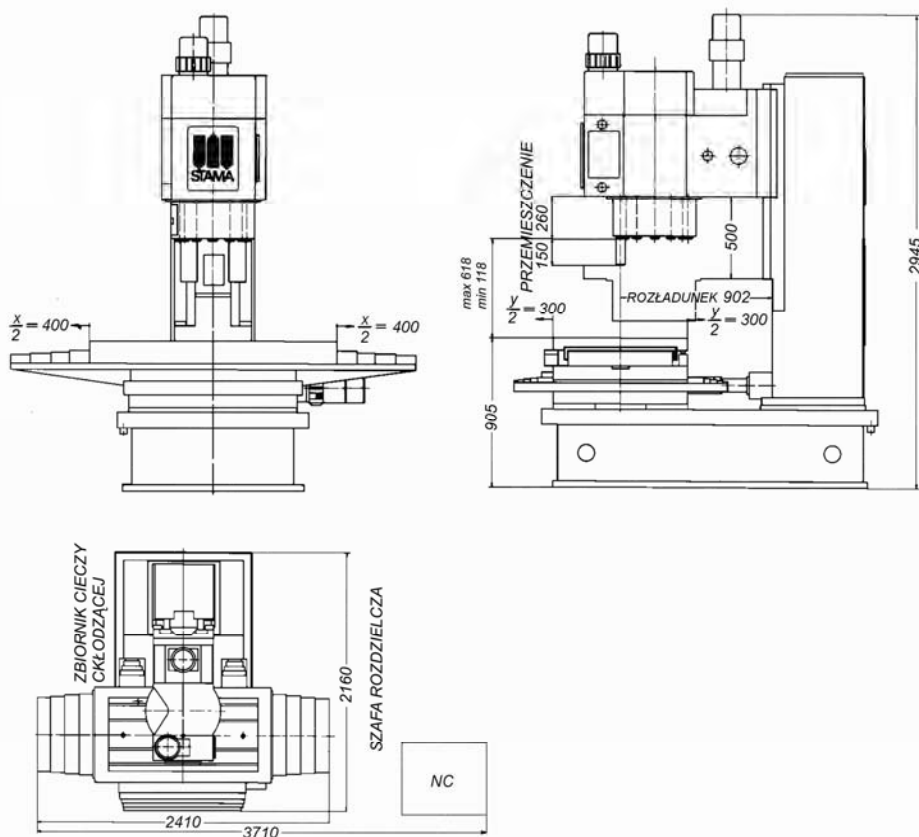
Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Wielofunkcyjna wytaczarka współrzędnościowa NC 243WMF2 (rys. 4.2) szeroko jest stosowana w produkcji małoseryjnej i jednostkowej do obróbki złożonych części korpusowych.

Do obróbki części korpusowych o masie do 600 kg stosowana jest obrabiarka 2E450AMF4 o klasie dokładności A, umożliwiającą także frezowanie powierzchni frezami czołowymi i palcowymi z interpolacją liniową i kołową

Do obróbki części korpusowych o masie do 16000 kg przeznaczona jest wytaczarka pozioma o podwyższonej dokładności 2P637MF4, umożliwiającą obróbkę otworów współosiowych narzędziami wspornikowymi z obrotem stołu.

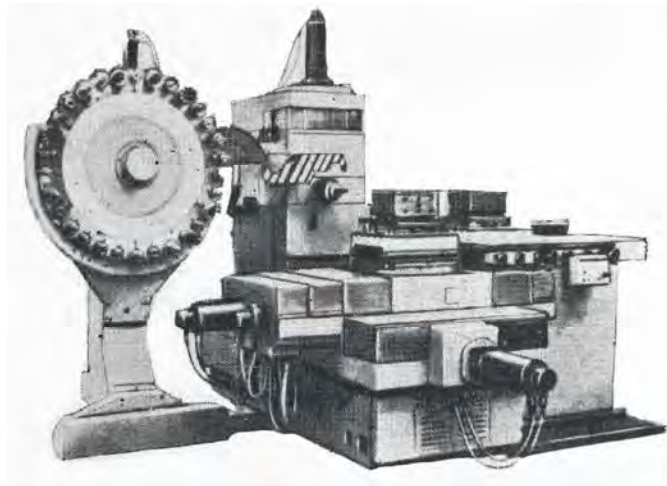
Do wiercenia, powiercania, rozwiercania, podcinania czół, nacinania gwintu, toczenia rowków kołowych i wycinania otworów, frezowania prostokątnego i konturowego stosowane są frezarko - wiertarki NC mod. 2348PMF2 (rys. 4.3), 21103N7F4, 21104N7F4, 21105N7F4 (tab. 4.3). Obrabiarki te posiadają szerokie możliwości technologiczne, co umożliwia zastosowanie ich w składzie gniazd elastycznych [17].



Rys. 4.6. Wielonarzędziowe centrum wiertarskie MS 112 „STAMA” (Niemcy)



Rys. 4.7. Wielonarzędziowe centrum wiertarskie MS 112 „STAMA” (Niemcy)



Rys. 4.8. Obrabiarka 2204WM1F4

Tab. 4.3. Podstawowe charakterystyki wiertarko – frezarek

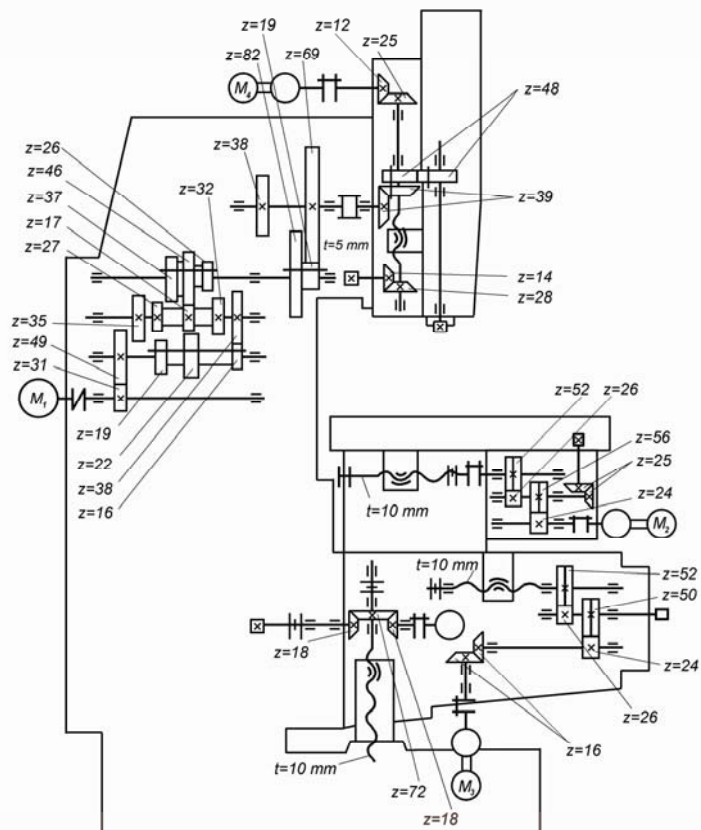
Parametry	Model obrabiarki			
	2348PMF2	21103N7F4	21104N7F4	21105N7F4
Największa średnica wiercenia, mm	50	16	25	40
Wylot wrzeciona, mm	400	360	450	550
Największa odległość od czoła wrzeciona do powierzchni roboczej stołu, mm	600		700	850
Wymiary stołu (szerokość×długość), mm	1600×1000	500×320	630×400	800×500
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ⁻¹	28...1600	40...4000	30...3000	25...2500
Moc silnika elektrycznego napędu ruchu głównego, kWt	8,0	3,0	5,5	8,0
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	5650×5200××4500	5620×2060××3050	2515×2286××3035	4300×3330××3555
Masa, kg	22000	3490	4150	7150
Producent	Kołomenskoje SPO	Fabryka Obrabiarek w Mołodeczno (Białoruś)	Fabryka Obrabiarek w Homlu	Fabryka Obrabiarek w Sterlitamak (Rosja)

Należy także zwrócić uwagę na wielonarzędziowe centra wiertarskie firmy „STAMA” MS012 (rys. 4.5) i MS112 (rys. 4.6 i 4.7). Obrabiarki posiadają 9 lub 12 pozycyjne głowice o osi obrotu równoległej do osi narzędzia. Wymiana narzędzia trwa od 0,8 do 3 s. W celu obróbki części o różnorodnej konfiguracji i wymiarach, a także mocowania ich w różnych położeniach (podczas obróbki według cyklu wahadłowego), powierzchnia robocza może być powiększona drogą przestawienia głowicy lub stołu w osi Z [16, 21, 29, 41].

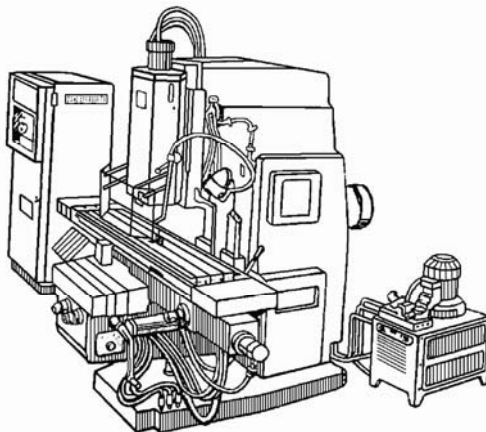
4.2. Frezarki

Frezarki NC mogą przyjmować różne warianty konstrukcyjne: frezarki pionowe, frezarki poziome i frezarki wzdłużne.

Frezarka wspornikowa pionowa NC mod. 6R13F3 (rys. 4.9 i 4.10) przeznaczona jest do obróbki frezami palcowymi i promieniowymi części płaskich i przestrzennych o złożonym kształcie (matryc, krzywek) ze stali, żeliwa, metali kolorowych i innych materiałów w produkcji małoseryjnej i seryjnej. Obróbka przestrzenna jest możliwa w wyniku skoordynowanego przemieszczenia stołu z częścią w płaszczyźnie poziomej według dwóch osi i pionowego przemieszczenia głowicy wrzecionowej z narzędziem skrawającym [9, 17, 57].



Rys. 4.9. Schemat kinematyczny frezarki pionowej 6R13F3



Rys. 4.10. Frezarka pionowa 6R13F3

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Podstawowe przemieszczenia obrabiarki. Ruch główny - obroty wrzeciona, ruch posuwowy – przemieszczenie sanek w kierunku poprzecznym, stołu wzdłużnym i głowicy wrzecionowej w pionowym; ruchy pomocnicze – ustawcze przesunięcia zespołów obrabiarki.

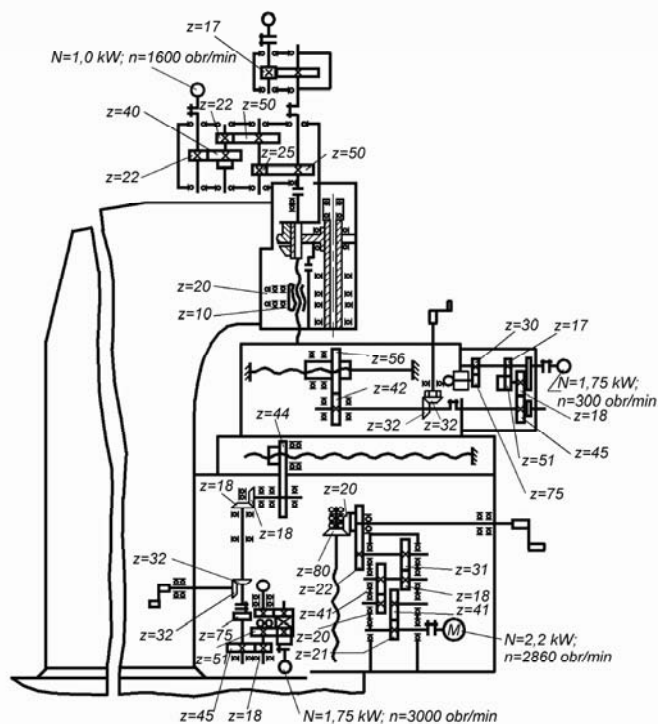
Mechanizm ruchu głównego obrabiarki jest zwykłą skrzynką **prędkości**, 18 różnych częstości obrotowych wrzeciona (w zakresie $40 \dots 2000 \text{ min}^{-1}$) uzyskiwanych w wyniku przełączenia dwóch potrójnych ($z=19-22-16$ i $z=37-46-26$) i jednego podwójnego ($z=82-19$) bloków kół zębatych. Źródłem mocy jest silnik elektryczny M_1 ($N=7,5 \text{ kWt}$, $n=1450 \text{ min}^{-1}$).

Mechanizm posuwu. Część, ustawiona na stole obrabiarki, w trakcie obróbki przemieszcza się płaszczyźnie poziomej i dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach – wzdłużnym i poprzecznym. Wrzeciono obrabiarki razem z suwakiem może się przemieszczać pionowo. Te trzy przemieszczenia realizowane są od trzech mechanizmów wykonawczych obrabiarki. Każdy mechanizm wykonawczy (M_1 , M_2 , M_3) wyposażony jest w silnik krokowy, który steruje silnikiem hydraulicznym (G_2 , G_3 , G_4), a ten uruchamia organ roboczy obrabiarki przez koła zębate i kulkową parę śrubową (2, 3, 4). Każdemu impulsowi idącemu na silnik krokowy odpowiada przemieszczenie suwaka z wrzecionem lub stołu o $0,01 \text{ mm}$. Prędkość posuwu zmienia się od 0 do 600 mm/min . Konsola obrabiarki ze stołem i sankami uzyskuje ustawcze przemieszczenie pionowe od silnika hydraulicznego G_1 przez parę kół stożkowych 18-72 i parę śrubową 1. Jest możliwe także ręczne przemieszczanie zespołów obrabiarki.

Specjalizowana wiertarka pionowa 6M13SH NC (rys. 4.11) przeznaczona jest do wykonywania części typu belki, w której frezem palcowym wykonuje się zarys zewnętrzny, płaszczyznę ucha, wewnętrzne zarysy wnęk i dno wnęk [36, 75].

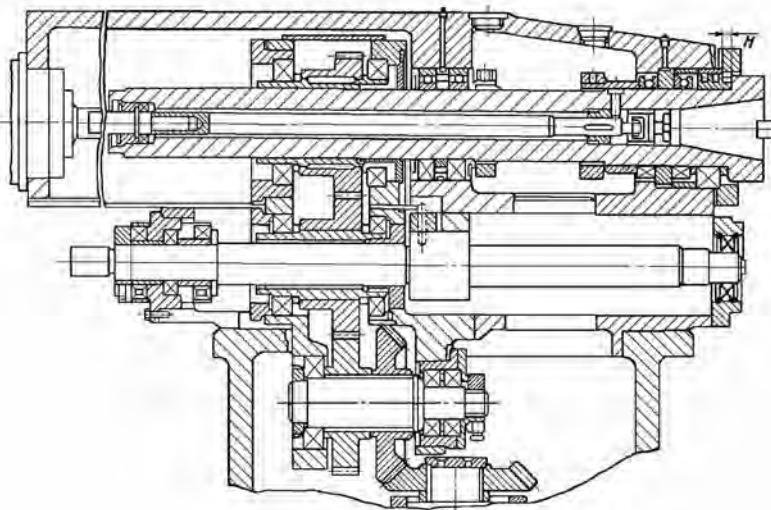
Podstawowe dane techniczne obrabiarki 6M13SN

Wymiar powierzchni roboczej stołu, mm	
długość	1600
szerokość	400
Częstość obrotowa wrzeciona, min^{-1}	40...2000
Prędkość ruchów posuwowych według osi (regulacja bezstopniowa), mm/min :	
X, Y	0...2400
Z	0...1000
Wielkość impulsu, mm	0,01
Moc silnika elektrycznego napędu ruchu głównego, kWt	7,5
Urządzenie NC	N33-2M
	Kurs-33
	Łucz-33

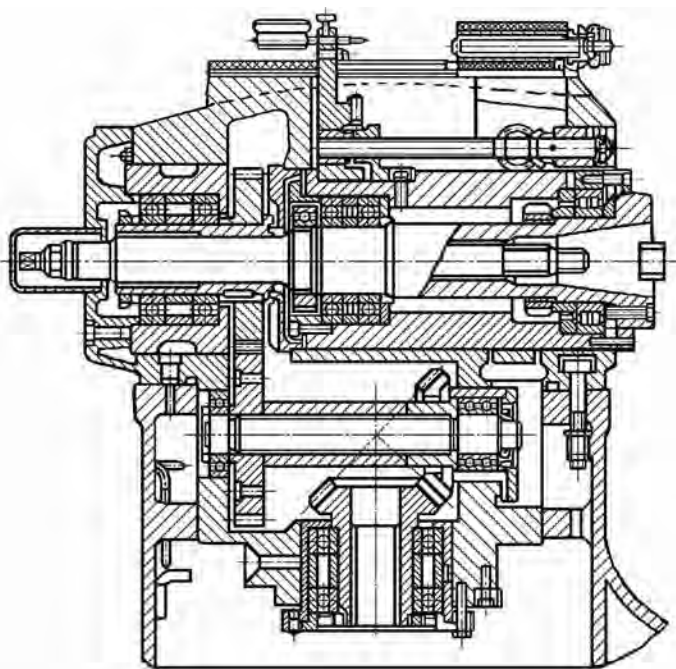


Rys. 4.11. Schemat kinematyczny frezarki pionowej 6M13SN

Przykłady konstrukcji wrzecion frezarek pionowych pokazano na rys. 4.12 i 4.13.



Rys. 4.12. Wrzeciono pionowe frezarki mod. 6R13F3



Rys. 4.13. Wrzeciono pionowe frezarki mod. SF-7

Obrabiarki NC 65A80F4, 65A80PMF4 i 65A90F4 (tab. 4.4) stanowią gamę frezarek pionowych ze stołem krzyżowym o różnym stopniu automatyzacji. Przesunięcie stołu, sanek i wrzeciennika realizowane jest od oddzielnych napędów bezreduktorowych posuwów od silników elektrycznych prądu stałego o dużym momencie przez przekładnie kulkowo – śrubowe. Magazyn narzędziowy i urządzenie automatycznej zamiany narzędzi umożliwia wybór i wymianę narzędzia do wykonania operacji frezowania, wiercenia, roztaczania nacinania gwintu.

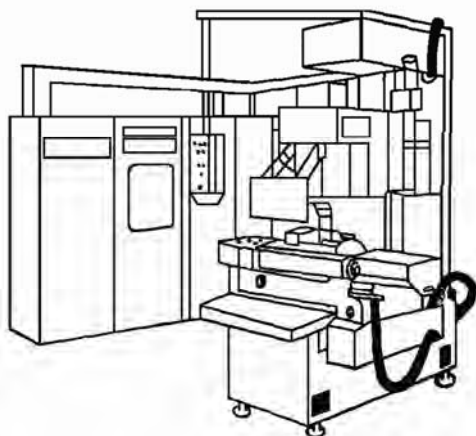
Frezarka pionowa NC 6520F3-36 (rys. 4.14) przeznaczona jest do frezowania różnorodnych części o złożonym kształcie frezami czołowymi, palcowymi, kątowymi i kształtowymi. Obróbka może być wykonywana w trzech osiach jednocześnie. Oprócz frezowania na obrabiarce można wykonywać wiercenie, roztaczanie i rozwieranie otworów.

Specjalizowana frezarka pionowa mod. MA655A3 (rys. 4.15) przeznaczona jest do obróbki części o złożonym krzywoliniowym kształcie typu tarcze, płyty, dźwignie i części korpusowe ze stali oraz stopów tytanowych. Obrabiarka posiada sterowanie NC i urządzenie do automatycznej wymiany części. Na obrabiarce jest wykonywane frezowanie płaszczyzn i rowków, wiercenie, rozwieranie i wstępne roztaczanie otworów. Obróbka w trzech osiach jest wykonywana według programu.

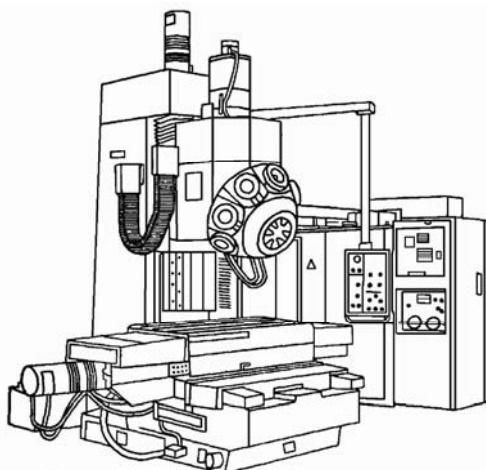
Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Tab. 4.4. Podstawowe charakterystyki frezarek pionowych

Parametry	Model obrabiarki		
	65A80F4	65A80PMF4	65A90F4
Wymiary powierzchni roboczej stołu (szerokość×długość), mm	800×1250		1000×1600
Największe wymiary gabarytowe obrabianej wg programu części, mm	1200×750× ×800	1200×750× ×600	1550×950× ×700
Największa masa obrabianej części, kg	3000		4000
Liczba narzędzi	40	30	30
Przemieszczenie stołu, mm:			
wzdłużne	1250		1600
poprzeczne	800		1000
Przemieszczenie wrzeciennika, mm	775		875
Dokładność pozycjonowania, mm	60	30	80
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ⁻¹	5...2000		
Posuw stołu, mm/min.:			
wzdłużny	1...6000		
poprzeczny			
Sumaryczna moc silników elektrycznych, kWt	38,4	36,66	38,4
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	3755×5650×4100		4800×6250× ×4210
Masa obrabiarki, kg	17000	19000	19950
Typ urządzenia	2U32-61	2S42-61	



Rys. 4.14. Frezarka pionowa 6520 F3-36



Rys. 4.15. Specjalizowana frezarka pionowa MA655A3



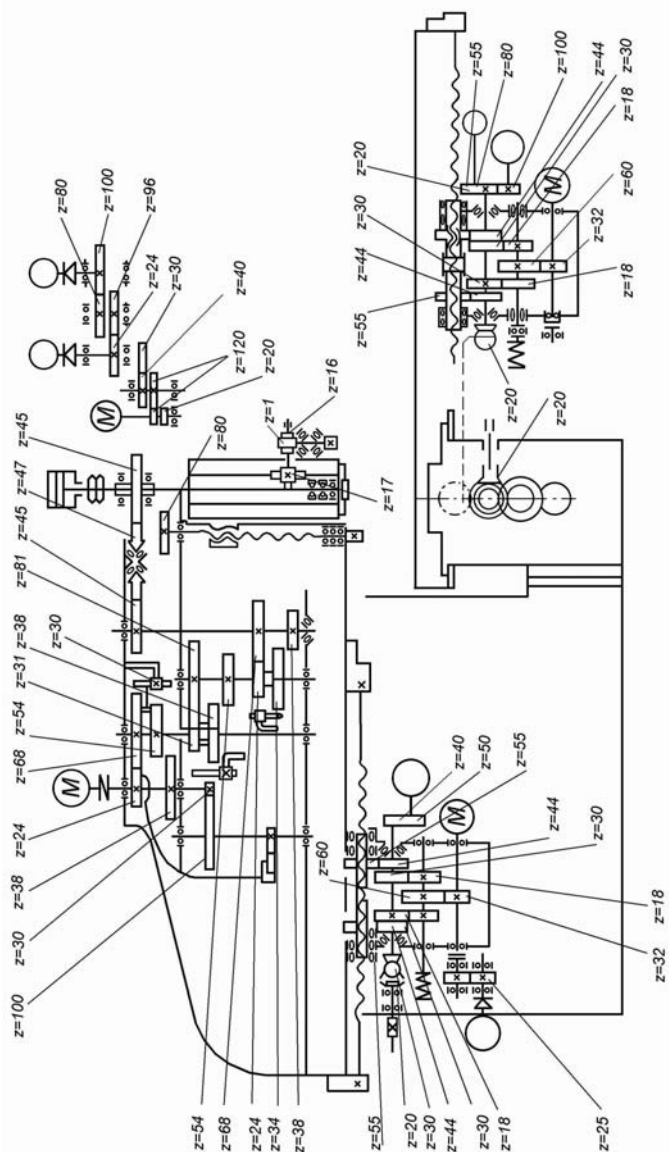
Rys. 4.16. Obrabiarka 6W444F3

Specjalizowana frezarka pionowa NC (rys. 4.17) przeznaczona jest do obróbki frezami palcowymi części o zmiennych powierzchniach kształtowych w tym wypukłych i wklęsłych powierzchni o podwójnej krzywiznie.

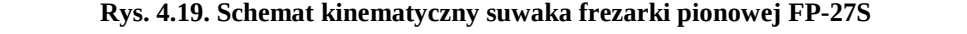
Frezarka pionowa FP-27N3 (rys. 4.18) konstrukcyjnie jest analogiczna do frezarki FP-7MN i różni się od niej większą sztywnością konstrukcji, co umożliwia wytwarzanie części ze stali o wysokiej wytrzymałości i stopów tytanowych o sile skrawania do 25000 N i maksymalnym momencie skręcającym $M_s=1200$ Nm [3, 29].

Frezarka pionowa FP-27S (rys. 4.19) jest jedną z modyfikacji gamy obrabiarek NC, zbudowaną w oparciu o model bazowy – FP-27N3 i różni się od niego tym, że posiada możliwość automatycznej wymiany narzędzi (magazyn na 22 narzędzia), urządzenie NC N55-2L i czujnik sprzężenia zwrotnego typu indukcyjny [12, 15].

Dwuwrzcionowa frezarka pionowa 2FP-27 (rys. 4.20) w odróżnieniu od modelu bazowego posiada dwa jednakowe wrzciony i przeznaczona jest do jednoczesnej obróbki frezami palcowymi według programu dwóch części o jednakowej długości i szerokości, odpowiednio nieprzekraczających 950 i 800 mm.



89



Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Do objętościowej obróbki matryc kuźniczych, ciagadeł, tłoczników, modeli odlewniczych, kokili, form i płaskich złożonych konturów stosowane są frezarki poziome NC mod. 6W443F3 i 6W444D3 (rys. 4.16). Szeroki zakres zmiany prędkości obrotowej wrzeciona i wyposażenie obrabiarki w uniwersalną wymienną głowicę umożliwia prowadzenie bardzo wydajnej obróbki. Zastosowanie wymiennej dwuwrzecionowej głowicy umożliwia jednoczesną obróbkę dwóch części. Program pracy obrabiarki zapisany na nośniku i wprowadzony bezpośrednio z pulpitu sterowniczego NC, wyznacza trajektorię ruchu narzędzia skrawającego i prędkość jego przemieszczenia w trzech osiach. Nie zmieniając programu, na obrabiarce można wykonać stempel i matrycę, wyrób lustrzany a także część w podziałce (1:2, 1:5, 1:10), ustawić narzędzie o innej długości i średnicy, zmienić naddatek na dalszą obróbkę. Charakterystyki techniczne obrabiarek pokazano tab. 4.5.

Tab. 4.5. Podstawowe charakterystyki techniczne frezarek poziomych do obróbki objętościowej

Charakterystyki techniczne	Model obrabiarki	
	6W443F3	6W444F3
Wymiary powierzchni roboczej stołu (szerokość×długość), mm	630×1250	1000×2000
Największe poziome przemieszczenie stołu, mm	1000	1400
Największe pionowe przemieszczenie poprzecznicy, mm	560	800
Największe osiowe przemieszczenie wrzeciennika, mm	320	500
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ⁻¹	31,5...2500	25...2000
Posuw, mm/min. : w trybie sterowania pulpitu w trybie sterowania programowego	2,5...3150 1...4800	
Szybkie przemieszczenie suportu, mm/min.	0,001...10	
Prędkość szybkich przemieszczeń ustawczych, m/min.	6	8
Moc silnika elektrycznego ruchu głównego, kWt	5,5	7,5
Największa masa obrabianej części, kg	3000	7000
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	4000×3300×3250	4950×4150×3850
Masa obrabiarki z urządzeniami elektrycznymi, kg	8150	19000
Typ urządzenia NC	2C42-65	

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Wytaczarko - frezarki wzdłużne NC mod. 6M610MF4, 6M612MF4 i 6M616MF4 (tab. 4.6) stosowane są do kompleksowej obróbki części korpusowych frezowaniem, wierceniem i wytaczaniem z pięciu stron przy jednym ustawieniu części. Obrabiarki mogą mieć różne długości stołów: 1600, 3150, 4000, 5000 i 6300 mm.

Wytaczarko - wiertarka wzdłużna NC mod. 66K45F4 przeznaczona jest do kompleksowej wysokowydajnej obróbki dużych części korpusowych z pięciu stron przy jednym ustawieniu. Na obrabiarce można wykonywać frezowanie, wytaczanie, wiercenie, struganie i szlifowanie. Obrabiarka posiada sterowanie CNC. Obrabiarka jest modelem bazowym do budowy jej modyfikacji o różnych długościach stołu i stołem podwójnym. Jest przewidziana automatyczna wymiana narzędzi we wrzecionach i kątowej głowicy z magazynu o pojemności 30 narzędzi. Maksymalna automatyzacja cyklu roboczego umożliwia wbudowywanie obrabiarki w ESP.

Śród specjalizowanych frezarek wzdłużnych NC szeroko są znane dwuportalowe wielowrzecionowe czteroosiowe obrabiarki 2FP-242W (rys. 4.22), 2FP-231 (rys. 4.23), frezarka – rozcinaka RFP-6 (rys. 4.24). Podstawowe charakterystyki techniczne tych obrabiarek pokazane są w tab. 4.7 [7, 16].

Tab. 4.6. Podstawowe charakterystyki techniczne wzdłużnych frezarko – wytaczarek

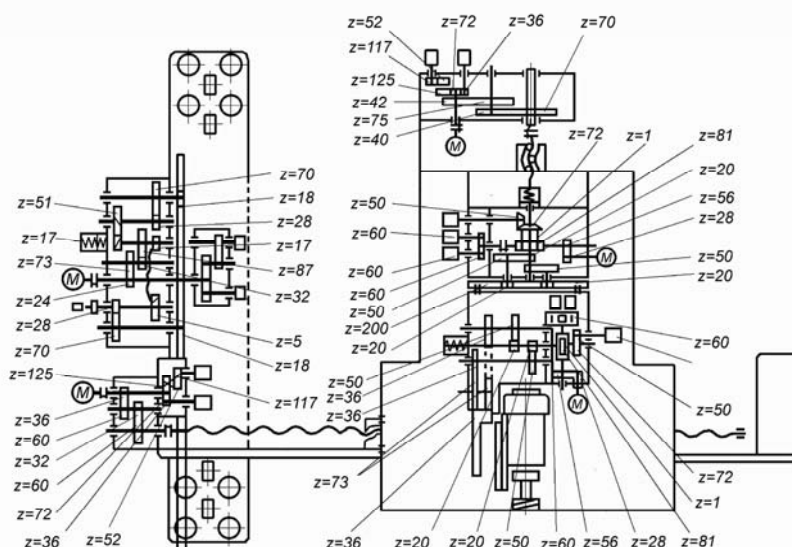
Parametry	Model obrabiarki		
	6M610MF4	6M612MF4	6M616MF4
Wymiary stołu, mm:			
szerokość	1000	1250	1600
długość	3150	4000	5000
przemieszczenie	500	600	600
Największa masa obrabianej części na 1 metr bieżący stołu, kg	2500		4000
Odległość od roboczej powierzchni stołu do poprzecznic, mm	880	1150	1150
Moc silnika elektrycznego napędu ruchu głównego, kWt	30 (45)		
Ilość narzędzi w magazynie	40		
Największa średnica narzędzia wstawionego do magazynu, mm	100 (250)		
bez przepuszczania gniazd (z przepuszczaniem gniazd)			
Największa długość roboczej części oprawki, mm	300		
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	7000×8650× ×5400	6500×13000× ×6200	7100×17000× ×6200
Masa obrabiarki, t	41,5	59	70

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Tab. 4.7. Podstawowe charakterystyki techniczne specjalizowanych frezarek wzdłużnych

Charakterystyki techniczne	Model obrabiarki	
	2FP-242W	2FP-231
Wymiary gabarytowe powierzchni roboczej stołu, mm:		
długość	30225	35280
szerokość	2500	1750
Największe przemieszczenie po osi:		
wzdłużne każdego portalu X, mm	25250	30200
poprzeczne karetek Y, mm	2750	2350
pionowe głowic Z, mm	450	400
obrotowe głowic A, stop.	± 20	-
Prędkość przemieszczenia według osi:		
X, mm/min.		
robocza	0...3300	0...4000
przyspieszona	4800	7600
Y, mm/min.		
robocza	0...3300	0...4000
przyspieszona	4800	6000
Z, mm/min.		
robocza	0...2000	0...3000
przyspieszona	2000	6000
A, stop./min.	0...250	-
Moc silnika elektrycznego głowicy frezarskiej, kWt	30	55
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ⁻¹	20...3150	750...4500
Liczba jednocześnie pracujących wrzecion jednego portalu	2	1
Urządzenie NC	H55-2L	na bazie komputera
Masa obrabiarki, t	265	130





Rys. 4.24. Schemat kinematyczny obrabiarki RFP-6

Obrabiarka 2FP-242W przeznaczona jest do obróbki frezami trzpieniowymi ściąg w częściach oraz podłużnic o wymiarach gabarytowych 2500x2500 mm, wykonanych ze stopów lekkich, stali wysokowytrzymałościowych, stopów tytanowych. Obrabiarka 2FP-231 posiada dwa ruchome portale i przeznaczona jest do wysokowydajnej obróbki części typu podłużnic ze stopów aluminiowych o wymiarach gabarytowych do 30000x1800 mm. Na obrabiarce może być wykonywana kompleksowa trójosiowa frezarsko – wiertarska obróbka części o zewnętrznych i wewnętrznych powierzchniach kształtowych, kieszeni, zagłębień, podcięć. Obrabiarka jest wyposażona w mechanizm automatycznej wymiany narzędzi i magazyn na 16 narzędzi [15, 27].

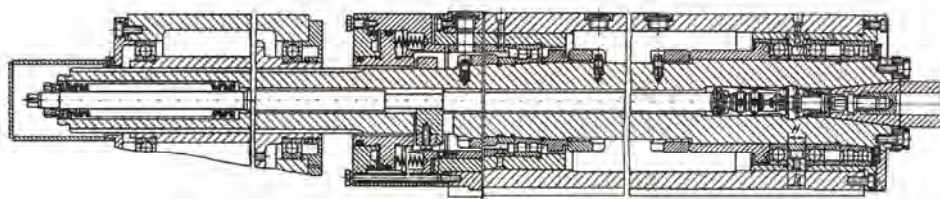
Obrabiarka RFP-6 przeznaczona jest do obróbki czoł plastrowych napełniaczy o złożonym kształcie, a także do frezowania podcięć na czołach plastrowego wypełniacza. Plastrowe wypełniacze mogą być wykonane z folii aluminiowej, papieru polimerowego i stali odpornej na korozję.

Wrzecienniki i urządzenia różnych modeli frezarek przedstawione są na rys. 4.25, 4.26, 4.27. Skrzynka prędkości obrabiarki 2FP-242W pokazana jest na rys. 4.28; na rys. 4.29, 4.30 przedstawione są konstrukcje łoż odpowiednio obrabiarek 2FP-231 i 2FP-242W. Podpory wałeczkowe pokazane są na rys. 4.31 [2, 6, 23, 25, 37].

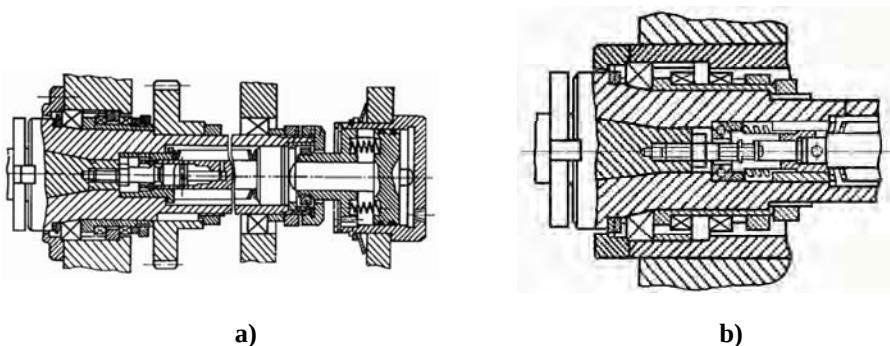
We frezarkach wzdłużnych mogą być także zastosowane wrzecienniki o wysokiej częstotliwości obrotowej (rys. 4.32); wrzeciono wbudowane w silnik elektryczny (rys. 4.33); napęd zębatkowy posuwów z automatyczną likwidacją luzów (rys. 4.34).

Gama frezarko - wytaczarek NC firmy „Macho”, uszeregowanych według masy i gabarytów przedstawiona jest na rys. 4.35 (MN-S700), 4.36 (MN-S900) i 4.37 (MN-S2000). Elementy konstrukcyjne gwarantują ich wysoką sztywność statyczną i dynamiczną. Prowadnice o pokryciu polimerowym zapobiegają skokowym ruchom przy małych prędkościach, posiadają wysokie własności tłumiące i mają małe zużycie.

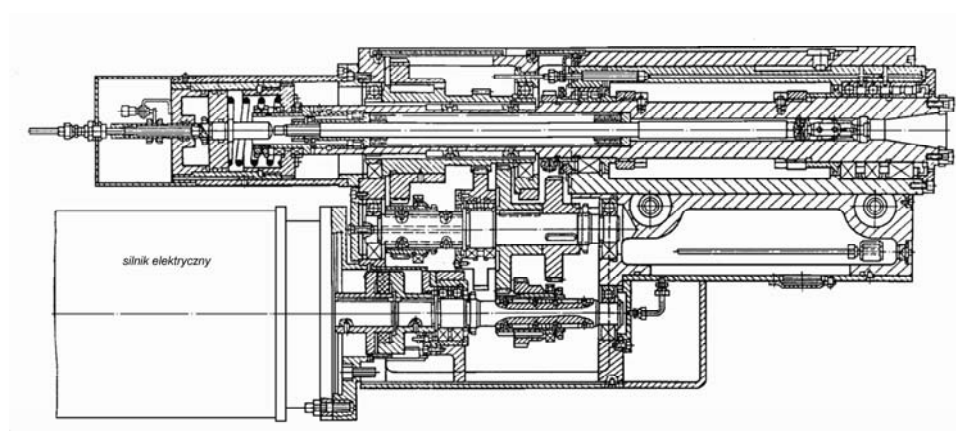
Wielowrzecionowe centrum frezarskie „Multimill” firmy „Liechti & Co” (Szwajcaria) pokazane jest na rys. 4.38. Centrum posiada urządzenie do automatycznej wymiany narzędzi lub wrzecion, systemy automatycznej wymiany części i odprowadzania wiórów. Gabaryty centrum w osiach X i Y są w zakresie od 2000x1000 mm do 6000x1000 mm. Wypełnione akryl-betonem spawane korpusy obrabiarki gwarantują wysoką sztywność i dobre właściwości tłumiące. Smarowane pod ciśnieniem prowadnice ślizgowe posiadają pokrycie elastomerowe, co umożliwia równomierną, płynną pracę nawet przy minimalnych posuwach.



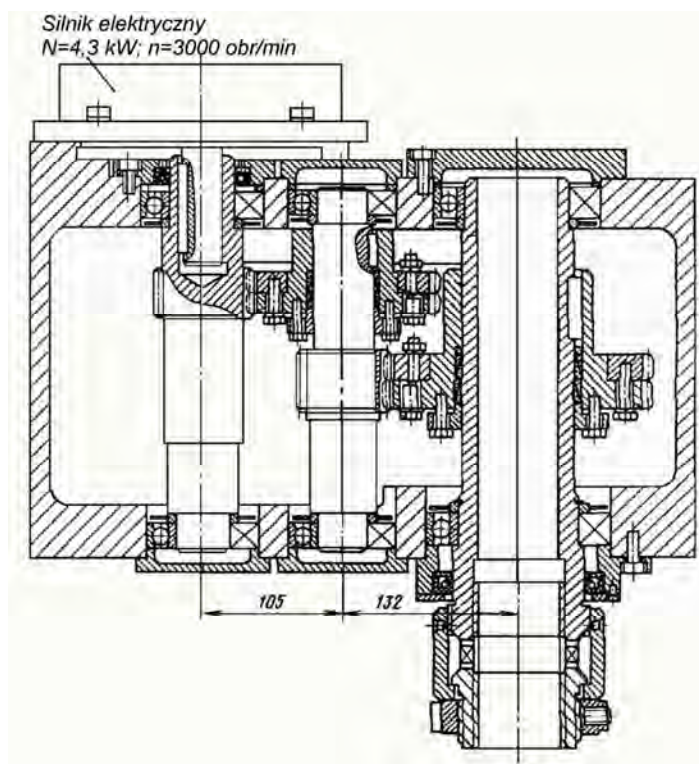
Rys. 4.25. Głowica wrzecionowa frezarki NC- FP-27N3



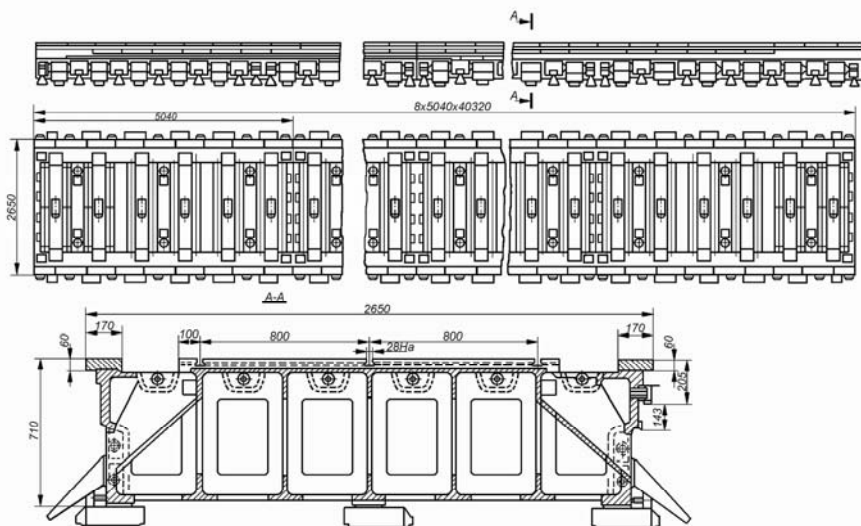
Rys. 4.26. Urządzenia automatycznego zacisku opravek przejściowych o chwytach stożkowych: a) z zestawem sprężyn talerzowych, b) z tuleją zaciskową do chwytania oprawki



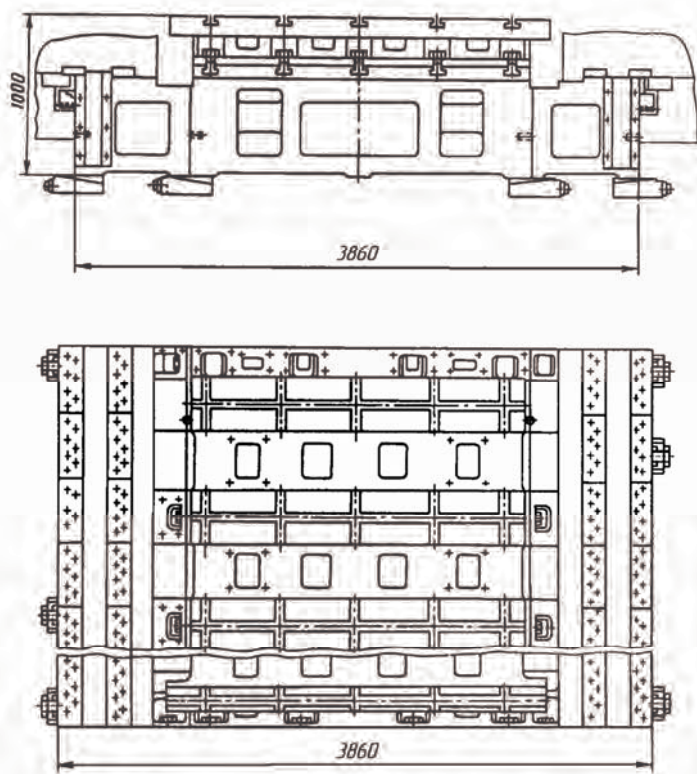
Rys. 4.27. Wbudowana grupa wrzecionowa frezarki 2FP-242W



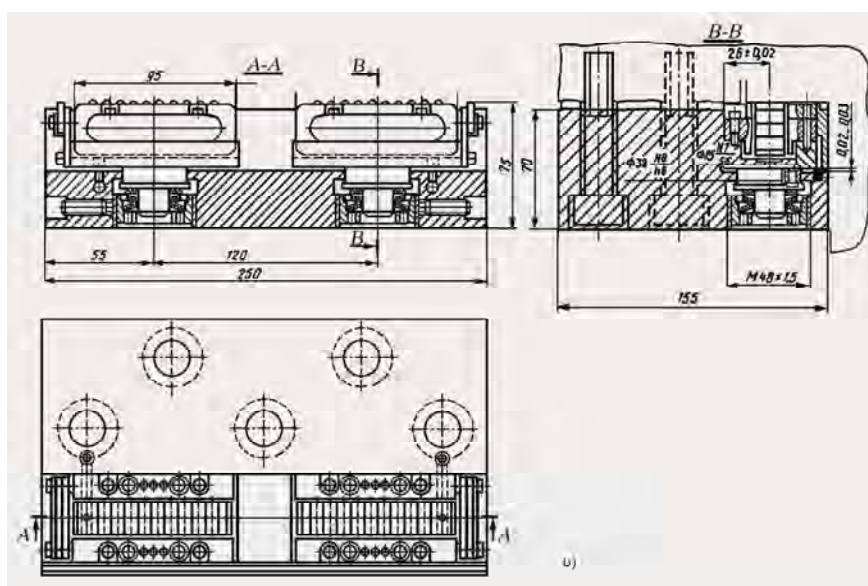
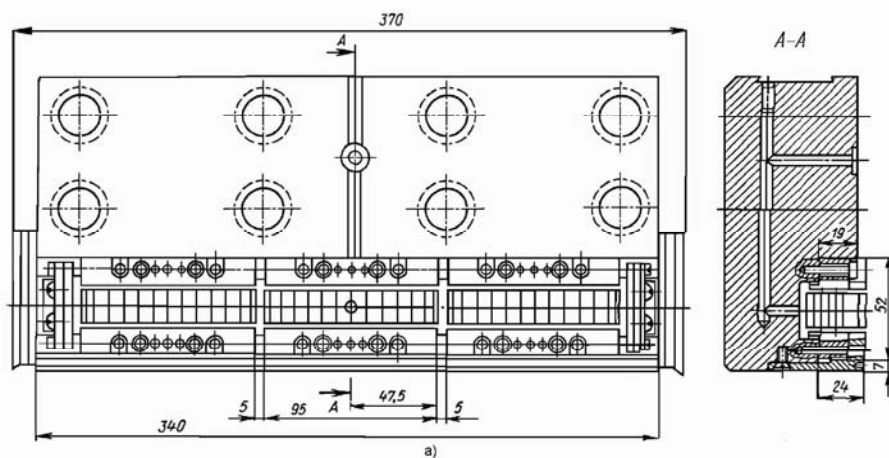
Rys. 4.28. Skrzynka prędkości obrabiarki 2FP-242W



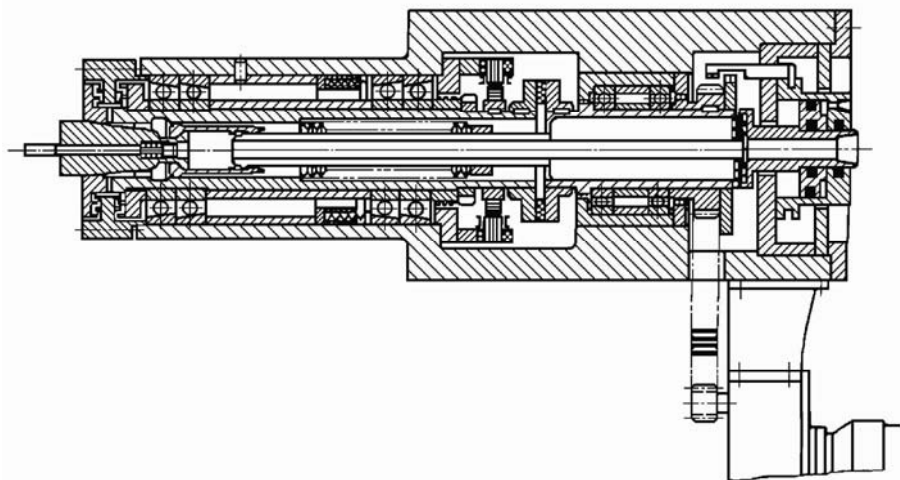
Rys. 4.29. Łoże obrabiarki 2FP-231 z wzdłużnym stykiem sekcji



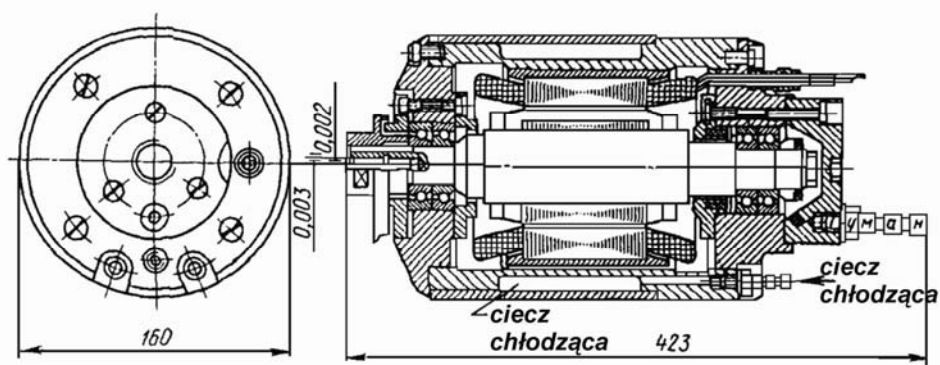
Rys. 4.30. Łoże frezarki wzdłużnej 2FP-242W



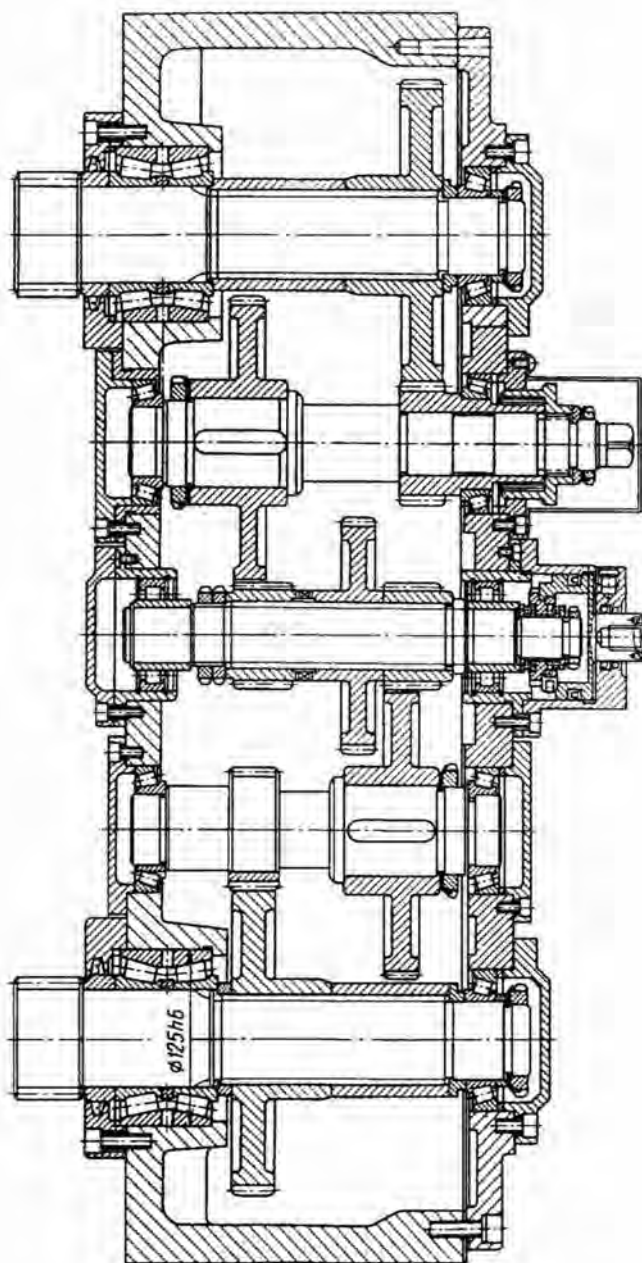
4.31. Podpory rolkowe na nieruchomej platformie frezarki wzdłużnej:
a) sztywne; b) ruchome (z naciągim sprężystym)



4.32. Konstrukcja wrzeciennika obrabiarki o wysokiej częstotliwości obrotowej SG400F4.5 do głębokiego wiercenia



Rys. 4.33. Grupa wrzecionowa, wbudowana w silnik elektryczny



4.34. Zębatkowy napęd posuwów obrabiarki 2FP-231 z automatyczną likwidacją luzu



Rys. 4.35. Frezarko – wytaczarka MN-S700 (firmy „Macho”)



Rys. 4.36. Frezarko – wytaczarka MN-S900 (firmy „Macho”)



Rys. 4.37. Frezarko – wytaczarka MH-S2000 (firmy „Macho”)

4.3. Wiertarko – frezarko – wytaczarki

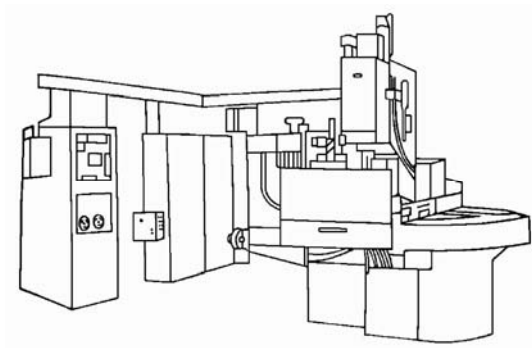
Wiertarko – frezarko – wytaczarki produkowane są jako pionowe i poziome. Obrabiarki pionowe mają ruchomy wrzeciennik, który może przemieszczać się pionowo i stół krzyżowy.

Podstawowe charakterystyki techniczne pionowych wielofunkcyjnych obrabiarek przytoczone zostały w tab. 4.8 [17, 58, 71].

Wielofunkcyjna obrabiarka NC mod. 21104P7F4 (rys. 4.39) przeznaczona jest do wysokowydajnej obróbki części o niewielkich wymiarach o złożonym kształcie. Na obrabiarce można wykonywać wiercenie, rozwiercanie, roztaczanie, frezowanie według konturu i nacinanie gwintów gwintownikami. Obrabiarka jest wyposażona w dwupozycyjne, automatyczne urządzenie do wymiany stołów – palet. Załadunek części jest dokonywany w czasie pracy obrabiarki.



Rys. 4.38. Wielowrzecionowe centrum Multimill firmy „Liechti & Co” (Szwajcaria)

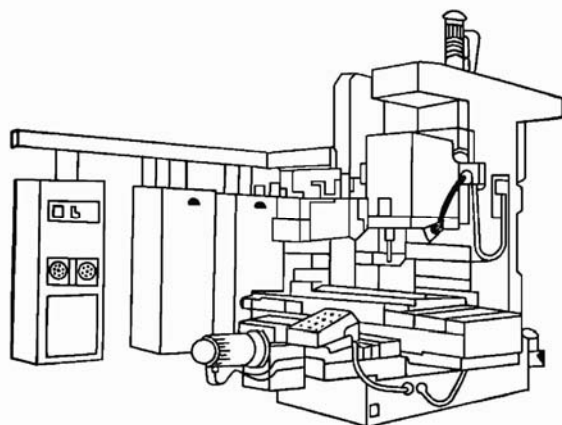


Rys. 4.39. Obrabiarka 21104P7F4

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Tab. 4.8. Podstawowe charakterystyki techniczne pionowych obrabiarek wielofunkcyjnych

Parametry	2254WM1F4	21104P7F4	2256BMF4	65A60MF4-01
Wymiary powierzchni roboczej stołu, mm	630×400			
Największe przemieszczenie stołu, mm	500	630	800	1000
Największa średnica narzędzia, mm				
wiercenie	40	35	20	60
rozciąganie	160	125	100	180
Moc silnika elektrycznego napędu ruchu głównego, kWt	6,3	8,5	15	20
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	4610×4510×3235	3420×2850×3190	3900×2400×3400	3750×5480×4100
Masa obrabiarki, kg	6500	8000	6200	19000
Typ urządzenia NC	2S42			
	2U32			



Rys. 4.40. Wiertarko – frezarko – wytaczarka 2256WMF4

Do jednostronnej kompleksowej obróbki płaskich części o średnich wymiarach według zadanego programu stosowane są wiertarko - frezarko - wytaczarki NC mod. 2256WMF4 (rys. 4.40).

Na obrabiarce można wykonywać frezowanie kształtujące i wykańczające płaszczyzn, rowków i powierzchni krzywoliniowych frezami różnych typów, a także wytaczanie, wiercenie, rozwiercanie, nacinanie gwintu gwintownikami w częściach z żeliwa, stali, metali kolorowych i tworzyw polimerowych.

Pionowy półautomat frezarsko – wiertarsko – wytaczarski NC mod. 65A60MF4-01 przeznaczony jest do obróbki według programu części o złożonym kształcie typu krzywki, kopiały, matryce a także części korpusowych z żeliwa, stali i metali kolorowych. Półautomat ma 24 - pozycyjny magazyn narzędziowy i urządzenie do automatycznej wymiany narzędzi, wyposażone w stół krzyżowy. Automat posiada bezstopniową regulację napędu posuwów z silnikami prądu stałego, system blokowania i urządzenia zabezpieczające, gwarantujące wysoką niezawodność pracy. Odchyłka od płaskości obrobionej powierzchni na długości 300 mm wynosi 12 μm , odchyłka od zadanego zarysu obrobionej powierzchni $\pm 40 \mu\text{m}$.

Podstawowe dane pionowych wiertarko – frezarko – wytaczarek przedstawiono tab. 4.9.

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Tab. 4.9. Podstawowe dane obrabiarek pionowych

Model	Wymiary stołu, mm	Częstość obrotowa, min. ⁻¹	Posuw, mm/min.	Prędkość sztybkowego przesuwania, m/min.	Moc napędu głównego, kWt	Liczba narzędzi	Czas zmiany narzędzia, s	Dokładność pozycjonowania	Producent
NIEMCY									
318/T	1250x800	45...4000	1...4000	12	2x8	2x18	0,5	± 0,02	Stama
MC-110	610x460	120...4000	0...6000	10	3,7	10	5	± 0,01	Stama Fanus
VBZ-750	900x500	80...3550	1...4000	10	15	2040	6	± 0,01	Heckler und Koch
BA20CNC	750x420	100...6100	10...8000	12	10,5	2x12	5	± 0,01	-
SZWAJCARIA									
CU25V	700x400	50...4000	1...5000	10	15	32	4	± 0,015	Aciera
WŁOCHY									
Auctor-400	650x500	45...4500	0,06...10000	12	12	30	10	± 0,012	Olivetti
Regent-1001	770x700	20...3000	10...1200	12	14	40 i więcej	10	± 0,001	Mandelli
MSR-T20	800x1000	20...2000	10...10000	10	15	4865	8	± 0,008	Comau

Wiertarko – frezarko – wytaczarki poziome stanowią większość wśród obrabiarek wielozadaniowych. Około 80% tych obrabiarek posiada stoły obrotowe z przyrządami – paletami do automatycznej wymiany części, co pozwala obrabiać części automatycznie z czterech – pięciu stron. Obrabiarki poziome mają nieruchomy stojak z częścią obrotową lub stojak z przemieszczeniem poprzecznym i stół obrotowy z przesuwem wzdłużnym. Magazyny narzędziowe typu bębnowego umieszczone są na stojaku, a magazyny łańcuchowe obok obrabiarki lub na stojaku z boku. Magazyny najczęściej mają pojemność w zakresie 16...90 narzędzi, co w większości przypadków jest wystarczające do obróbki złożonych części korpusowych.

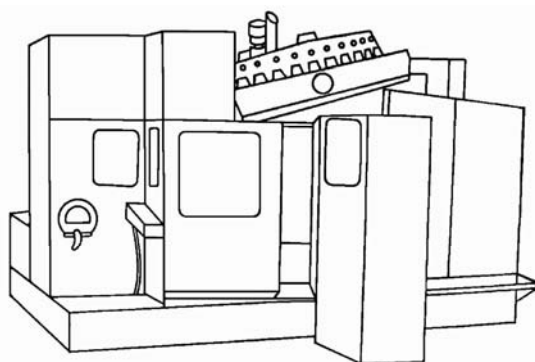
Wyróżnia się także obrabiarki poziome z wbudowanymi i zewnętrznymi magazynami narzędziowymi. Charakterystyki techniczne obrabiarek z wbudowanymi magazynami narzędziowymi przedstawiono w tab. 4.10.

Do wysokowydajnej obróbki niewielkich, złożonych części stosowana jest obrabiarka wielozadaniowa IR320PMF4 (rys. 4.41). Obrabiarka posiada ruchomy wrzeciennik, wrzeciono z przesuwem wzdłużnym, stół z powierzchnią roboczą usytuowaną pionowo. Magazyn narzędziowy o pojemności 36 narzędzi umiejscowiony jest na czole stojaka. Narzędzia mogą być wybierane w dowolnej kolejności. Zmiana obrabianej części jest dokonywana w pozycji 4 przy zastosowaniu automatycznego urządzenia (magazynu) stołów – przyrządów. Do strefy obróbki w ilości około 150 l/min. podawana jest ciecz smarująco – chłodząca, która nie tylko chłodzi część i narzędzie, ale ułatwia odprowadzanie wiórów. Szeroki zakres częstości obrotów wrzeciona i prędkości posuwów umożliwia wybór optymalnych parametrów skrawania podczas obróbki części z materiałów konstrukcyjnych (od lekkich stopów metali kolorowych do wysokowytrzymałych stali stopowych, ciągliwych i odpornych na wysokie temperatury). Stałe cykle technologiczne obróbki, stosowane na obrabiarence IR320PMF4, pokazane są na rys. 4.42, schemat kinematyczny obrabiarki przedstawiony jest na rys. 4.43.

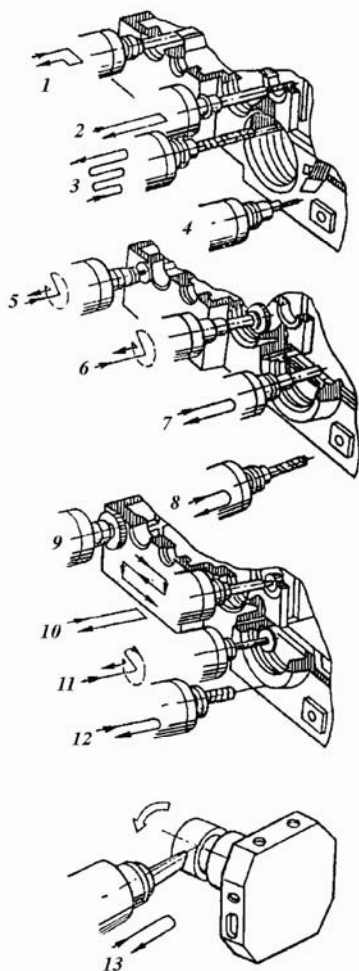
Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Tab. 4.10. Podstawowe charakterystyki techniczne poziomych wielozadaniowych obrabiarek z wbudowanymi magazynami narzędziowymi

Parametry	IR320PMF4	IR500PMF4	IR800PMF4	IR1600PMF4
Wymiary powierzchni roboczej stołu (szerokość×długość), mm	320×320	500×500	800×800	8000×2500
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ⁻¹	13...5000	21,2...3000	21,2...3000	5...1250
Moc napędu obrotów wrzeciona, kWt	7,5	14	14	38,9
Największa masa obrabianych części, kg	150	700	1500	40000
Zakresy posuwów zespołów roboczych, mm/min.	1...3200	1...2000	1...3200	1...2000
Pojemność magazynu narzędziowego, szt.	36	30	30	80
Czas zmiany narzędzia (głowicy), s	6	6	9	15 (130)
Pojemność zasobnika stołów – przyrządów, szt.	4	2	2	-
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	3840×2300× ×2507	4450×4655× ×3205	5488×4635× ×3455	16500×6400× ×7000
Masa obrabiarki, kg	10000	11370	12850	80000



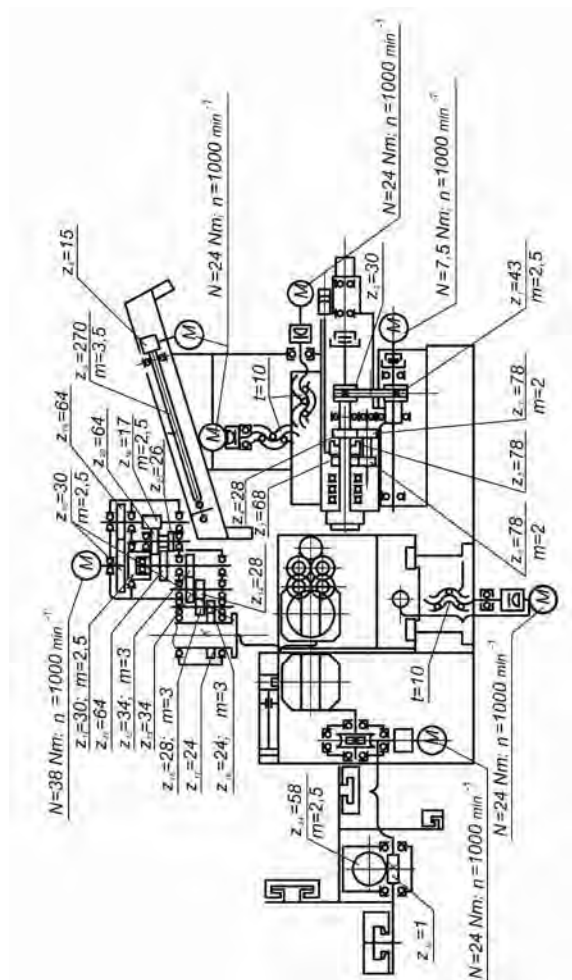
Rys. 4.41. obrabiarka IR320PMF4



Rys. 4.22.

Stale cykle technologiczne obróbki, stosowane na obrabiarce IR320PMF4:

- 1 – planowanie czoła;
- 2 – roztaczanie otworów stopniowanych;
- 3 – wiercenie głębokie;
- 4 – frezowanie zarysu zewnętrznego;
- 5 – frezowanie konturowe;
- 6 – frezowanie czoł wewnętrznych;
- 7 – roztaczanie otworu przy zastosowaniu specjalnej oprawki;
- 8 – wiercenie;
- 9 – frezowanie frezem czołowym;
- 10 – planowanie otworów prowadzących narzędzie;
- 11 – frezowanie kanałków

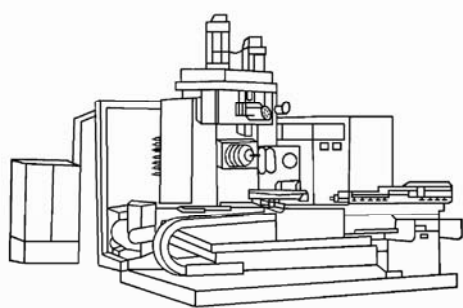


Rys. 4.43. Schemat kinematyczny obrabiarki IR320PMF4

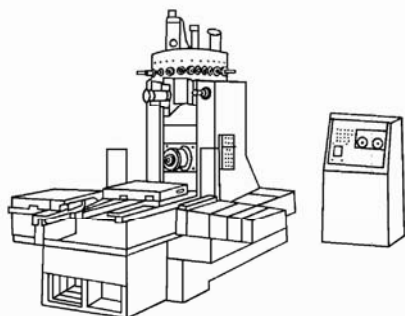
Wielozadaniowe obrabiarki IR500PMF4 (rys. 4.44, 4.50) i IR800PMF4 (rys. 4.45) umożliwiają wysokowydajną obróbkę części korpusowych z różnorodnych materiałów konstrukcyjnych. Największa masa części obrabianych na obrabiarce IR500PMF4 wynosi 700 kg, na obrabiarce IR800PRMF4 - 1500 kg. Obrotowy stół podziałowy przemieszcza się po oddzielnym łożu, przymocowanym do ogólnej podstawy. Obrabiarki wyposażone są w urządzenia do automatycznej wymiany stołów – przyrządów z dwumiejscowym zasobnikiem, co może zagwarantować autonomiczną pracę obrabiarek w ciągu kilku godzin. Magazyn narzędziowy o pojemności 30 narzędzi położony jest na górnej powierzchni obrabiarki poza strefą roboczą. Zmiana narzędzia wykonywana jest automatycznie według programu [17, 28, 40].

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Dla zachowania dokładności obrabiarek przewidziano urządzenie nawiewu na wrzeciono. Wrzeciono posiada dwa stopnie mechaniczne i bezpośrednie programowanie częstości obrotowej, co 1 min^{-1} . Obrabiarki wyposażone są w urządzenie automatycznego odprowadzania wiórów, stoły podziałowe lub stoły z posuwem kołowym; strefa robocza jest oddzielona.



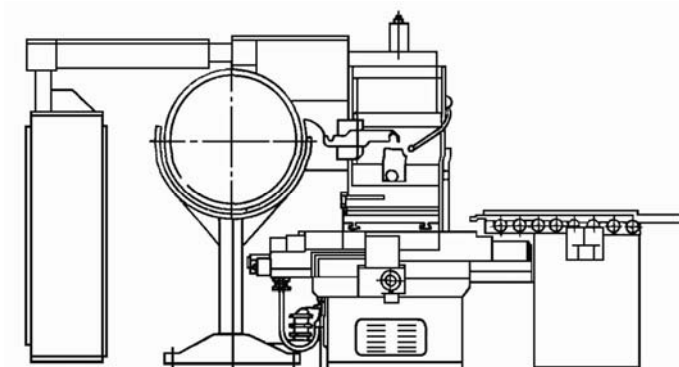
Rys. 4.44. Obrabiarka IR500PMF4



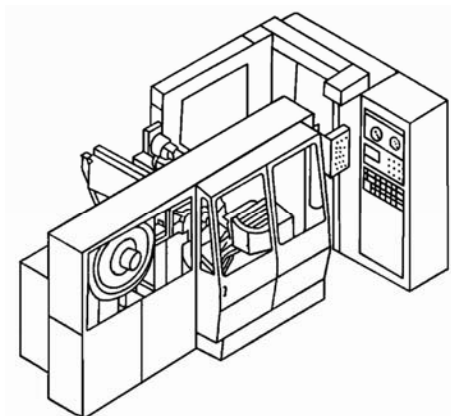
Rys. 4.45. Obrabiarka IR800PMF4

Urządzenie do automatycznej wymiany narzędzi umieszczone jest poza strefą roboczą, składa się z obrotowego bębnowego magazynu narzędziowego z kodowanymi gniazdami o pojemności 30 narzędzi oraz manipulatora. Przewidziana jest możliwość powiększenia pojemności magazynu narzędziowego w wyniku ustawienia na stole – przyrządzie bębna narzędziowego.

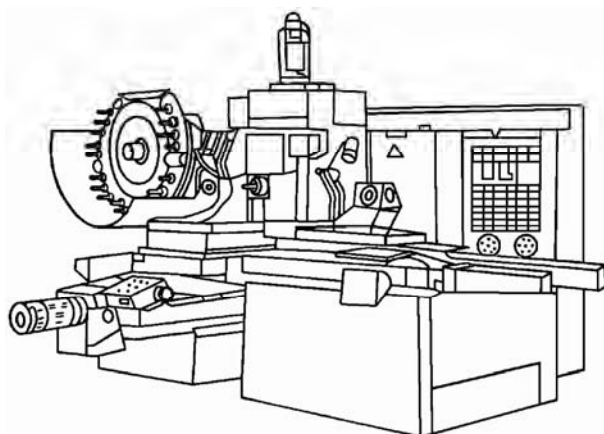
Poziome obrabiarki wielozadaniowe 2204WMF4, 2204WM1F4 (rys. 4.8 i 4.46) i 6B76PMF4 (rys. 4.47) zawierają zewnętrzne magazyny narzędziowe. Podstawowe charakterystyki techniczne tych obrabiarek pokazano w tab. 4.11. Na obrabiarkach wykonywane jest frezowanie kształtujące i dokładne płaszczyzn, rowków i powierzchni krzywoliniowych frezami trzpieniowymi, czołowymi i tarczowymi a także roztaczanie, wiercenie, rozwiercanie, nacinanie gwintu gwintownikami. Ustawienie magazynu narzędziowego na oddzielnej podporze obok obrabiarki zmniejsza do minimum zmiany parametrów dokładnościowych, zwiększa sztywność obrabiarki i jej odporność na drgania.



Rys. 4.46. Obrabiarka 2204WM1F4



Rys. 4.47. Obrabiarka 6B76PMF4

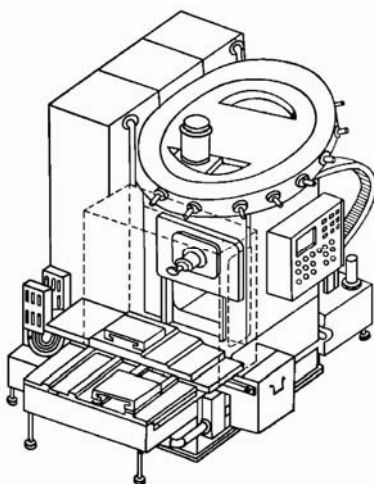


Rys. 4.48. Obrabiarka 2206WM1F4

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Tab. 4.11. Podstawowe charakterystyki techniczne poziomych obrabiarek wielozadaniowych z zewnętrznymi magazynami narzędziowymi

Parametry	Model obrabiarki		
	2204WMF4	2204WM1F4	6B76PMF4
Wymiary (średnica) stołu, mm	630	400×500	320×400
Największe przemieszczenie stołu, mm	500		320
Odległość od osi wrzeciona do roboczej powierzchni stołu, mm	90...590		125...445
Posuw roboczy, mm/min.	0,96...1000	1,0...1600	2,5...2500
Częstość obrotu wrzeciona, min. ⁻¹	40...2500	40...2000	40...3150
Pojemność magazynu narzędziowego, szt.	30		
Największa średnica narzędzi wstawianych do magazynu, mm	160		120
Największa masa narzędzia, kg	16	12	10
Czas zmiany narzędzia, s	12		5
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	3470×2900× ×2825	3470×2735× ×2825	1800×1755× ×2065
Masa, kg	7250	5000	3900
Moc napędu ruchu głównego, kWt	6,3	5,5	5,3
Typ urządzenia NC	„Razmier-2M”	„Fanuc”	2X32



Rys. 4.49. Obrabiarka LF400PMF4

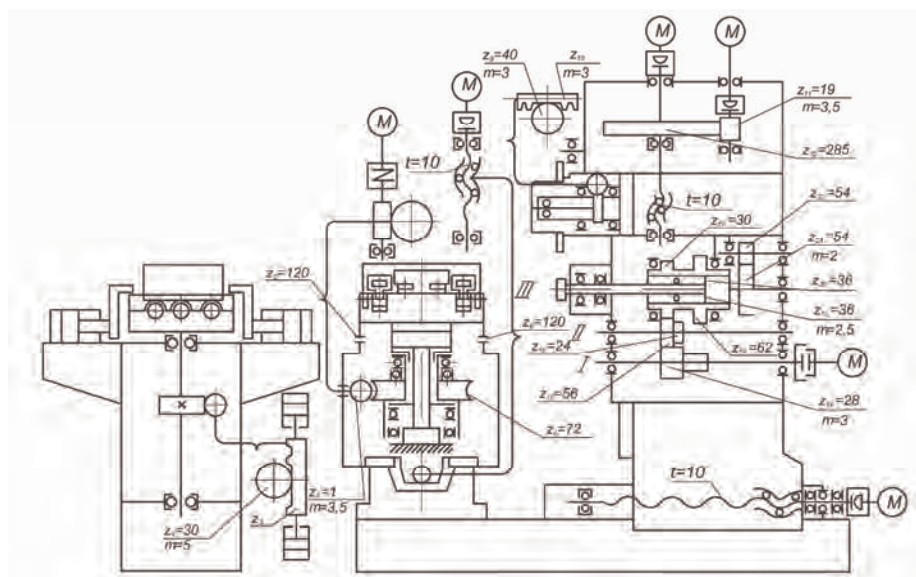
Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Do kompleksowej obróbki części o zwiększonej dokładności stosowane są poziome wiertarko – frezarko – wytaczarki 2206WM1F4 (rys. 4.48) i LF400PMF4 (rys. 4.49), których charakterystyki przedstawiono w tab. 4.12.

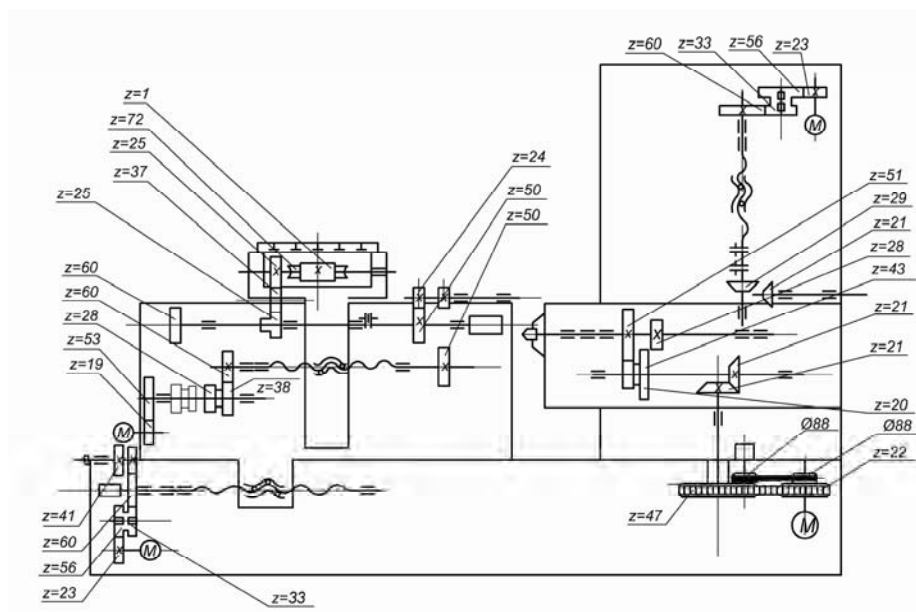
Tab. 4.12. Podstawowe charakterystyki techniczne obrabiarek wielozadaniowych do obróbki części o dużej złożoności

Parametry	Model obrabiarki	
	2206WM1F4	LF400PMF4
Wymiary roboczej powierzchni stołu, mm	630×800	400×500
Największe przemieszczenie stołu, mm:		
wzdłużne	800	560
poprzeczne	630	450
Odległość od osi wrzeciona do powierzchni roboczej stołu, mm	95...725	90...710
Pojemność magazynu narzędziowego, szt.	30	36
Największa średnica narzędzia, załadowywanego do magazynu bez opuszczania gniazd (z opuszczaniem gniazd)	100 (200)	125 (150)
Moc napędu ruchu głównego, kWt	11	
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	3470×3170 ×2930	4030×2750 ×2507
Masa obrabiarki, kg	9500	10000
Typ urządzenia NC	2S42	Fanuc
Producent	Zakład Obrabiarkowy w Witebsku	Zakład Frezarek we Lwowie

Na rys. 4.51 przedstawiony jest schemat kinematyczny, a na rys. 4.52 – ogólny widok obrabiarki 6906WMF2, produkowanej w Zakładzie Obrabiarek w Witebsku i przeznaczonej do kompleksowej obróbki części korpusowych o średnich wymiarach z czterech stron. Stół obrabiarki może się przemieszczać w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach i okresowo obracać o 90° wokół pionowej osi. Wrzeciennik przemieszcza się pionowo [15, 24].



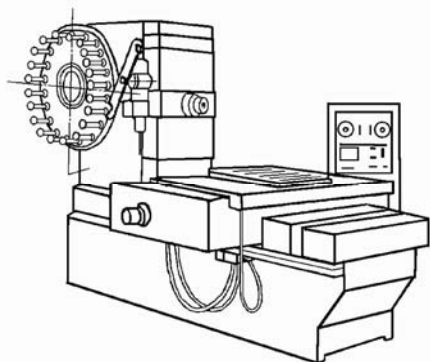
Rys. 4.50. Schemat kinematyczny obrabiarki mod. IR500PMF4



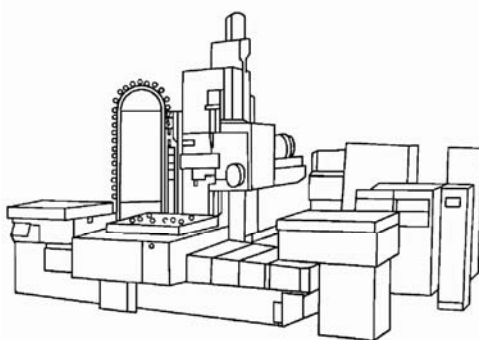
Rys. 4.51. Schemat kinematyczny obrabiarki 6906WMF2

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

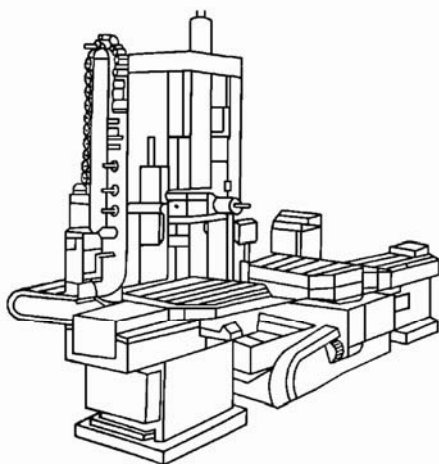
Do obróbki części korpusowych przeznaczone są również poziome wiertarko – frezarko – wytaczarki 2623PMF4 (rys. 4.53), 22912N7F4 (rys. 4.54) i 2A622F4-1, produkowane w Sankt – Petersburgu (Zjednoczenie Obrabiarkowe). Obrabiarki posiadają urządzenie do automatycznej wymiany stołów – przyrządów z wyrobem, a także wbudowane stoły obrotowe, co umożliwia znacznie rozszerzenie ich możliwości technologicznych (tab. 4.13).



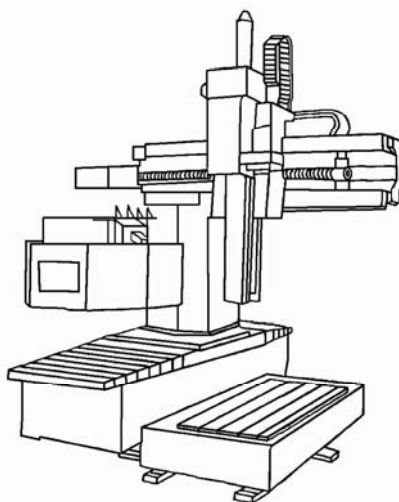
Rys. 4.52. Obrabiarka 6906WMF2



Rys. 4.53. Obrabiarka 2623PMF4



Rys. 4.54. Obrabiarka 22912N7F4

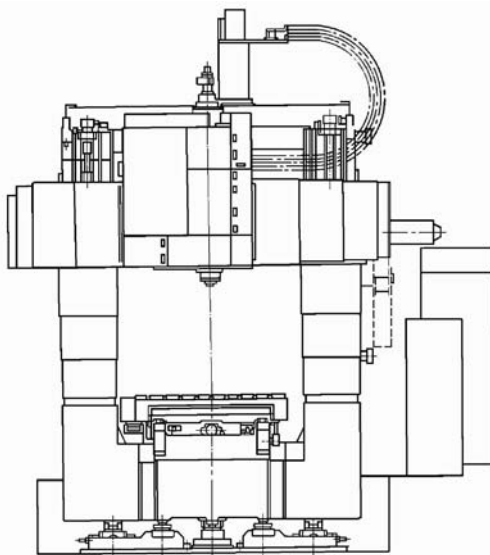


Rys. 4.55. Obrabiarka OS-1000MF4

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Tab. 4.13. Podstawowe charakterystyki techniczne poziomych obrabiarek wielozadaniowych do obróbki części korpusowych

Parametry	Model obrabiarki		
	2623PMF4	22912H7F4	2A622F4-1
Wymiary powierzchni roboczej stołu, mm	1120×1250	1250×1250	1250×1250
Największe przemieszczenie, mm:			
stołu	1600	1800	2000
wrzeciona	500	500	710
wrzeciennika	1250	1250	1400
stojaka	1000	1000	-
Największa masa obrabianego wyrobu, kg	4000		5000
Sumaryczna moc zużywana, kWt	55	48	39
Liczba gniazd w magazynie narzędziowym	50		
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	8300×3500×4500	6000×7450×5000	6100×4900×4300
Masa obrabiarki, kg	31000	28000	18000
Typ urządzenia	2S42		



Rys. 4.56. Obrabiarka 24K60AF4

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Obrabiarka wielozadaniowa NC mod. OS-1000MF4 (rys. 4.55) stosowana jest do obróbki części korpusowych, płyt, ścian sitowych, ram, belek w produkcji jednostkowej i małoseryjnej przy częstych przebrojeniach.

Pozycjonowanie narzędzia przy nieruchomej części umożliwia zmniejszenie powierzchni produkcyjnej w porównaniu z zastosowaniem obrabiarek o tradycyjnej konstrukcji ze stołem ruchomym. Długość płyty ustawczej (stołu) umożliwia obróbkę części według cyklu wahadłowego, to znaczy w tym samym czasie ustawienie kolejnej części i obróbkę części poprzedniej.

Narzędzie jest wymieniane w wyniku obrotu i ustawienia magazynu (liczba narzędzi – 24) odnośnie wrzeciona, co umożliwia uzyskanie wysokiej niezawodności i dokładności. Współrzędnościowe wiertarko – frezarko – wytaczarki 24K60AF4 (rys. 4.56) i 24K70AF4 przeznaczone są do obróbki otworów o dokładnym położeniu osi metodami roztaczania, frezowania konturowego, wiercenia, rozwiercania i nacinania gwintu (tab. 4.14).

Tab. 4.14. Podstawowe charakterystyki współrzędnościowych obrabiarek wielozadaniowych

Parametry	Model obrabiarki	
	24K60AF4	24K70AF4
Powierzchni robocza stołu, mm	1000×1600	1600×2500
Największe przemieszczenie, mm:		
wzdłużne stołu	1600	2000
poprzeczne stołu	1000	1600
poprzecznicy	960	1250
Odległość między stojakami, mm	1400	2000
Odległość od czoła wrzeciona do powierzchni roboczej stołu, mm:		
największe	1100	1600
najmniejsze	150	250
Częstość obrotowa stołu, min. ⁻¹	6,3...3150	
Ilość stopni częstości obrotowych wrzeciona	28	
Posuw roboczy, mm/min.:		
wzdłużny i poprzeczny	1...3200	
pionowy	0,5...2500	
Największa masa obrabianego wyrobu, kg	4000	6000
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	7150×4560××	8000×6000××
	4590	5300
Masa obrabiarki, kg	26750	36500
Moc silnika elektrycznego napędu ruchu głównego, kWt	12	

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

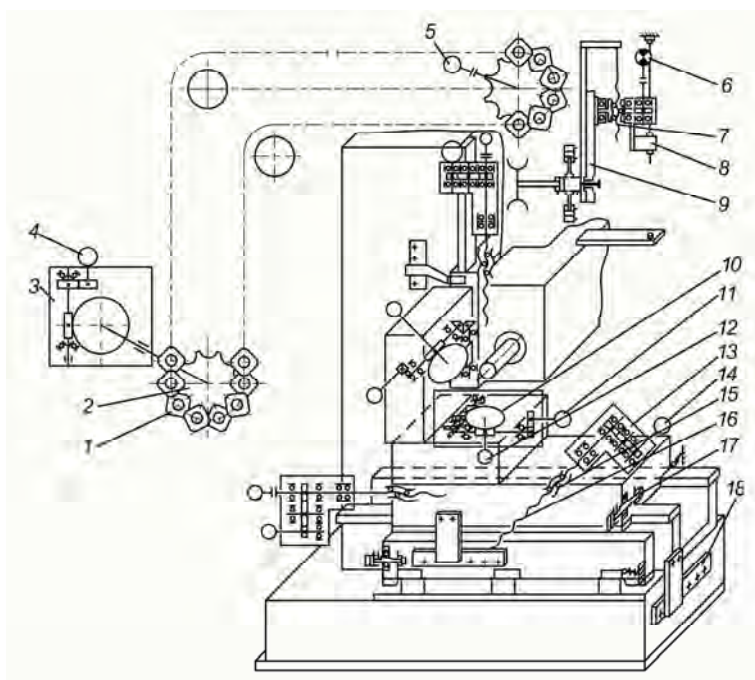
Na obrabiarkach można wykonywać frezowanie kształtujące i dokładne płaszczyzn, podtoczenia czoł, trasowanie i dokładne pomiary. Organy ruchome (stół i głowica) ustawione są z wysoką dokładnością, co umożliwia zastosowanie tych obrabiarek jako maszyn pomiarowych.

W celu zwiększenia dokładności obróbki wyrobów o dużej masie w obrabiarkach jest stosowany adaptacyjny układ kompensacji odkształceń łoża. Obrabiarki są wyposażone w zautomatyzowany układ określania położenia bazowych powierzchni wyrobu, co znacząco upraszcza i przyspiesza ich ustawienie na stole obrabiarki.

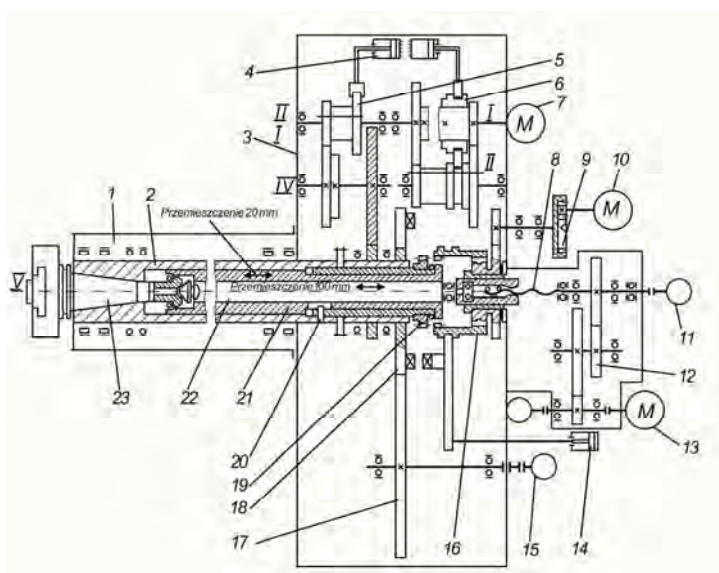
Wielozadaniowa pozioma wiertarko – frezarko - wytaczarka SM400F4.5 przeznaczona jest do wykonywania części korpusowych o średnich wymiarach (rys. 4.57 i 4.58) [17, 32].

Magazyn narzędziowy obrabiarki ma konstrukcję łańcuchową i zawiera 60 gniazd narzędziowych. Dane techniczne obrabiarki SM400F4.5 przytoczone są niżej.

Wymiar powierzchni roboczej przyrzędu do ustawienia i zamocowania części, mm	360×360
Liczba osi sterowanych:	
liniowych	4
kołowych	2
Największe przemieszczenie stołu, mm:	
wzdłużne po osi X	630
poprzeczne po osi Z	1000
wrzeciennika po osi Y	350
karetki suportu o osi U	6; 20; 50
obrotu stołu według osi, stop.:	
A	+ 360
B	+ 360
Dokładność przemieszczania po osiach:	
liniowych, mm	± 0,015
kątowych, stop.	± 10
Moc napędu wrzeciona, kWt	8
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ⁻¹	9...2240
Prędkość szybkich przemieszczeń mm/min.	4800
Prędkość posuwu mm/min.	5...3000
Wymiary gabarytowe, mm	6450×5140
	×3300
Masa, kg	16000



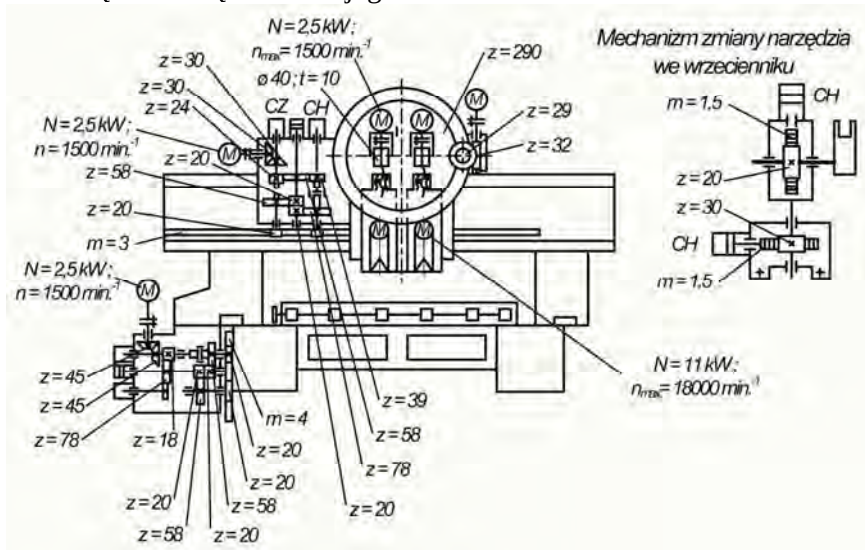
Rys. 4. 57. Schemat kinematyczny obrabiarki SM400F 4.5



Rys. 4.58. Schemat kinematyczny wrzeciennika SM400F4.5

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Moduł frezarsko – wiertarski FSM-1 (rys. 4.59) z ruchomym portalem przeznaczony jest do obróbki w trybie automatycznym płaskich części z arkuszy stopów aluminiowych o wymiarach gabarytowych 3000×1200 (mm). Na FSM-1 wykonywane są następujące operacje technologiczne: frezowanie (rozkrój) zewnętrznych i wewnętrznych konturów części, wiercenie otworów, a także wywiercanie nitów łączących pakiet arkuszy do podstawki. Dla zwiększenia wydajności moduł wyposażony jest w dwie głowice frezarskie pracujące przemiennie, urządzenie automatycznej zmiany narzędzi i magazyn o 36 pozycjach, mechanizm automatycznego załadunku – rozładunku pakietu arkuszy z podstawką oraz urządzenie do jego bazowania i zamocowania.



Rys. 4.59. Schemat kinematyczny modułu frezarsko – wiertarskiego FSM-1

Dane techniczne modułu frezarsko – wiertarskiego FSM-1

Wymiary gabarytowe obrabianych części, mm:

długość	3000
szerokość	1200
wysokość	15

Największe przemieszczenia, mm:

portalu (X)	3200
karetki poprzecznej (Y)	1600
głowicy frezarsko – wiertarskiej (Z)	235
Liczba głowic frezarsko – wiertarskich	2
Liczba narzędzi w magazynie	36

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Prędkość przemieszczana po osiach, mm/min.:

robocza X i Y	0...3000
przyspieszona	10000
Moc silnika elektrycznego głowic frezarskich, kWt	11
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ⁻¹	6000...18000
Odchyłka od kontury przy frezowaniu dokładnym frezami	
trzępiowymi, mm	± 0,1
Masa obrabiarki, kg	28000
Urządzenie NC	2R32
Czujnik sprzężenia zwrotnego	BSKT

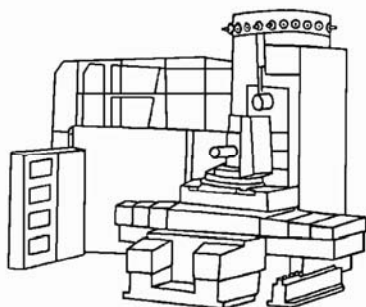
Wielozadaniowe poziome wiertarko – frezarko – wytaczarki SAM 5-850 (rys. 4.60) i 21004P7F4 (rys. 4.62) przeznaczone są do kompleksowej obróbki z pięciu stron takich części jak: płyty obrabiarek, kołnierze i wały przy jednym ustawieniu (tab. 4.15).

Tab. 4.15. Podstawowe charakterystyki techniczne obrabiarek do obróbki części korpusowych z pięciu stron

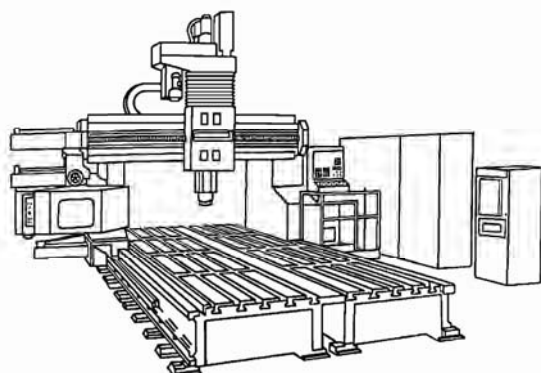
Parametry	Model obrabiarki	
	21004P7F4	SAM5-850
Wymiary powierzchni roboczej stołu, mm	400×400	1250×850
Największe przemieszczenia, mm:		
stołu	630	1100
poprzeczne sanek	-	600
wrzecionika:	-	1000
wzdłużne	630	-
poprzeczne	400	-
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ⁻¹	30...3000	8...3500
Wielkość posuwów roboczych, mm/min.	5...5000	0,1...2400
Prędkość szybkich przemieszczeń organów roboczych, m/min.	10	8
Dokładność pozycjonowania organów roboczych, μm	40	10
Moc silnika elektrycznego napędu ruchu głównego, kWt	8,5	10
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	4502×3245××	4100×3570××
	3000	3760
Masa obrabiarki, kg	9800	27500
Typ urządzenia NC	2C42	

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Do obróbki dużych części najbardziej efektywne są obrabiarki wielozadaniowe 2560PMF4 i 2570PMF4 (rys. 4.61), produkowane w Fabryce Obrabiarek w Odessie (tab. 4.16). Duża powierzchnia stołu umożliwia realizację obróbki wahadłowej kilku części i wykonywanie wymiany jednej części w czasie obróbki drugiej.



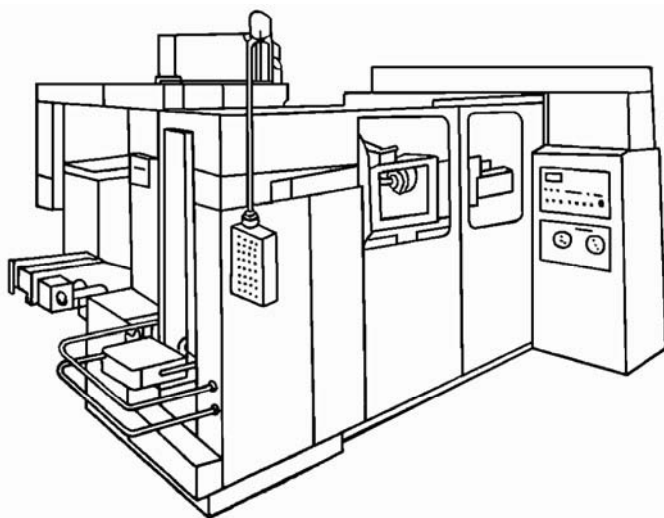
Rys. 4.60. Obrabiarki SAM 5-850



Rys. 4.61. Obrabiarka 2570PMF4

Tab. 4.16. Podstawowe charakterystyki obrabiarek wielozadaniowych do obróbki dużych części

Parametry	Model obrabiarki	
	2560PMF4	2570PMF4
Wymiary powierzchni ustawczej, mm:		
długość	6000	18000
szerokość	1250	2000
Przemieszczenie robocze, mm:		
wrzecionmika	1250	2000
wrzeciona	630	630
Szerokość przełotu między stojakami, mm	1435	2185
Odległość od powierzchni roboczej stołu do czoła wrzeciona, mm	170...800	
Prędkość szybkiego przemieszczenia, m/min.	10	
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ⁻¹	15...3000	
Liczba miejsc w magazynie narzędziowym	24	
Dokładność pozycjonowania dwustronnego, mm	0,03	
Moc silnika elektrycznego napędu ruchu głównego, kWt	15	
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	6500×4450×× 4300	6500×3200×× 4300
Masa obrabiarki, kg	22000	26000



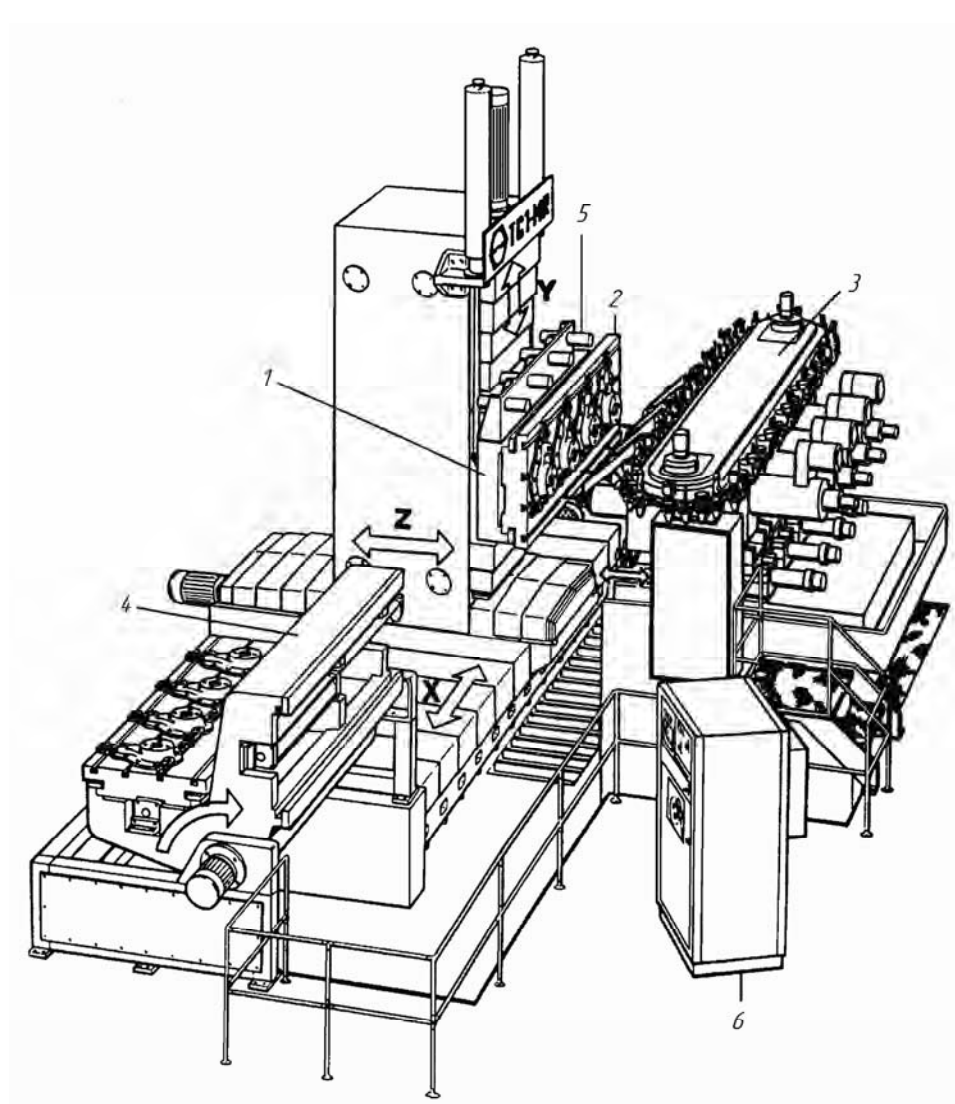
Rys. 4.62. Obrabiarka 21004P7F4

Należy zwrócić uwagę na obrabiarkę firmy „Werner” (Niemcy) - (rys. 4.63), umożliwiającą obróbkę jednocześnie czterech części, zamocowanych na stole pionowym 1 obrabiarki w przyrządzie 2. Zespół 3 zawiera cztery grupy wrzecionowe, magazyn narzędzi, środki do uzupełnienia magazynu narzędziami i mechanizm wymiany narzędzi. Części rozmieszczone są w zasobniku 4. Do sprawdzenia ustawienia narzędzia stosowane są urządzenia 5, system NC 6. Przeszyczenia według współrzędnych osi X wynoszą 1200 mm, po osi Y – 1200 i osi Z - 800 mm. W taki sposób bez istotnego obniżenia elastyczności urządzeń osiąga się znaczący wzrost wydajności [26, 45].

Szwajcarskie poziome centrum obróbkowe MC500CNC (rys. 4.64) charakteryzuje się przedstawionymi niżej danymi technicznymi.

Największe przemieszczenia, mm:

po osi X	500
po osi Y	400
po osi Z	450



Rys. 4.63. Wielozadaniowe czterowrzecionowe centrum obróbkowe firmy „Werner” (Niemcy)



Rys. 4.64. Centrum obróbkowe MC500 CNC (firmy "MAXO")

Moc napędu głównego, kWt	0
Liczba narzędzi w magazynie	24
Największa średnica narzędzia, mm	100
Największa długość narzędzia, mm	250
Czas zmiany narzędzia, s	4

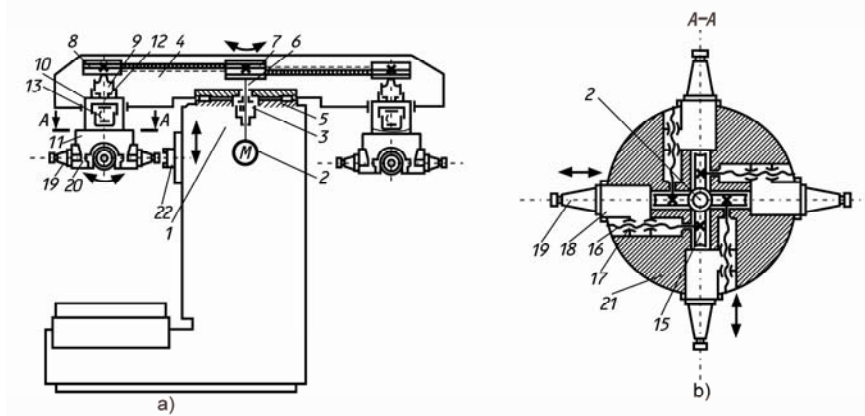
Swobodny dostęp do strefy roboczej, niezawodne odprowadzanie wiórów i cieczy smarująco – chłodzącej zapewniają wygodę obsługi eksploatacyjnej obrabiarki, zwartość konstrukcji obrabiarki i magazynu. Urządzenia automatycznej wymiany narzędzi, stołu, urządzenia do sterowania, elektro- i hydro urządzenia czynią ją niezastąpioną przy obróbce średnich i małych części korpusowych.

W Sewastopolskim Narodowym Uniwersytecie Technicznym skonstruowano, charakteryzującą się mniejszym czasem wymiany narzędzi (wyższą wydajnością), obrabiarkę wielozadaniową (rys. 4.65). W stojaku tej obrabiarki znajdują się silnik krokowy 2, sprzęgło elektromagnetyczne 3, a w części górnej - magazyn narzędziowy 4 na prowadnicach kołowych 5. Silnik elektryczny 2 za pośrednictwem wału 6 i pary kinematycznej (na przykład pasowo – zębatej) 7 i 8 przez sprzęgło elektromagnetyczne 9 i tuleję 10 współdziałają z sekcją 11 magazynu narzędziowego. Pomimo tego wał 12 poprzez sprzęgło elektromagnetyczne 13, ślimak 14 i koło ślimakowe 15 powiązany jest przez parę kinematyczną śruba 16 - nakrętka 17 z suwakami 18, w których ustawione są narzędzia 19.

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Narzędzia 19 częściami roboczymi są zwrócone do wewnątrz sekcji 11 magazynu 4 pod kątem prostym do osi jego obrotu. Suwaki 18 ustawione są w tulejach 20, wykonanych w korpusie 21 sekcji 11. Węzeł wrzecionowy 22 umiejscowiony na stojaku 1 ma możliwość przemieszczeń w pionie. Napędy ruchu głównego i posuwu umownie nie są pokazane.

Ustawienie narzędzia we wrzecionie realizowane jest w wyniku obrotu magazynu 4 i sekcji 11 w taki sposób, aby niezbędne narzędzie 19 ustawiło się chwytem do wrzeciona, który w tym momencie znajduje się w skrajnym górnym położeniu. Włączają się obroty ślimaka 14 i przez śrubę pociagową 16 - nakrętkę 17, suwaki 18 synchronicznie rozchodzą się w kierunkach promieniowych, a niezbędne narzędzie ustawiane jest w otworze wrzeciona, gdzie jest automatycznie zaciskane. Po czym węzeł wrzecionowy 22 przemieszcza się do strefy roboczej w celu wykonania operacji technologicznych. Po zakończeniu obróbki węzeł wrzecionowy przesuwa się w skrajne górne położenie, w którym narzędzie częścią cylindryczną chwytu ustawiane jest w suwaku 18 sekcji 11, gdzie następuje jego ustalenie. Narzędzie jest zwalniane we wrzecionie, a ruch rewersyjny od ślimaka 14 synchronicznie przesuwa suwaki 18 w kierunkach promieniowych. Wrzeciono jest zwalniane do ustawienia innego narzędzia, niezbędnego do realizacji procesu technologicznego. Przy tym cykl pokazanych ruchów powtarza się.

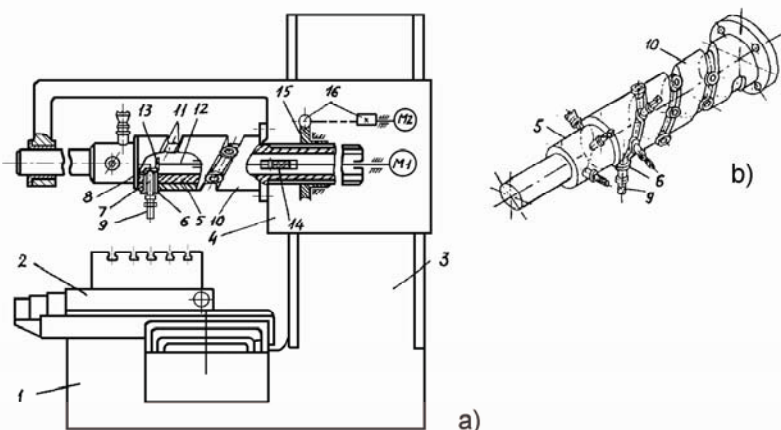


Rys. 4.65. Obrabiarka wielozadaniowa z magazynem narzędziowym i sekcjami tarczowymi: a) widok ogólny; b) przekrój A-A sekcji tarczowej z suwakami

Inna konstrukcja obrabiarki wielozadaniowej zawiera system narzędziowy, łączący w sobie zalety znanych konstrukcji magazynów narzędziowych i głowic rewolwerowych – duża pojemność i szybka wymiana narzędzia. Taka obrabiarka (rys. 4.66) ma łoże 1, stół 2, kolumnę 3 z wrzeciennikiem 4. Blok narzędziowy wykonany jest w postaci tulei 5, w której promieniowo, według linii śrubowej ustawione są w oporach 6 wrzeciona 7 z narzędziami 9 i elementami napędowymi 8 w postaci stożkowych kół zębatach. Tuleja 5 mająca możliwość przemieszczenia śrubowego umieszczona jest wewnątrz zamocowanego na wrzecienniku cylindrycznego kopiału 10 z przelotowym rowkiem gwintowym 11, kąt wzniosu którego jest równy kątowi linii śrubowej ustawienia wrzecion 7 w tulei 5. Wrzeciona 7 współdziałają z powierzchniami pokazanego rowka kopiału 10.

Wrzeciono 7 w pozycji roboczej poprzez stożkowe koło zębate 8 współdziała z przekładnią stożkową 13 wału napędowego 12, powiązanego przez urządzenie kompensujące 14 z silnikiem M1. Tuleja 5 za pośrednictwem połączenia wielowypustowego jest powiązana z kołem ślimakowym 15 i przez ślimak 16 – z silnikiem krokowym M2, realizującym obrót tulei 5 o wymagany kąt z jednoczesnym przemieszczeniem osiowym w celu ustawienia niezbędnego narzędzia w pozycji roboczej.

Takie wykonanie układu narzędziowego gwarantuje wystarczającą pojemność, przy stosunkowo niewielkich wymiarach, jak również dużą szybkość działania, prostotę konstrukcji i niezawodność.



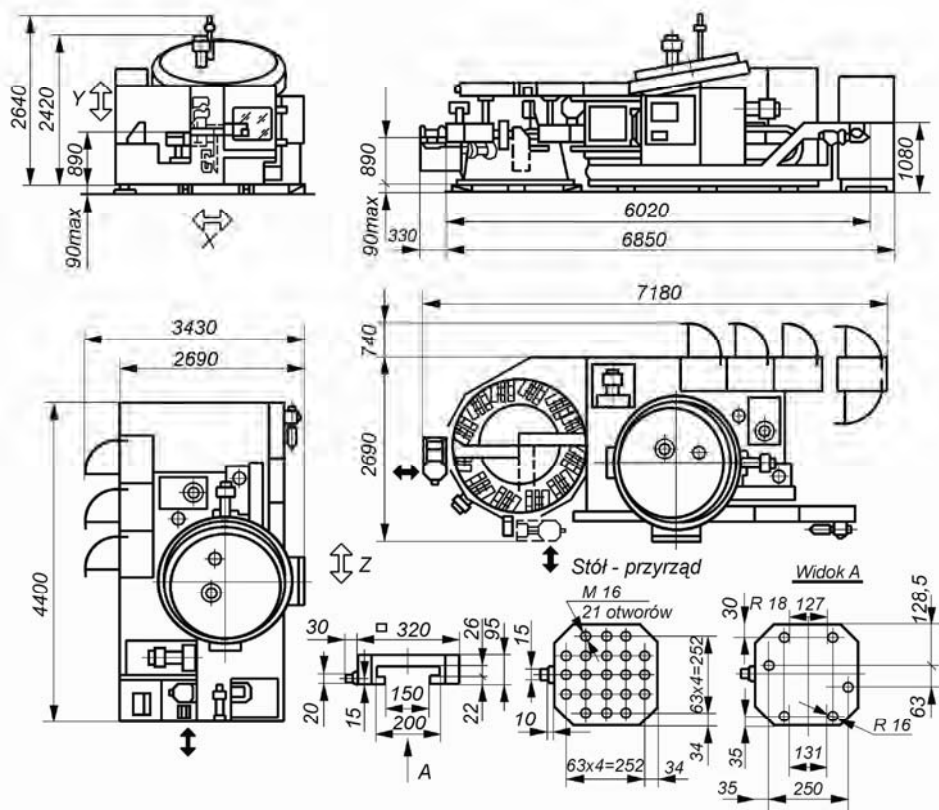
Rys. 4.66. Obrabiarka wielozadaniowa z blokiem narzędziowym w postaci tulei:
a) widok ogólny; b) tuleja z rozmieszczonymi według linii śrubowej wrzecionami z narzędziami

4.4. EMP na bazie obrabiarek wielozadaniowych

W skład typowego EMP do obróbki mechanicznej części korpusowych wchodzi: wielozadaniowa wiertarko – frezarko – wytaczarka NC, zasobnik stołów – przyrządów z częściami, urządzenie do ich automatycznego załadunku i wyładunku na/z stołu obrabiarki, mechanizm automatycznej wymiany narzędzi i magazyn narzędziowy, urządzenie do wykonywania operacji kontrolno – pomiarowych na obrabiarce, mechanizm usuwania wiórów i inne urządzenia pomocnicze.

W skład EMP IR320PMF4 (rys. 4.67) wchodzi obrabiarka o takim samym symbolu z wrzecionem poziomym ustawionym w mogącej się przemieszczać pionowo skrzynce wrzecionowej (oś Y), z przemieszczającym się poziomo wzdłuż osi Z suwakiem. Na górnym czole stojaka znajduje się 36-pozycyjny bębnowy magazyn narzędziowy o nachylonej osi obrotu, umożliwiający automatyczną wymianę narzędzia we wrzecionie bez stosowania manipulatora. Stół ruchomy poprzeczno (oś X) – obrotowy (ruch A) o pionowej powierzchni roboczej i wymiarach 320×320 mm umożliwia ustawienie i zamocowanie zunifikowanego stołu - przyrządu z częścią, która może być obrabiana z czterech stron przy jednym ustawieniu. Zmiana stołów – przyrządów wykonywana jest automatycznie, pobierane są z zasobnika, ustawionego przed obrabiarką i posiadającego cztery (wykonanie 1) lub dwanaście (wykonanie 2) pozycji. Załadunek i wyładunek stołów – przyrządów może być wykonywany zarówno wzdłuż osi wzdłużnej Z obrabiarki (z przeciwległej w stosunku do wrzeciona strony), jak i wzdłuż osi poprzecznej X (pionowo do osi wrzeciona). [12, 24]

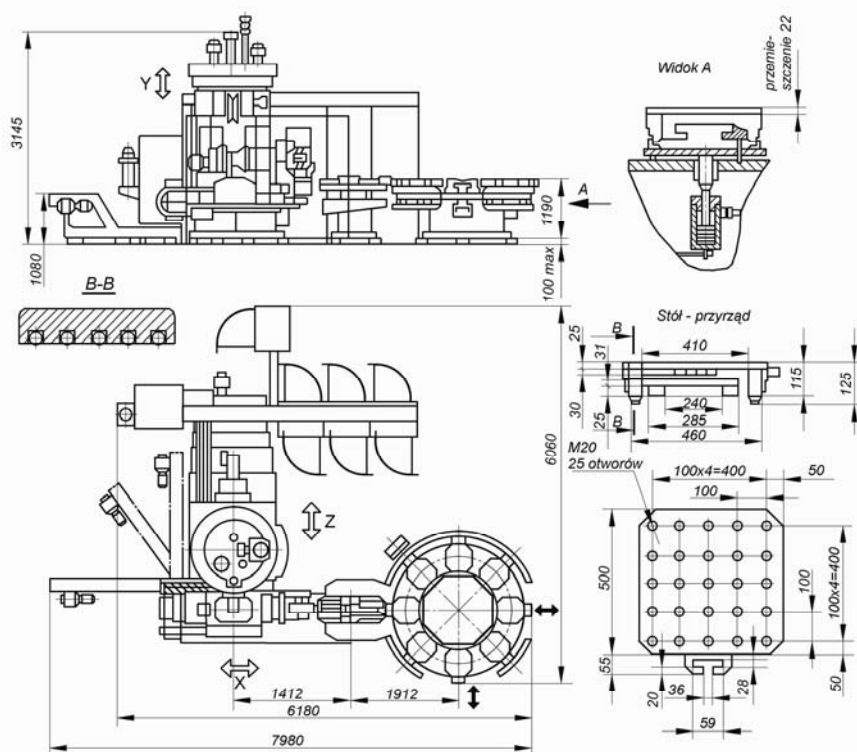
EMP IR500PMF4 (rys. 4.68) przeznaczone są do wysokowydajnej obróbki (z czterech stron) średnich i dużych części korpusowych z różnych materiałów konstrukcyjnych w warunkach produkcji małoseryjnej. EMP zawierają wielozadaniową poziomą wiertarko – frezarko – wytaczarkę IR500PMF4, wyposażoną w urządzenia do automatycznej wymiany narzędzi i stołów – przyrządów z częściami, a także 6- lub 8-pozycyjne kołowe zasobniki stołów – przyrządów, które umożliwiają automatyczną pracę kompleksu w ciągu jednej zmiany. Załadunek i wyładunek zasobnika z kodowanymi stołami – przyrządami z częściami może być wykonywany zarówno w kierunku wzdłużnej jak i poprzecznej osi obrabiarki. Automatyczne przekazywanie stołu – przyrządu z zasobnika na stół obrabiarki i odwrotnie wykonywane jest za pomocą dwupozycyjnego urządzenia obrotowo – wysuwnego, które ustawiane jest w osi X stołu. Obróbka części na obrabiarce wykonywana jest na stole obrotowym wyniku przesuwu stojaka (oś Z), wrzeciennika (oś Y) i stołu (oś X).



Rys. 4.67. Widok ogólny modułu IR320PMF4

Urządzenie do automatycznej wymiany narzędzi, znajduje się poza strefą roboczą obrabiarki. Składa się z obrotowego 30-pozycyjnego bębnowego magazynu narzędziowego o kodowanych gniazdach i manipulatora o dwóch chwytakach. Przewidziana jest możliwość zwiększenia ilości stosowanych do obróbki narzędzi w wyniku zastosowania dodatkowego bębna narzędziowego ustawionego na stole – przyrządzie. Za pomocą manipulatora realizowana jest wymiana narzędzi w magazynie na inne znajdujące się w dodatkowym bębnie narzędziowym.

Do obróbki części korpusowych o szczególnie złożonym kształcie w produkcji małoseryjnej stosowany jest EMP „Globus-centr IR-GC500PMF4” (rys. 4.69). EMP jest zbudowany na bazie obrabiarki wielozadaniowej GC500PMF4 (rys. 4.70), posiadającej dwuosiowy obrotowy stół współrzędnościowy o posuwie kołowym wokół osi poziomej i pionowej.



Rys. 4.68. Ogólny widok modułu IR500PMF4

Obrabiana część razem ze stołem – przyrządem automatycznie ustawiana jest na pionowej roboczej powierzchni stołu obrabiarki. Obróbka jest wykonywana narzędziem, zamocowanym we wrzecionie znajdującym się w mającym możliwość przemieszczania się wzdłuż poziomej osi Y wrzeciennika. Stojak razem z wrzeciennikiem przemieszcza się wzdłuż osi Z wrzeciona. Przeszczenia części w pięciu osiach umożliwiają realizację różnych operacji technologicznych w dowolnych płaszczyznach położonych względem siebie i w stosunku do bazowej powierzchni stołu.

Ogólny widok EMP na bazie obrabiarki MC800 jest pokazany na rys. 4.71. Wielozadaniowa obrabiarka MC800 o konstrukcji modułowej (rys. 4.72) przeznaczona jest do kompleksowej obróbki średnich i dużych części korpusowych. Na obrabiarce można wykonywać wiercenie, rozwiercanie, nacinanie gwintów gwintownikami, wytaczanie dokładnych otworów według osi, a także konturowe frezowanie złożonych powierzchni krzywoliniowych. Obróbka części zamocowanych na stole 1 (rys. 4.71a), wykonywana jest narzędziami, mocowanymi automatycznie we wrzecionie 2, w wyniku posuwu sanek 3 po łożu 4 (oś X), wrzeciennika 5 (oś Y) i stojaka 6 (oś Z).

133

Wymiana narzędzia znajdującego się w magazynie 7, wykonywana jest przez automatyczny manipulator 8. Manipulator 9 ustawia we wrzecionie i wyjmuje z niego sąsiednie głowice frezowe 10 do obróbki małych kanałków. Stół 1, na którym mocowany jest przyrząd z obrabianą częścią jest nieruchomy i stanowi określony moduł konstrukcyjny. Występowanie stołu obrotowego 11 o wysokiej dokładności podziałki ($\pm 0,001^0$) rozszerza możliwości technologiczne obrabiarki, umożliwiając obróbkę części z pięciu stron.

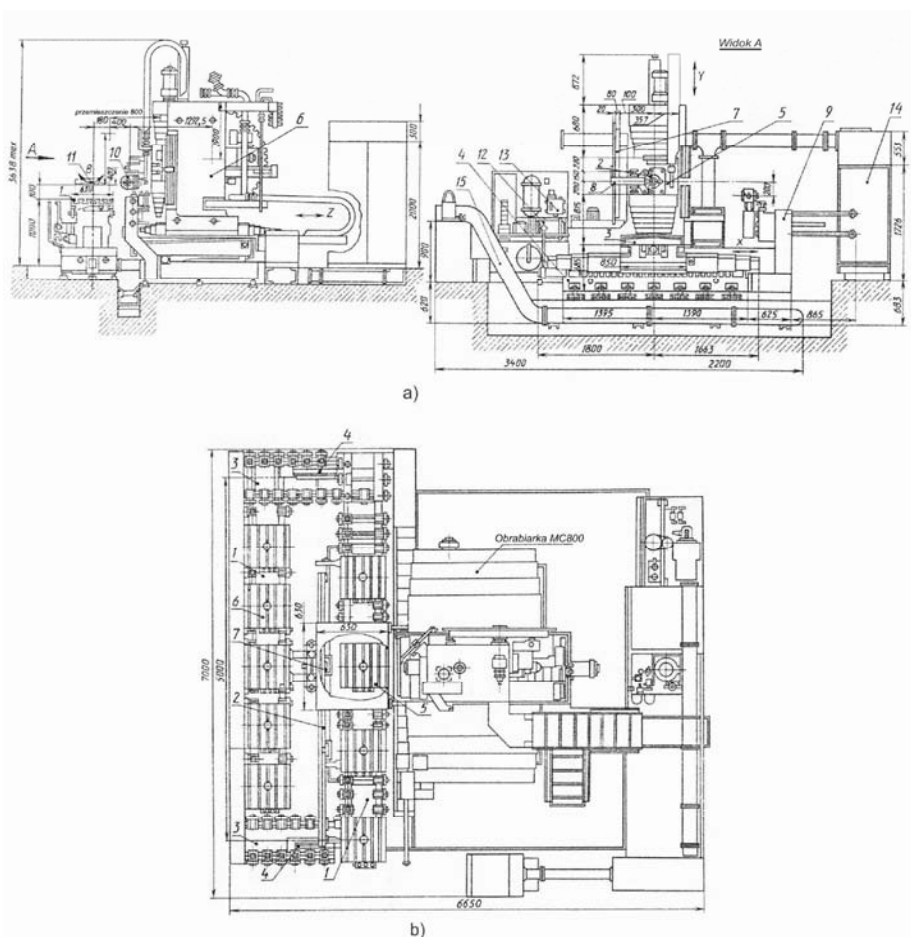
Obrabiarka jest wyposażona w autonomiczną stację hydrauliczną 12, stację cieczy smarująco-chłodzącej 13, urządzenie NC z elektrycznymi szafami sterowania 14, a także przenośnik 15 do odprowadzania wiórów.

Elastyczny moduł produkcyjny na bazie obrabiarki MC800 (rys. 4.71b) przeznaczony jest do jednostronnej kompleksowej obróbki w ciągu jednej lub kilku zmian różnych wyrobów korpusowych, znajdujących się jednocześnie w urządzeniu transportowo - zasobnikowym.

W skład EMP oprócz obrabiarki MC800 wchodzi urządzenie transportowo-zasobnikowe typu rolkowego, składające się z dwóch sekcji 1 o posuwie wzdłużnym o napędach hydraulicznych 2 i dwóch sekcji 3 posuwu poprzecznego o autonomicznych napędach hydraulicznych 4, w całości tworzącymi zamknięty transporter, który z dwóch stron przylega do stołu 5. Obrabiane na obrabiarce części wcześniej ustawiane są na stołach-przyrządach 6, ogólna liczba których jest równa 9. Przemieszczenie stołu-przyrządu w sekcjach poprzecznych 3 urządzenia transportowo-zasobnikowego wykonywane jest na specjalnych wózkach, z których następnie napędzanymi wałkami przenośnika przemieszczane są o jeden krok w kierunku wzdłużnym.

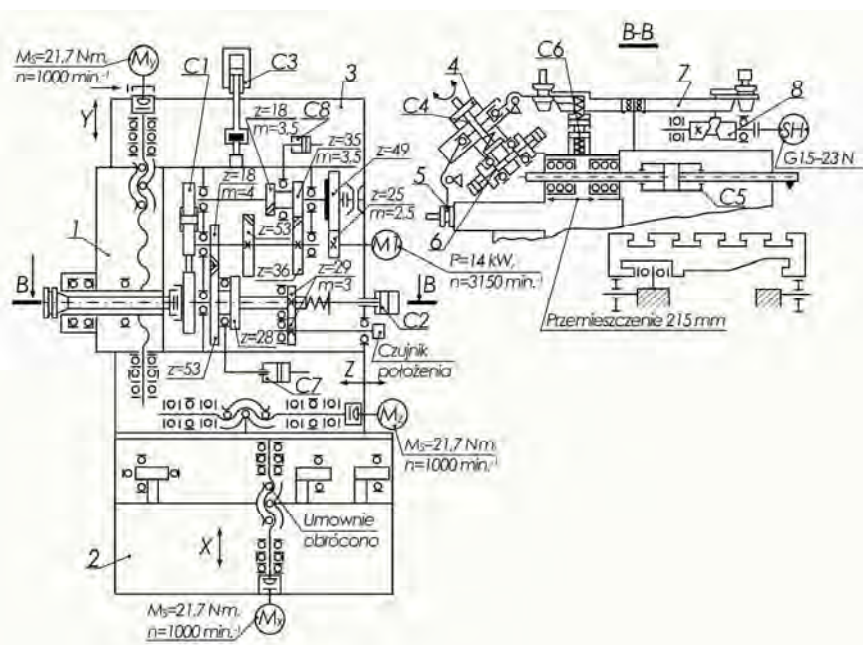
Automatyczny wybór programu sterującego podczas obróbki różnych części wykonywany jest przy pomocy bloku 7 czytania kodu każdego stołu - przyrządu, podawanego na stół obrabiarki.

EMP na bazie obrabiarki MA2765M3F4 przeznaczony jest do wykonywania operacji wiertarskich, nacinania gwintu, roztaczania i frezowania w procesie seryjnej produkcji części korpusowych różnych typów wymiarowych o największych wymiarach gabarytowych 500x500x400 mm. Dzięki występowaniu stołu obrotowego, na którym ustawiany jest zunifikowany stół - przyrząd z częścią, może być ona obrabiana z czterech stron. Widok ogólny EMP przedstawiono na rysunku 4.73. EMP składa się ze specjalizowanej obrabiarki, układów automatycznej wymiany wielowrzecionowych skrzynek i obrabianych części, urządzenia NC i urządzeń pomocniczych (przygotowania powietrza sprężonego, przygotowania cieczy smarująco - chłodzącej, ogrodzenia strefy roboczej).



Rys. 4.71. Widok ogólny EMP na bazie obrabiarki MC800:
a) widok ogólny obrabiarki; b) widok z góry na EMP

Wiertarko – frezarko – wytaczarka MA2765M3F4 zawiera podstawę 1, skrzynkę wrzecionową 2 z napędem ruchu głównego i posuwu osiowego, stoły poprzeczno - przesuwne i obrotowe 3, ogrodzenie strefy roboczej 4, przenośnik do odprowadzania wiórów 5, stację hydrauliczną 6 i stację smarowania. Na stole obrotowym 3 w przyrządzie 7 ustawiana jest obrabiana część 8. System automatycznej wymiany skrzynek wielowrzecionowych składa się z magazynu stelażowego 9 i dwóch wózków transportowych 10, przemieszczających się po drodze szynowej, ułożonej równolegle do osi Z obrabiarki z obu jej stron. Wózki są wyposażone w urządzenia załadunkowo-wyładowcze – automatyczne operatory 11. Wózek może się przemieszczać między sekcjami magazynu stelażowego i pozycją wymiany skrzynek wielowrzecionowych na obrabiarce.



Rys. 4.72. Schemat kinematyczny obrabiarki MC800

System automatycznej wymiany obrabianych części na obrabiarce zawiera dwupozycyjną stację załadunku - wyładunku 12, zasobnik 13 stołów - przyrządów z częściami, suwnicę 14 i specjalizowany bramowy robot przemysłowy 15. Robot przemysłowy 15 przemieszcza się po torach 16, zamontowanych na podporach nad urządzeniami EMP.

Sterowanie EMP realizowane jest od urządzenia NC, które razem z pulpitem operatora, szafami elektrycznymi i urządzeniami hydraulicznymi umieszczone są na specjalnej powierzchni 17 na piętrze kompleksu.

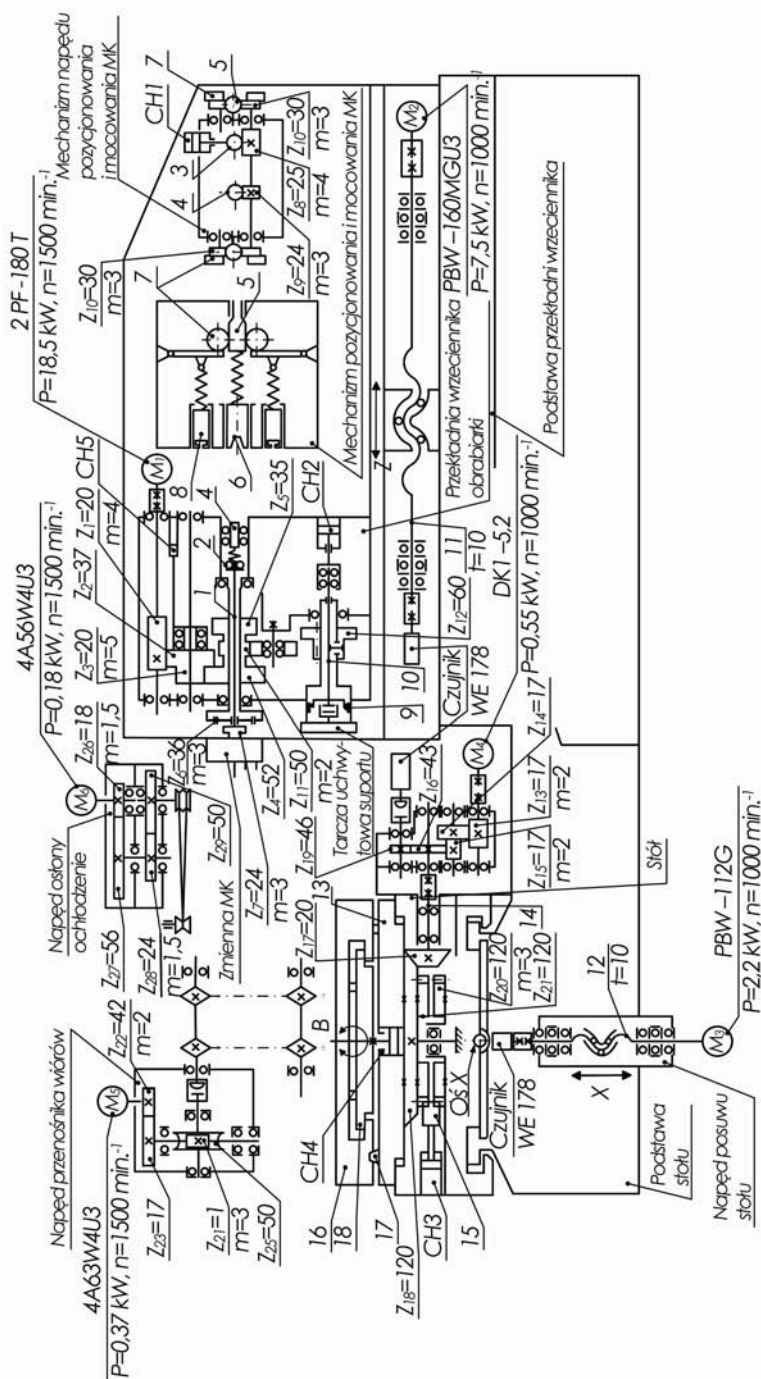
Zasadę pracy obrabiarki wyjaśnia schemat kinematyczny (rys. 4.74), a podstawowe charakterystyki techniczne EMP MA2765M3F4 przytoczone są niżej [15, 66].

Wymiar powierzchni roboczej stołu, mm	630×630
Wysokość roboczej powierzchni stołu w położeniu roboczym, mm	1000
Największe przemieszczenie stołu, mm	800
Posuwy robocze stołu i napędu ruchu głównego, mm/min.	10...4000
Częstość obrotowa stołu przy pozycjonowaniu, min. ⁻¹	5
Liczba jednocześnie pracujących osi podczas pozycjonowania, szt.	3
Czas automatycznej zmiany, s:	
stołu – przyrządu	28...32
skrzynek wielowrzecionowych	12...15

Obrabiarki wielozadaniowe do obróbki części korpusowych

Dokładność ustawień skrzynek wielowrzecionowych, mm	0,008
Największa moc efektywna na wale wyjściowym napędu ruchu głównego, kWt	14,8
Wymiary gabarytowe, mm:	
długość, nie mniejsza niż	10000
szerokość	6500
wysokość	3700
Masa (bez kompletu skrzynek wielowrzecionowych, kg	16000

EMP MA2765M3F4 może być stosowany indywidualnie lub też w składzie elastycznej linii automatycznej do wielozadaniowej obróbki jednego typu części korpusowych.



Rys. 4.74. Schemat kinematyczny MA2765M3F4

5. Szlifierki, centra obróbkowe i EMP

5.1. Szlifierki do wałków

Do szlifowania zewnętrznego powierzchni walcowych, stożkowych i czołowych wałków stopniowanych typu wrzeciono w produkcji seryjnej stosowane są szlifierki do wałków 3M15F2 i 3M16EF2N1W (tab. 5.1).

Tab. 5.1. Podstawowe charakterystyki techniczne szlifierek do wałków

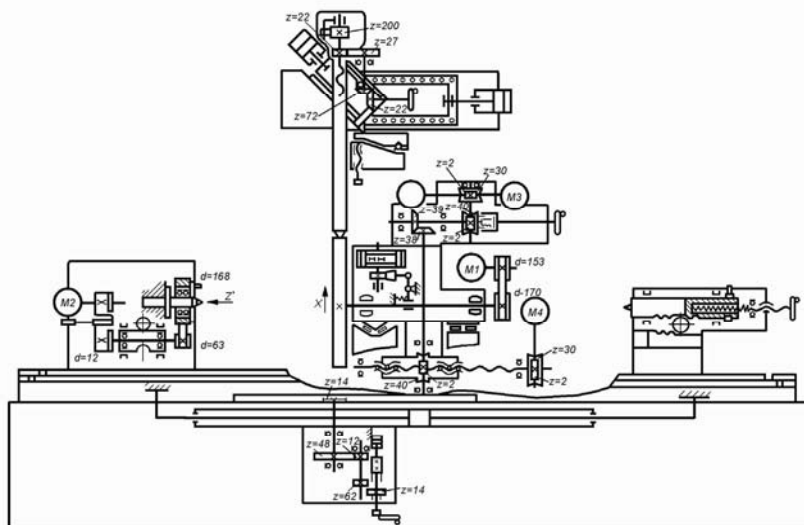
Parametry	Model obrabiarki	
	3M15F2	3M16EF2 N1W
Największe wymiary obrabianej części, mm: średnica długość	200 700	280 1250
Największa średnica ściernicy, mm	600	750
Moc sumaryczna silników elektrycznych, kWt	12,5	15,2
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	5400×2400 ×2170	5900×2950 ×2200
Masa obrabiarki, kg	6500	9500
Producent	HS	
Typ urządzenia NC	HS9-M	HS9-11

Półautomaty szlifierskie do wałków mod. 3M151F2 (rys. 2.1) i 3W164BF2 stosowane są do zewnętrznego szlifowania cylindrycznych powierzchni ciągłych i nieciągłych metodą szlifowania wgłębnego i wzdłużnego (tab. 5.2). Półautomaty gwarantują uzyskanie dokładności powierzchni według 6 klasy dokładności i parametru chropowatości szlifowanych powierzchni cylindrycznych $R_a=0,32 \mu\text{m}$ [47, 56].

Tab. 5.2. Podstawowe charakterystyki techniczne półautomatów szlifierskich do wałków

Parametry	Model obrabiarki	
	3M151F2	3W164BF2
Największe wymiary obrabianej części, mm: średnica długość	200 700	400 1400
Wysokość kłów, mm	110	
Stożek kłów wrzeciona i konika	Morse'a 4	
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ⁻¹	63...400	12...180
Przesunięcie poprzeczne wrzeciennika szlifierskiego, mm	225	
Wymiary ściernicy, mm	600×63×305	
Częstość obrotowa wrzeciona ściernicy, min. ⁻¹	1112	
Prędkość posuwu ściernicy, mm/min.	1,2...0,02	1,5...0,03
Ogólna moc silników elektrycznych, kWt	11	22
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	3100×2100×1770	4850×2760×1765
Masa obrabiarki, kg	5500	9300
Typ układu NC	P216 (XC3)	
Liczba osi sterowanych (wszystkich/jednocześnie)	2/1	

Cykl pracy obrabiarki 3M151F2 jest realizowany według następującego programu. Włączane są silniki elektryczne systemu hydraulicznego, pomp smarowania i separatora magnetycznego napędu ściernicy. Podnoszony jest sprawdzian szczękowy, odsuwana jest tuleja konika, część jest zaciskana w kłach. Po naciśnięciu przycisku „Automat” wrzeciennik przesuwają się do skrajnego położenia, kontrolowanego przez wyłącznik krańcowy. Stół zajmuje położenie zgodnie ze współrzędną czoła pierwszego szlifowanego stopnia, bez uwzględnienia korekcy na nakiełek. Doprowadzany jest sprawdzian szczękowy i urządzenie orientacji osiowej, czujnik do styku z częścią. Stół posuwają się do momentu styku czoła bazowego części z palcem przyrządu orientacji osiowej. Początki układów wymiarowych ustawiają część w osi Z' nachodzą na siebie i palec przyrządu ustawienia osiowego jest odsuwany.



Rys. 5.1. Schemat kinematyczny półautomatu szlifierskiego do wałków mod. 3M151F2

Wrzeciennik przemieszcza się z prędkością 180 mm/min, dopóki jego czujnik położenia nie zazębi się z następnym ogranicznikiem i nie zmniejszy dwukrotnie prędkości. Włącza się obrót części i podawanie cieczy smarująco - chłodzącej. 2...3 mm przed osiągnięciem zadanego wymiaru prędkość ruchu wrzeciennika zmniejsza się do 6 mm/min.

Prędkość przemieszczania wrzeciennika zmienia się po komendzie przekaźnika styku ściernicy i części lub czujnika położenia wrzeciennika, jeżeli naddatek jest mniejszy od 0,2 mm. Przełączenie wrzeciennika na mniejszy posuw realizowane jest zgodnie z komendą czujnika położenia. Przy przełączeniu na posuw wykańczający szczęki sprawdzianu stykają się i realizowane jest przejście na posuw wygładzający. Przy szlifowaniu powierzchni przerywanych obróbka ostateczna realizowana jest według komendy czujnika.

Po zakończeniu szlifowania jednego stopnia stół przemieszcza się i obrabiany jest kolejny stopień. Po zakończeniu szlifowania ostatniego stopnia wrzeciennik przemieszcza się w skrajne położenia i wycofywany jest przyrząd pomiarowy. Cykl szlifowania wału jest zakończony.

5.2. Półautomaty do szlifowania wewnętrznego

Do obróbki powierzchni wewnętrznych oraz przylegających do nich powierzchni czołowych stosowane są półautomaty do szlifowania wewnętrznego (tab. 5.3).

Obrabiarka 3M225BF2 przeznaczona jest do jednoczesnego szlifowania otworu i czoła części typu tuleja i koła zębate [47, 67].

Tab. 5.3. Podstawowe charakterystyki techniczne półautomatów do szlifowania wewnętrznego NC

Parametry	Model obrabiarki		
	3M225BF2	3M225BWF2 (3M225AF2)	3M227WF2 (3M227AF2)
Średnica otworu szlifowanego, mm	3...80	3...200	
Największa długość szlifowania, mm	50	80	300
Największa średnica ściernicy do szlifowania wewnętrznego, mm	63	50	125
Największe przemieszczenie stołu, mm	400		560
Częstość obrotowa, min. ⁻¹ : wrzeczona części	1200...9600 33...1630	12000...15000 125...2000	5000...9600 60...1200
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	2500×1910× ×1385	2750×2060× ×1850	2900×1665× ×1850
Masa obrabiarki, kg	3200	2800	3600
Sumaryczna moc silników elektrycznych, kWt	8,55	6,1	9,0
Liczba osi sterowanych	1		
Typ układu NC	1P11	IMS-155	IMS-K155

W celu zagwarantowania stałości właściwości skrawnych ściernic w ciągu całego cyklu w zależności od wielkości naddatków i marki obrabianego materiału przewidziane jest do czterech odciągnięć ściernicy. Kontrola wymiaru średnicy otworu w procesie szlifowania realizowana jest automatycznie przez przyrząd kontroli aktywnej. Do włączenia półautomatów w ESP wystarczy zautomatyzować załadunek części i zagwarantować współpracę układu NC z pozostałymi obrabiarkami systemu.

Półautomaty do szlifowania wewnętrznego mod. 3M225WF2 i 3M225AF2 przeznaczone są do szlifowania otworów cylindrycznych, stożkowych, przelotowych i nieprzelotowych o kącie stożka przy wierchołku 90°. Obrabiarki wyposażone są w urządzenia do szlifowania czoł, umożliwiające szlifowanie przy jednym ustawieniu otworu i czoła wyrobu. Obrabiarki posiadają klasę dokładności W lub A.

Na półautomatach do szlifowania wewnętrznego mod. 3M227WMF2 i 3M227AF2 jednocześnie z otworem obrabiane jest czoło. Praca w trybie automatycznym z ustawieniem cyklu sterowania dekadowymi przełącznikami urządzenia programowego nie wymaga charakterystycznych dla obrabiarek NC obliczeń, umożliwia obsługę wielu obrabiarek a także uproszczenie procesu adaptacji obrabiarki podczas pracy w składzie ESP.

Półautomaty do szlifowania wewnętrznego NC mod. 3M227UWF2 i 3M227GWF2 (tab. 5.4) stosowane są do szlifowania cylindrycznych i stożkowych otworów przelotowych i nieprzelotowych w wyrobach typu wrzeciona, wytaczadła, tuleje. Półautomaty mogą być wyposażone w urządzenie do szlifowania czoł, umożliwiające szlifowanie czoła wyrobu w jednym ustawieniu z otworem szlifowanym. Obrabiane wyroby bazowane są we wkładkach trójszczekowych lub podtrzymkach aerostatycznych.

Tab. 5.4. Podstawowe charakterystyki techniczne półautomatów do szlifowania wewnętrznego do obróbki otworów

Parametry	Model obrabiarki	
	3M227YWF2	3M227GWF2
Największa średnica wyrobu, mm	250	
Największa średnica otworu szlifowanego, mm	150	
Największa długość otworu, mm:		
w lunetach	1250	650
w uchwycie	200	200
Największa masa ustawionego wyrobu, kg	120	80
Największa średnica ściernicy, mm	100	
Największe przemieszczenie stołu, mm	630	
Częstość obrotowa wrzeciona wyrobu, min. ⁻¹	50...1000	
Częstość obrotowa wrzecion do szlifowania wewnętrznego, min. ⁻¹	6000...36000	5500...10000
Częstość obrotowa wrzeciona czołowego, min. ⁻¹	5600	
Moc sumaryczna silników elektrycznych, kWt	9,2	
Liczba osi sterowanych	1	
Typ urządzenia NC	IMS K155	

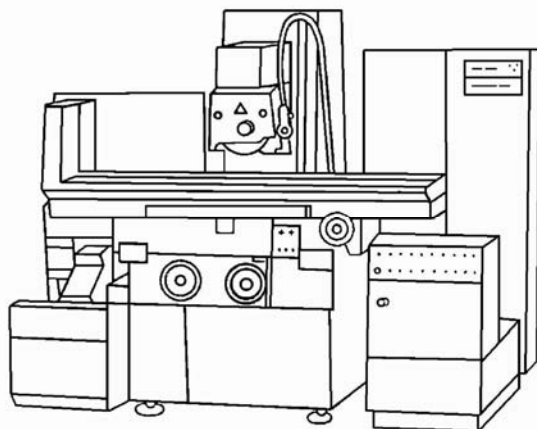
Części mocowane są w specjalnych uchwytach o napędzie mechanicznym i w trzech- czteroszczękowych uchwytach znormalizowanych. Przy włączaniu obrabiarek w skład ESP należy je wyposażać w 3 typy uchwytów z wymiennymi szczękami lub w układ wymiany uchwytów ze specjalizowanego magazynu. Należy także zautomatyzować załadunek części przy zastosowaniu robotów przemysłowych, sterowanych programowo.

5.3. Szlifierki do płaszczyzn

Do obróbki części płaskich i stopniowanych przeznaczone są szlifierskie półautomaty do płaszczyzn mod. 3E711WF2 (rys. 5.2), 3E721WF3-1 i 3L722WF2 (tab. 5.5), [47, 63, 69].

Parametry	Model obrabiarki	
	3E711BWF2	3E721WF3-1
Największe wymiary szlifowanych wyrobów, mm	200×630×450	320×600×350
Największa masa szlifowanych wyrobów, kg	220	300
Wymiary stołu (długość×szerokość), mm	630×220	
Moc silnika elektrycznego napędu ścienicy, kWt	5,5	7,5
Wymiary gabarytowe obrabiarki, mm	2730×1820×2050	3500×3500×2090
Masa obrabiarki, kg	3400	6150
Producent	Fabryka Obrabiarek w Orszy	Fabryka Obrabiarek w Lipiecku

Tab. 5.5.
Podstawowe charakterystyki techniczne
półautomatów szlifierskich
do płaszczyzn



Rys. 5.2. Półautomat szlifierski do płaszczyzn 3E711WF2

Części mocowane są na stole krzyżowym lub na płycie magnetycznej. Na obrabiarce 3E721WF3-1 obrabiane są części w prostokątnym lub biegunowym układzie współrzędnych.

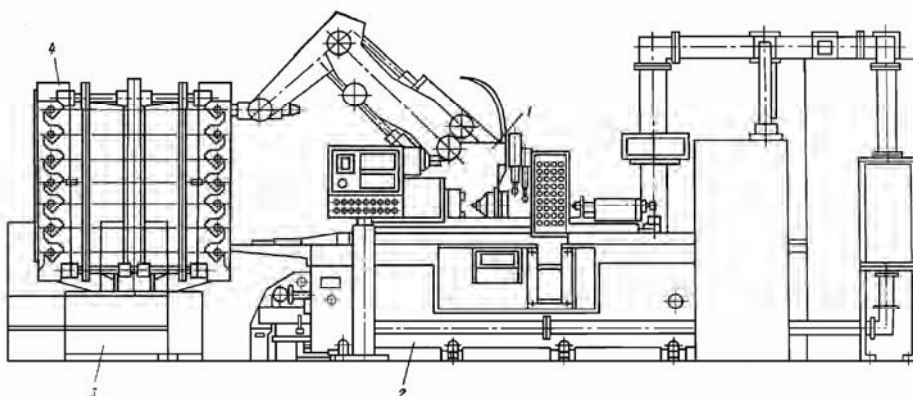
W prostokątnym układzie współrzędnych obróbka może być wykonywana ściernicą metodą wcinania lub metodą obchodzenia konturu obciągniętą ściernicą. Obciąganie ściernicy i obróbka części zamocowanych na stole wykonywane jest automatycznie od układu NC. Pył i szlam zmywane są cieczą smarującą – chłodzącą, a następnie oddzielane przez separator magnetyczny i zrzucane na transporter odprowadzający.

Po automatyzacji operacji załadowczo - rozładowczych obrabiarki te mogą być włączone w skład ESP.

5.3. Szlifierskie EMP

Do zewnętrznego szlifowania gładkich i przerywanych powierzchni cylindrycznych i stożkowych wałów w cyklu automatycznym przeznaczony jest szlifierski EMP CHSZK – 001 (rys. 5.3), produkowany w Charkowskiej Fabryce Obrabiarek [47].

Składa się on z obrabiarki 3K151WF20 2, robota przemysłowego CHSZR-001 1, urządzenia magazynowego 3, palety 4. Powierzchnie cylindryczne, czołowe i stożkowe obrabiane są według programu. Do szlifowania powierzchni stożkowych górny stół obraca się o określony kąt. Robot wolnostojący, mogący wykonywać przemieszczenia w pięciu osiach, pobiera część z kasety – zasobnika, ustawia ją w linii kłów obrabiarki, umieszcza w szeroko zakresowym uchwycie, wykonuje ponowne ustawienie i wyjmuje obrobioną część.



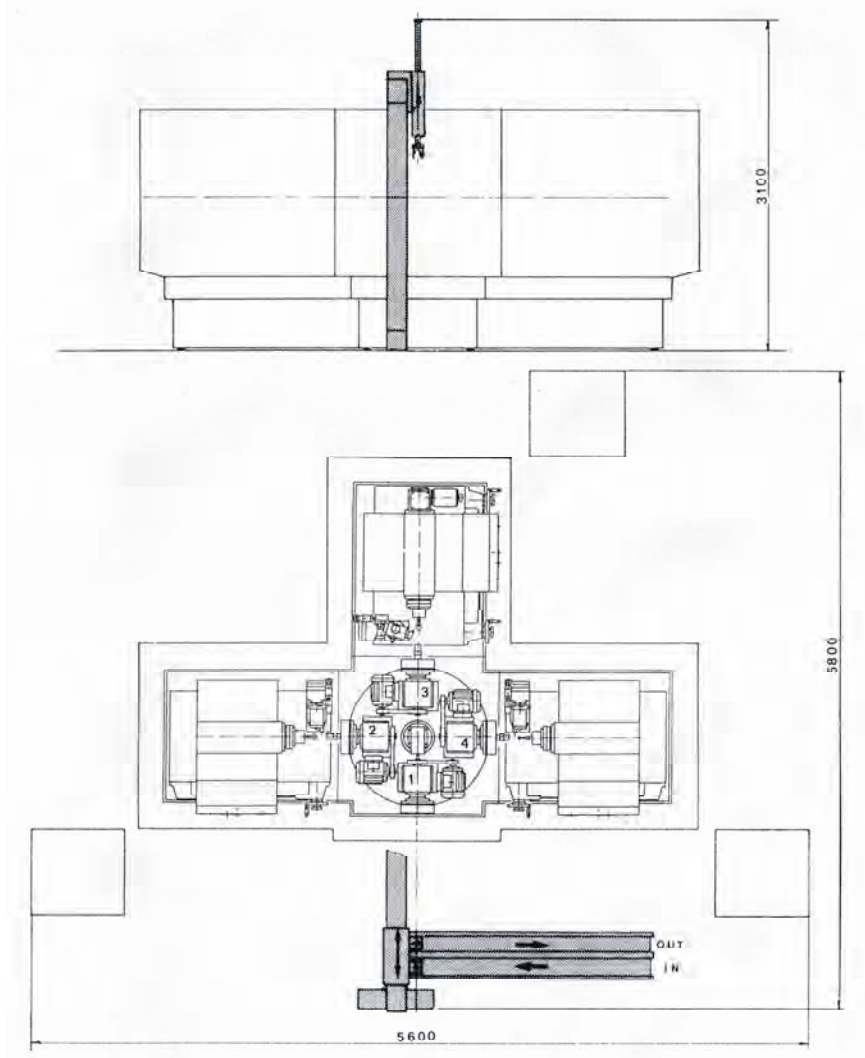
Rys. 5.3. Szlifierski EMP CHSZK -001

Robot wyposażony jest w trzy szybkozmiennie uchwyty o szerokim zakresie, umożliwiające zacisk wałów o średnicach 25...200 mm. Czas zmiany uchwytu nie jest dłuższy niż 1 minuta. Odpowiednie oprogramowanie umożliwia ich wymianie automatyczne. Obrabiarka i robot sterowane są od urządzenia NC na bazie mikrokomputera. Obrabiarką steruje urządzenie NC mod. 2M32, a robotem – urządzenie NC mod. 2R32. Kaseta - zasobnik posiada cztery zdejmowane przyrządy o pojemności 8...20 części każdy, co umożliwia autonomiczną pracę EMP w ciągu 8 godzin. Robot może obsługiwać dwie obrabiarki.

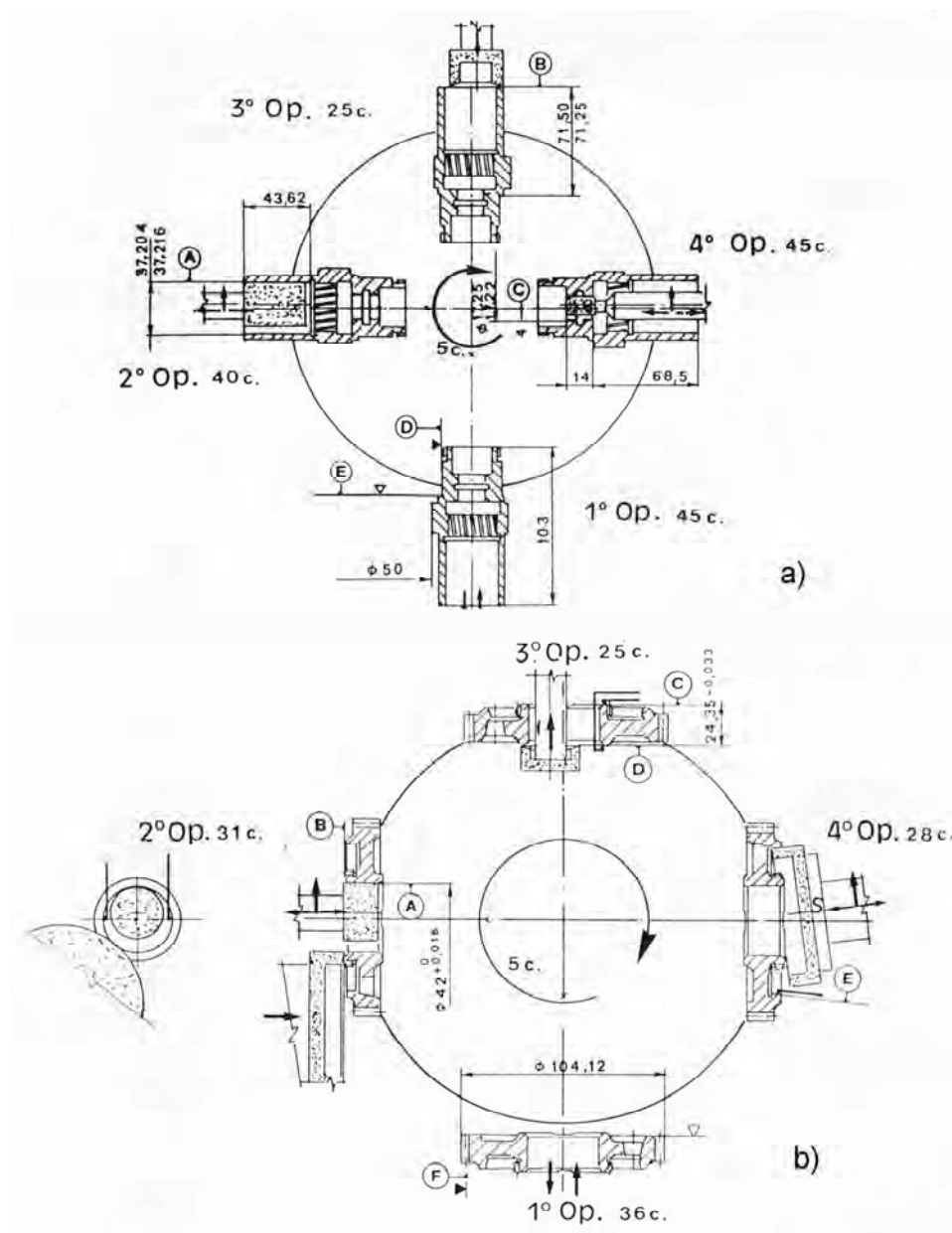
Włoska firma „Meccanica Nova”, rozszerzając zakres zastosowania swoich szlifierek do wałków, opracowała nową rodzinę obrabiarek typu „NOVAmodul”, które znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle maszynowym i ciągnikowym. Szlifierskie EMP (rys. 5.4) „Meccanica Nova” mają łożo, umożliwiające regulację kąтового położenia prowadnic wrzecienników i centralnego stołu obrotowego. Indeksacja jest realizowana poprzez jego podniesienie i obrót na poduszce hydrostatycznej. Na stole obrotowym są mocowane i obrabiane jednocześnie trzy części, a dodatkowo jedna część znajduje się w pozycji załadunku – wyładunku. Trzy wrzecienniki szlifierskie wykonują podstawowe operacje szlifowania powierzchni wewnętrznych (otworów cylindrycznych, stożków skrawających, stożków wewnętrznych i zewnętrznych). Na rys. 5.5 pokazano szkice operacyjne obróbki części „krzywka” (a) i „koło zębate” (b) w EMP „NOVAmodul 4T” [24, 47, 72].

Urządzenie załadunkowo – transportowe portalowego typu do zmiany obrabianych części, a także magazyn i układ automatycznej wymiany wrzecion szlifierskich ze ściernicą umożliwiają wbudowywanie EMP w linię automatyczną lub ESP.

Do szlifowania powierzchni czołowych i wewnętrznych kół zębatach i tulei opracowano konstrukcję EMP „MiniNOVA T” (rys. 5.6). Widok ogólny EMP „MiniNOVA T” z portalowym urządzeniem załadowniczym i automatyczną wymianą ściernicy przedstawiony jest na rys. 5.7. Operacja wymiany ściernicy zobrażowana została na rys. 5.8.



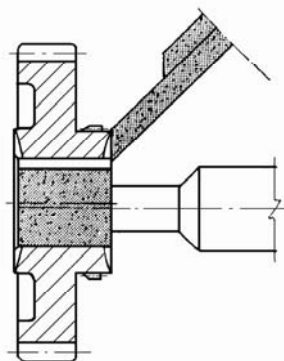
Rys. 5.4. Szlifierski EMP „NOVAmodule” firmy „Meccanica Nova” (Włochy)



Rys. 5.5. Szkice operacyjne obróbki „NOVA modul 4T”

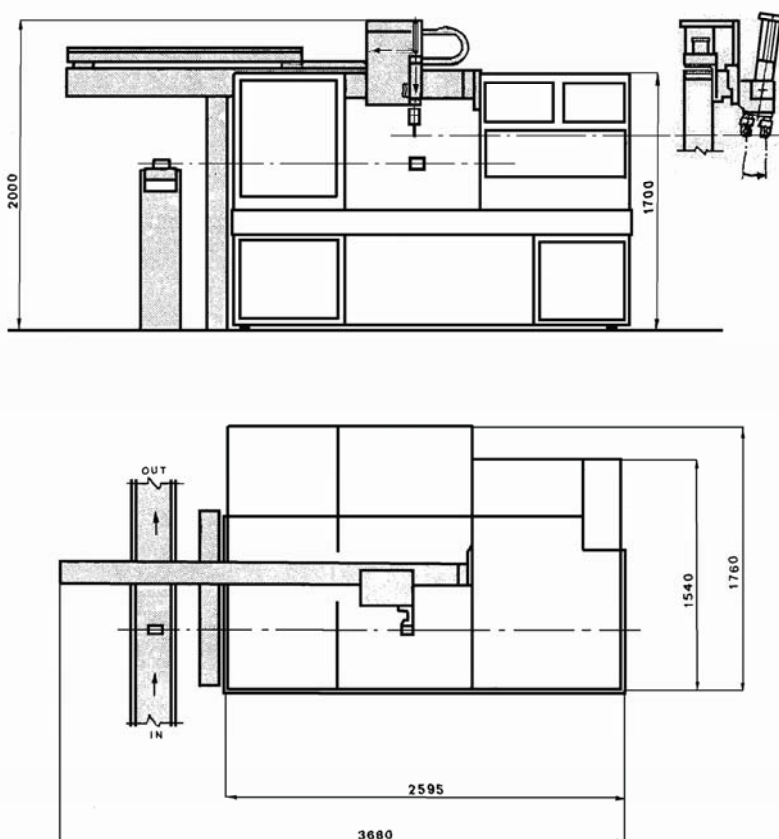


a)

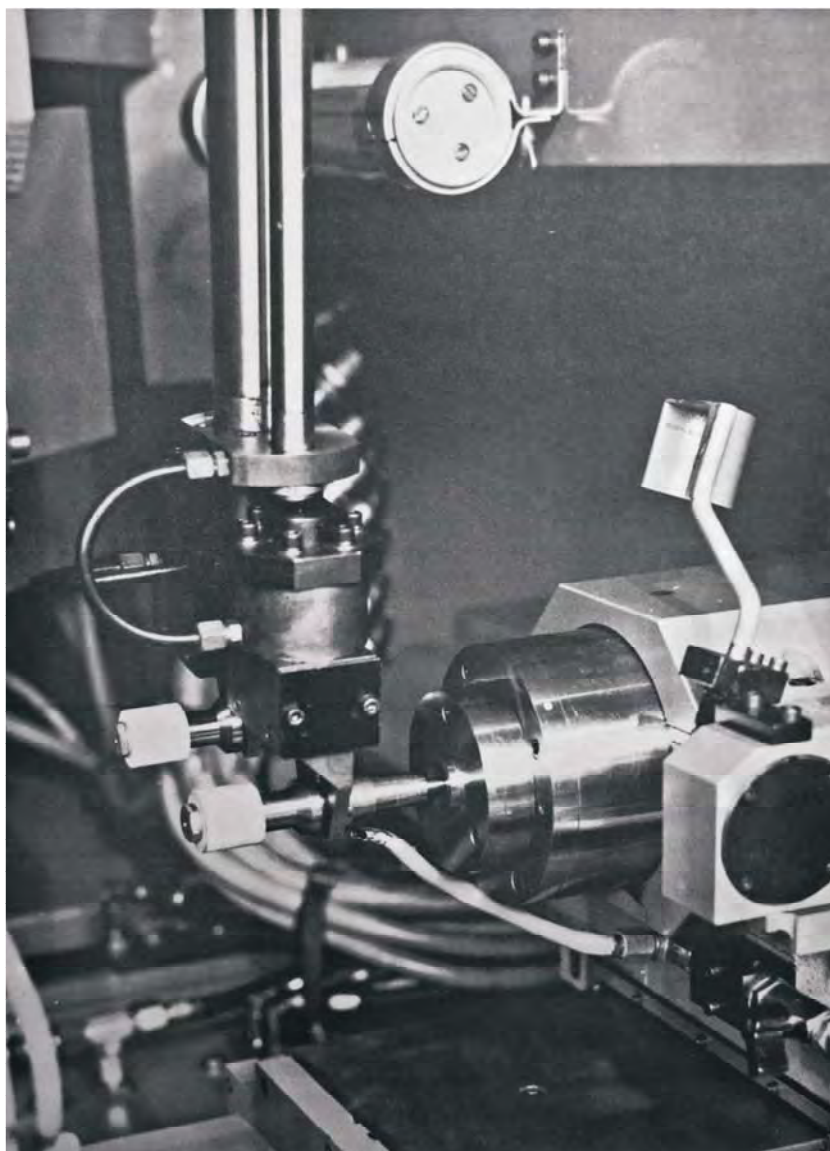


b)

Rys. 5.6. Szlifierski EMP „MiniNOVA T” (a)
i schemat operacji szlifowania koła zębatego (b)

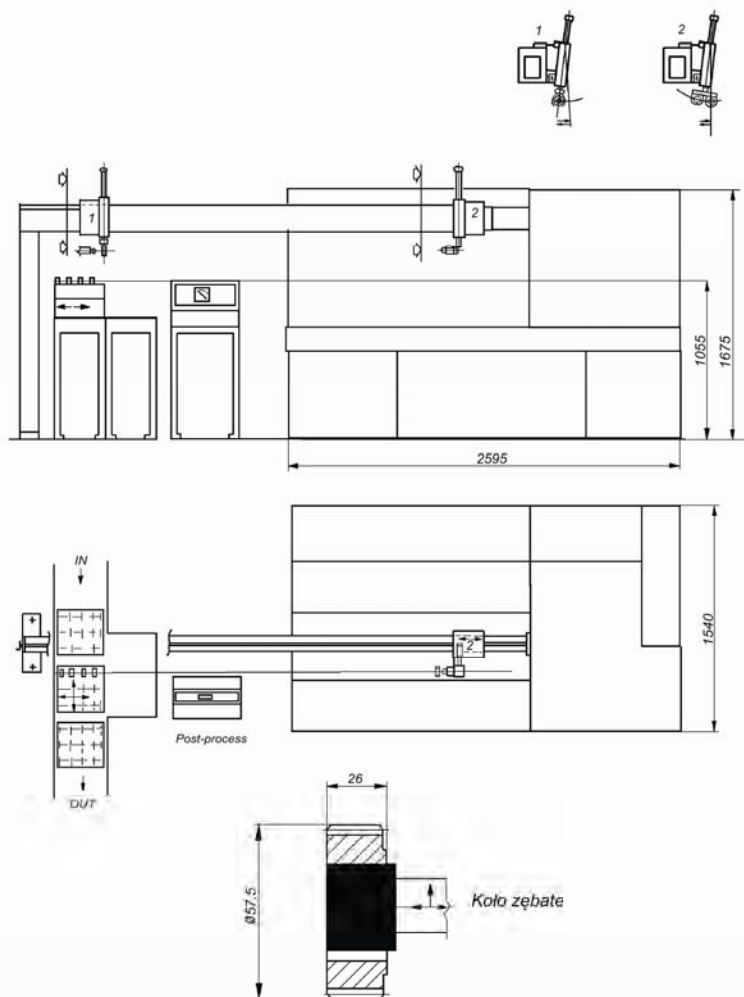


Rys. 5.7. Widok ogólny „MiniNOVA T” z portalowym urządzeniem
załadunkowym



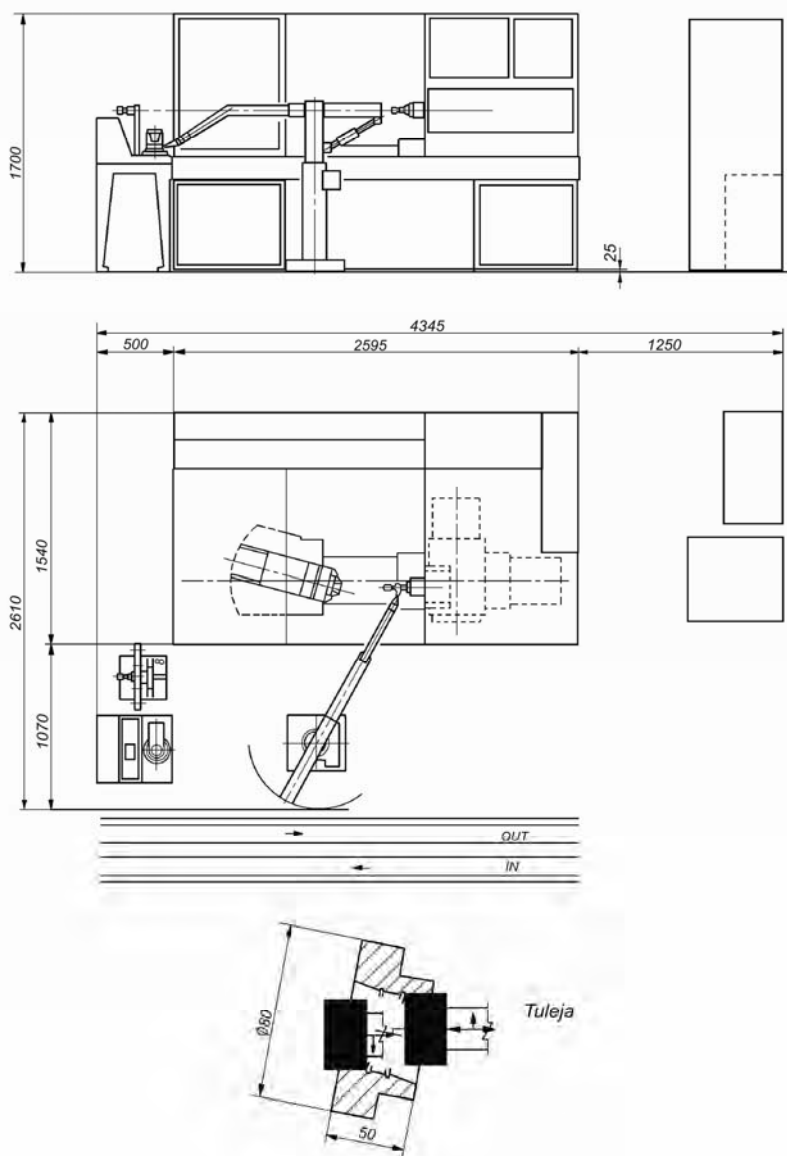
Rys. 5.8. Automatyczna wymiana ściernicy w EMP „MiniNOVA T”

Jeden z wariantów zastosowania EMP przewiduje zastosowanie przenośnego urządzenia załadownego z dwoma sankami (rys. 5.9). Zmiana parametrów obrabianych wyrobów wykonywana jest na stacji (post – process).



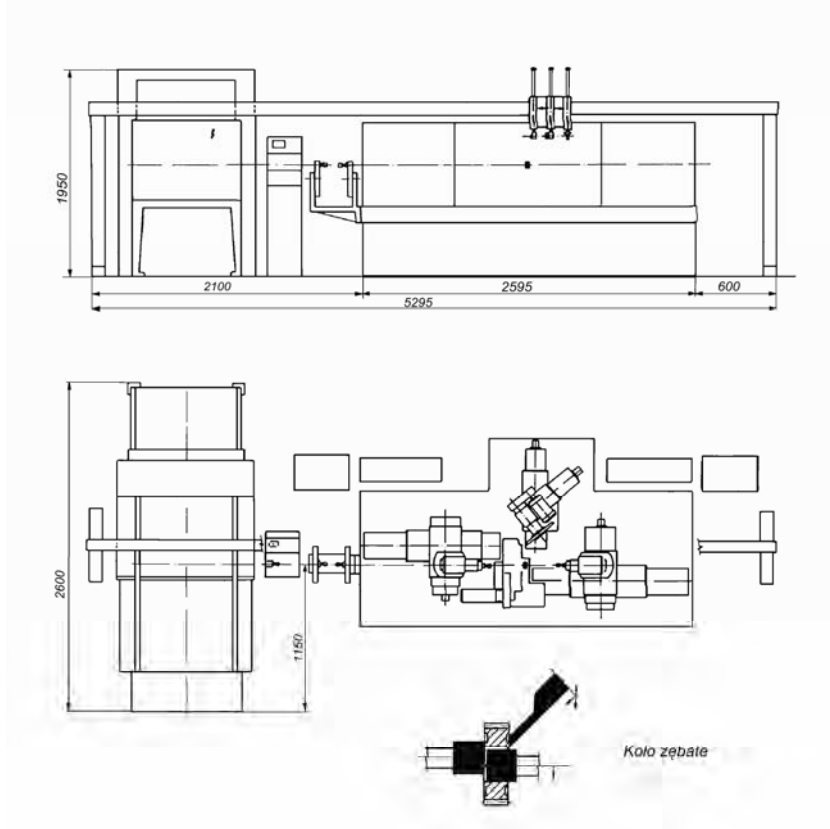
Rys. 5.9. Widok ogólny szlifierskiego EMP z przenośnym urządzeniem załadowczym i stacją pomiarów wyrobów

Wariant konstrukcji szlifierskiego EMP „MiniNOVA” z robotem wolnostojącym do wymiany ściernicy (rys. 5.10) również przewiduje stację (post-process) do kontrolnych pomiarów obrobionych wyrobów.



Rys. 5.10. Szlifierski EMP z robotem wolno stojącym i stacją kontrolnych pomiarów części

Przenośne urządzenie załadownicze i automatyczna wymiana ściernicy na dwóch wrzecionach EMP „MiniNOVA L” pokazane są na widoku ogólnym (rys. 5.11), [1, 27, 47, 64].



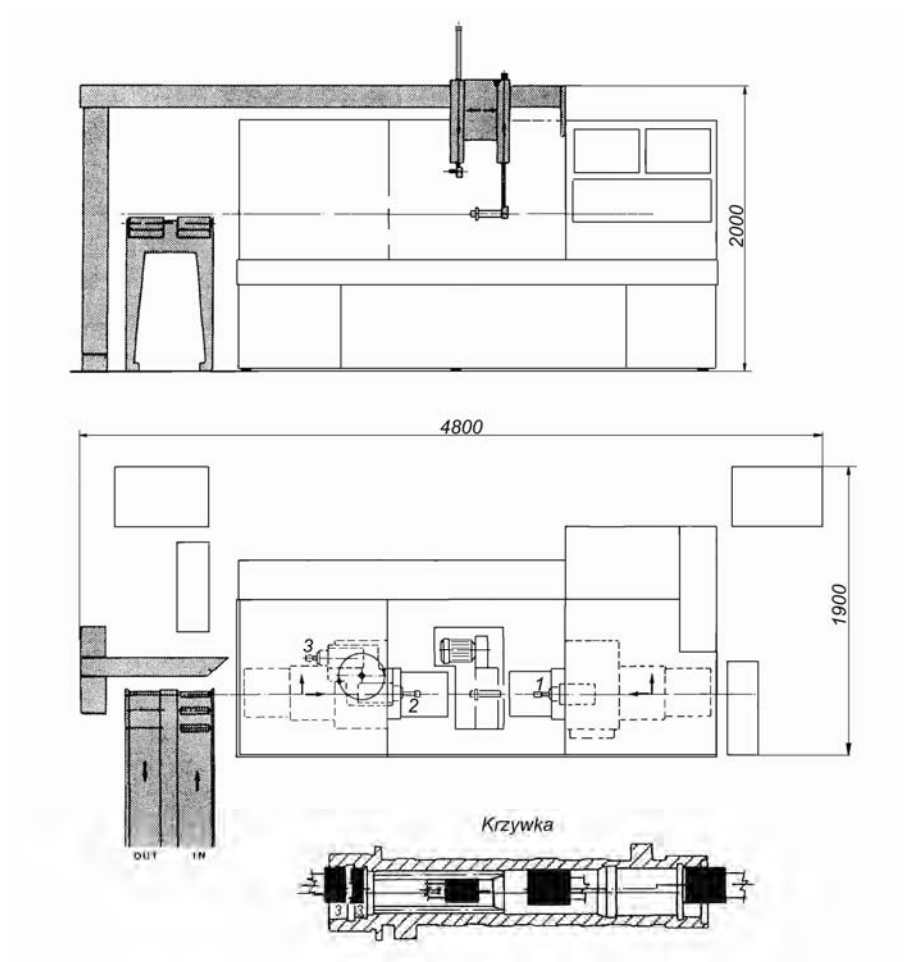
Rys. 5.11. Szlifierski EMP „MiniNOVA L” z przenośnym urządzeniem załadowczym i automatyczną wymianą ściernicy na dwóch wrzecionach

Portalowe urządzenie załadowcze w analogicznym EMP stosowane jest do szlifowania wewnętrznych powierzchni cylindrycznych i występów krzywki (rys. 5.12).

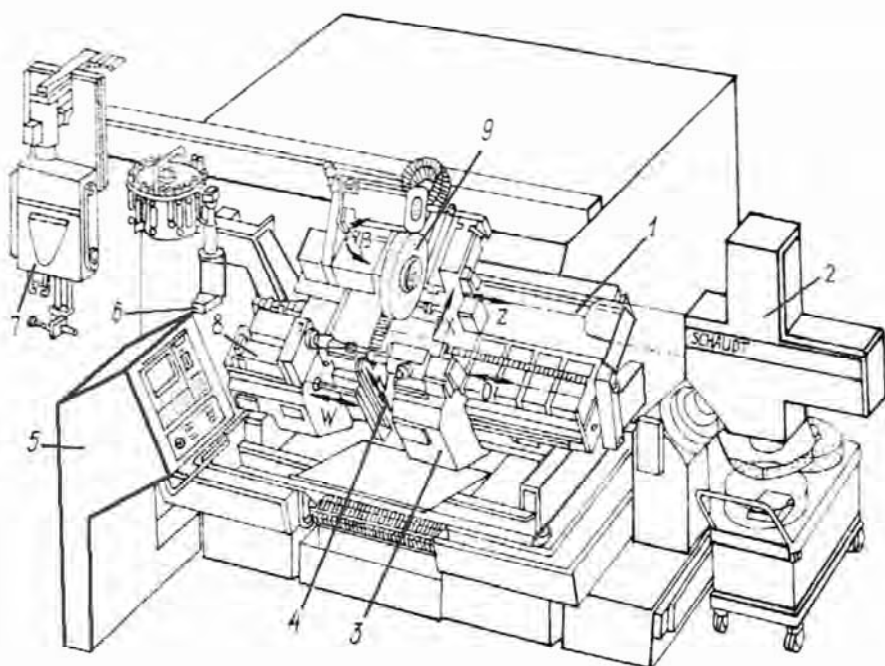
Przytoczone warianty szlifierskich EMP są stosowane dosyć szeroko w fabrykach samochodów przy produkcji części silników i skrzynek prędkości, przyczyniając się w istotny sposób do zwiększenia wydajności i jakości obróbki.

W szlifierskim EMP firmy „Schaudt” (rys 5.13) przewidziana jest automatyczna wymiana ściernicy (do szlifowania zewnętrznego). W tym celu zespół szlifowania 9 na suporcie krzyżowym przemieszczany jest do prawego zewnętrznego zęba pochylonej stacji 1 i przy pomocy przyrządu 2 wykonywana jest automatyczna zmiana. Oprócz tego możliwa jest automatyczna zmiana z magazynu (o 24 pozycjach) głowic szlifierskich przy pomocy głowic 6 (z lewej strony łoża). Do automatycznej wymiany wyrobów, zamocowanych we wrzecienniku 8 i koniku 3, przeznaczone jest sterowane urządzenie załadowcze 7.

W zależności od modyfikacji obrabiarka wyposażona jest w urządzenie NC 5 („Siemens 810” – do 4-ch osi lub „Siemens 850” – do 15 osi). Pomiary średnic i długości wykonywane są przez urządzenie 4 w trakcie procesu obróbki części w dowolnym miejscu (współrzędna W). Do podtrzymywania długich części wykorzystywana jest śledząca luneta i konik 3.



Rys. 5.12. Szlifierski EMP „MiniNOVA L” z portalowym urządzeniem załadowniczym



Rys. 5.13. Szlifierski EMP firmy „Schaudt”

6. Obrabiarki do kół zębatach

Opracowanie mikroprocesorowych układów NC umożliwiło zwiększenie dokładności obrabiarek do obróbki uzębień, zdjęcie ograniczenia odnośnie ilości osi sterowanych, elektroniczną synchronizację ruchów i korekcji.

Aktualnie układy NC praktycznie stosowane są we wszystkich obrabiarkach do obróbki kół zębatach: frezarkach, dłutownicach, strugarkach, szlifierkach, a nawet zataczarkach do narzędzi do kół zębatach.

Najszerzej z tej grupy rozpowszechnione są frezarki do kół zębatach NC.

Stosowane są dwa rodzaje struktur sterowania w obrabiarkach do kół zębatach:

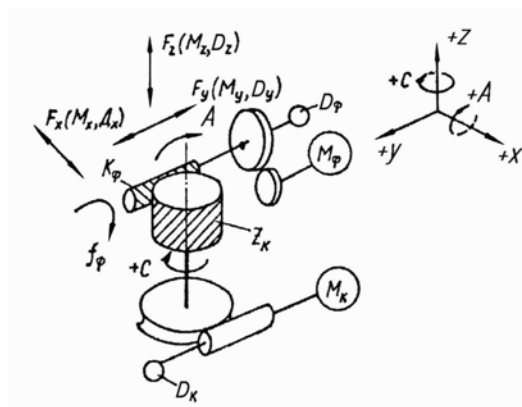
1) ze współrzędną główną (główny napęd), kiedy sterownik głównej współrzędnej (obrotu freza) jest sterującym, a prędkości wszystkich pozostałych współrzędnych ustalane są przez NC z wykorzystaniem sygnałów pochodzących od sterownika, w tym przypadku uzyskiwana jest wysoka dokładność kinematyczna nawet przy niestabilizowanej prędkości freza;

2) bez współrzędnej głównej, kiedy wszystkie ruchy sterowane są według identycznych zasad od NC według zadanego programu, przy tym należy zagwarantować wysoką stałość prędkości przemieszczeń.

Obrabiarka do kół zębatach NC firmy „Pfauter” (Niemcy) pracuje w pięciu współrzędnych (rys. 6.1), główną współrzędną jest wrzeciono frezarskie [22, 33, 60].

W celu porównania kolejności impulsów, zdejmowanych ze sterownika S_f freza (fr), o napędzie M_f , i sterownika S_k obrotu stołu z nacinaną częścią (f_k), o napędzie M_k , stosowany jest iloraz częstotliwości:

$$\frac{f_\phi}{f_\kappa} = \frac{Z_\kappa}{Z_\phi}.$$

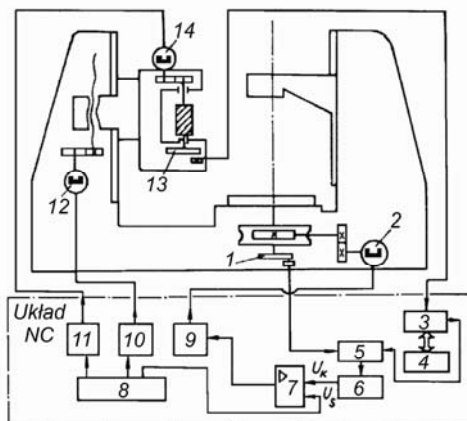


Rys. 6.1. Schemat ideowy frezarki do kół zębatach ze współrzędną główną

Przesunięcie porównywanych częstotliwości kształtuje sygnał korelacyjny do sterowania napędem stołu M_k .

Do nacinania zębów skośnych w kołach cylindrycznych częstotliwość impulsów sterownika S_f sumuje się z częstotliwością impulsów sterownika S_k posuwu osiowego f_z lub odejmuje w zależności od kierunku pochylenia zębów. Parametry wykonywanego koła zębatego jako wielkości określone wybierane są przełącznikami i wprowadzane do urządzenia obliczeniowo - decyzyjnego w celu obliczenia danych do obróbki części. Dla posuwów promieniowych f_x i stycznych f_y freza przewidziane są napędy krokowe M_x , M_y i sterowniki S_x , S_y . Parametry skrawania ustalane są potencjometrami.

Obrabiarka do kół zębatach firmy «Kashifuji» (Japonia) KS300NC wyposażona w układ mikroprocesorowy FANUC-6B.



Rys. 6.2. Schemat strukturalny obrabiarki do kół zębatach z otwartym schematem kinematycznym

We frezarkach do kół zębatach NC przy braku mechanicznych powiązań między współrzędnymi (rys. 6.2) przewidziano sterowanie napędami współrzędnych X, Y, Z, U i W (dla współrzędnych X i Z napędy nie są pokazane). W układzie NC przewidziana jest korekcja rozbieżności między położeniami kątowymi freza i stołu. Zespół korekcji składa się z precyzyjnych przetworników pomiarowych wrzeciona 13 i stołu 1, interfejsu 3, mikroprocesora 4, dyskryminatora fazowego 5, analogowego przetwornika impulsów 6, wzmacniacza sumującego 7. Napięcie wyjściowe analogowego przetwornika impulsów (sygnał korekcyjny U_k), proporcjonalne do średniej wartości sygnału na jego wejściu, podawane jest na wejście wzmacniacza sumującego i sumowane z sygnałem drogi napędu stołu U_s , idącym z bloku sterowania napędami 8 układu NC. Przy braku wzmacniacza korekcyjnego podawany jest sygnał U_s , sterujący przetwornikiem 9 silnika stołu 2. Przetworniki 10 i 11 stosowane są do sterowania silnikami karetki frezarskiej 12 i freza 14.

Układy NC obrabiarek do kół zębatach umożliwiają skrócenie czasu przezbrojenia na małe partie obrabianych kół zębatach od 5 do 8 razy a przy zastosowaniu robotów przemysłowych do załadunku - wyładunku części efekt jest jeszcze bardziej znaczący, szczególnie przy zastosowaniu ich w produkcji seryjnej i wielkoseryjnej.

7. Przyrządy do obrabiarek

7.1. Przyrządy do tokarek

Na tokarkach szeroko stosowane są przyrządy uniwersalne przezbrajane i nieprzezbrajane. Części obrotowe (kołnierze, koła zębate, tuleje, krótkie wałki i inne) ustawiane są w uniwersalnych trójszczękowych uchwytach samocentrujących.

Tokarki zaleca się wyposażać w trójszczękowe zmechanizowane klinowe uchwyty o różnych typach wymiarowych w zależności od możliwości technologicznych stosowanych obrabiarek. Wymiary i charakterystyki technologiczne najczęściej stosowanych uchwytów tokarskich przytoczono w tab. 7.1 i 7.2 [16, 17, 22]. Wszystkie uchwyty, oprócz uchwytu TMP-200 Ø6,95, wyposażone są w szybko przezbrajane, w wyniku zastosowania mechanizmu mimośrodowego, wymienne szczęki. Umożliwiają one osiowanie części szczękami samoosiującymi, a uchwyty typu PZKP (trzyszczękowe zmechanizowane uchwyty klinowe) – samoustawienie szczęk na części przy obróbce jej w kłach. Uchwyty można szybko przezbroid z jednego rodzaju (w uchwycie) na inny (w kłach). Zacisk – zwolnienie wyrobów w uchwytach jest realizowany od napędów hydraulicznych, pneumatycznych lub elektromechanicznych umiejscowionych na tylnym końcu wrzecion obrabiarek.

Uchwyt PZKP-135 Ø8,95 (rys. 7.1) umożliwia uzyskanie dużej siły zacisku. W trakcie obróbki odkuwek, odkuwek matrycowych duże przemieszczenie szczęk umożliwia zaciskanie części z dużymi wpływkami, a przy operacjach wykańczających i kształtujących – zmniejszenie ilości przestawień szczęk. Uchwyty wyposażone są w komplet wymiennych szczęk zaciskowych o różnym kształcie.

Szybkoprzezbrajalny uchwyt klino-zębatkowy (rys. 7.2) umożliwia szybką wymianę kompletu podstawowych szczęk z nakładanymi szczękami po automatycznym wyzębieniu zębów szczęk podstawowych 1 z zębami zębatek 2. Przy obrocie łopatek 4 cylindra hydraulicznego 5 obroty przekazywane są przez wałek zębaty 6 na koło zębate 3, które wchodzi w zazębienie z trzema zębatkami, w wyniku przemieszczenia których ich skośne zęby wyzėbiają się z zębami szczęki. Po przestawieniu lub zmianie szczęk są one ustalane w wymaganym położeniu przez sprężynowe ustalacze. Następnie łopatki cylindra hydraulicznego obracają się w drugą stronę, w wyniku czego zęby zębatek wchodzi w zazębienie z zębami szczęk. Przy dalszym obrocie łopatki cylindra hydraulicznego zębaki przemieszczają szczęki do środka uchwytu, zaciskając obrabianą część. Uchwyty umożliwiają uzyskanie wysokiej siły zacisku.

Tab. 7.1. Parametry tokarskich zmechanizowanych uchwytów trójszczękowych

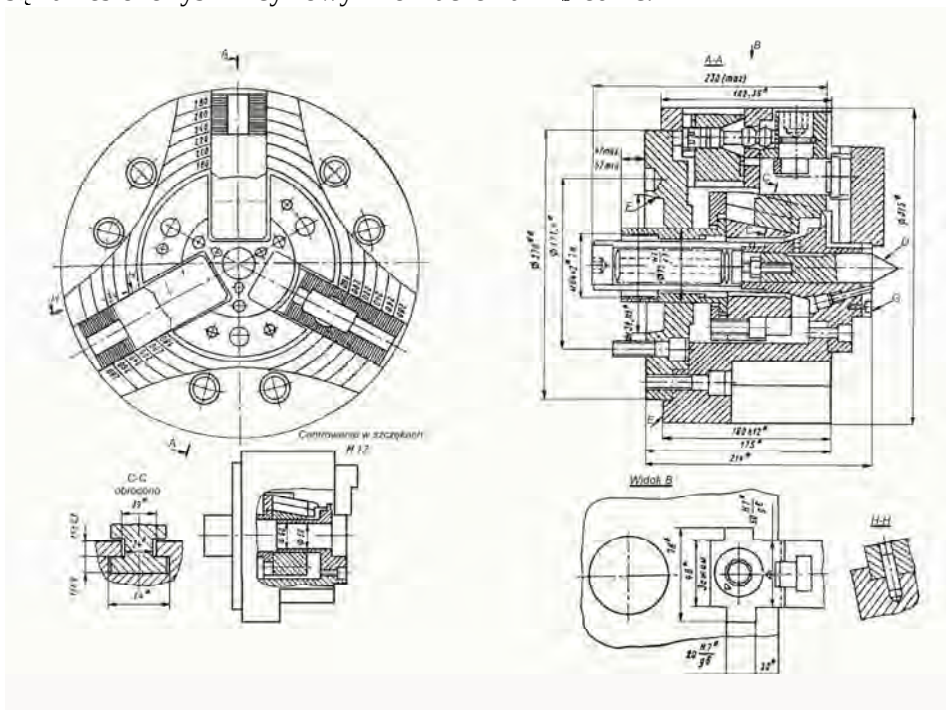
Wymiary, mm	Rodzaj uchwytu				
	TMP-200 Ø6,95	PZK-200 Ø6,93	PZKP-250 6,95(93)	PZKP-315 Ø8,95	PZK-400 Ø11,93
D	200	200	250	315	400
d ₁	65...90 140...165	150...200	160...230	240...315	260...370
d ₂	40...65 115...140	80...150	90...160	135...240	140...260
d ₃	20...40 90...115	—	—	—	—
d ₄	110...130	140...190	150...190	180...280	240...360
d ₅	60...85 85...110	80...140	80...150	100...180	130...240
d ₆	20...40	20...80	20...90	30...125	30...150
d ₇ *	20...40	—	20...90	30...120	—
l ₁	125,3	108	163	177,35	128,3
l ₂	122	105	160	175	125
l ₃	—	—	190	214	—
l ₄	33	33	33	43	43
l ₅	12	16	16	16	16
l ₆	12	16	16	16	16
l ₇	67	65	65	75	75
l ₈	31	33	33	43	43

Tab. 7.2. Charakterystyki techniczne tokarskich zmechanizowanych uchwytów trójszczękowych

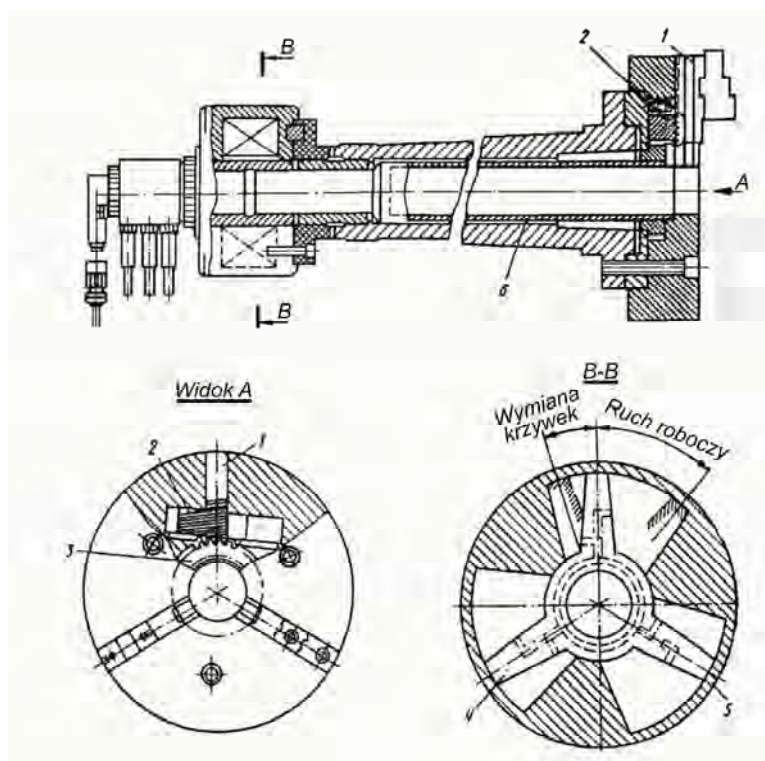
Typ uchwytu	Przesu- nięcie szczęk, mm	Średnica otworu osiowego dla pręta w korpusie uchwytu, mm	Maksymalnie dopuszczalna częstotliwość obrotowa uchwytu, min ⁻¹	Maksymalnie dopuszczalna siła przekazywana od napędu do przemieszczania szczęk, N	Masa uchwytu, kg
TMP-200 Ø6,95	5	51	3500	3000	20,5
PZK-200 Ø6,93	7	—	2500	4000	23,2
PZKP-250 Ø6,95(93)	7	33	4000	6000	36,4
PZKP-315 Ø8,95	7	51	3000	6000	66,3
PZK-400 Ø11,93	7	—	1200	6000	108,7

W uchwytach o średnicy od 250 do 500 mm siła zacisku odpowiednio jest równa od 15000N do 23000N. Układ kompletnych szczęk umożliwia do minimum skrócenie przestojów obrabiarki przy przezbieraniu szczęk. Czas wymiany trzech szczęk wynosi nie więcej niż 30 s.

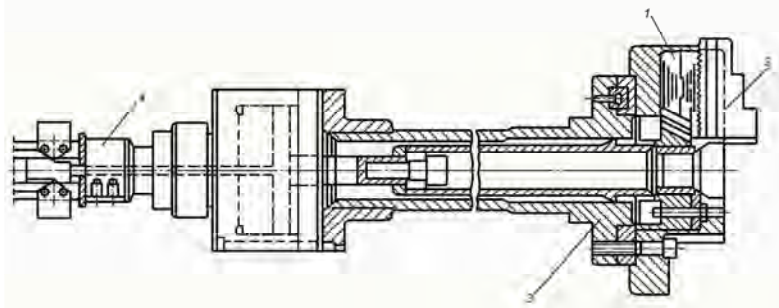
Szybkoprzezbieralny uchwyt klinowy (rys. 7.3) zawiera szczękę 2, tulejkę klinową 3, przemieszczaną za pośrednictwem cylindra hydraulicznego 4, zamocowanego na tylnym końcu wrzeciona. Przy szybkim przezbieraniu szczęk 3 klinowe rowki tulei 3 wychodzą z kontaktu z klinowymi powierzchniami wałków 1. Wyprowadzają sprężynowy ustalacz z rowka wałków 1, w wyniku, czego te ostatnie razem ze szczękami 2 łatwo można wyjąć z otworu i rowków korpusu uchwytu. Wymiana szczęk lub ich przestawienie względem zębów wałków na wymaganą średnicę wykonywana jest poza obrabiarką, po czym szczęki, których zęby znajdują się w zazębieniu z zębami wałków, razem z wałkami szybko są ustawiane w otworach i rowkach korpusu uchwytu. Po czym tuleja 3 za pośrednictwem napędu hydraulicznego przemieszcza się w prawo i skosy klinowe tulei wchodzi w kontakt z klinowymi powierzchniami wałków 1. Do szybkiego ustawienia szczęk na wymaganą średnicę na wałkach są naniesione ryski z cyfrowymi oznaczeniami średnic.



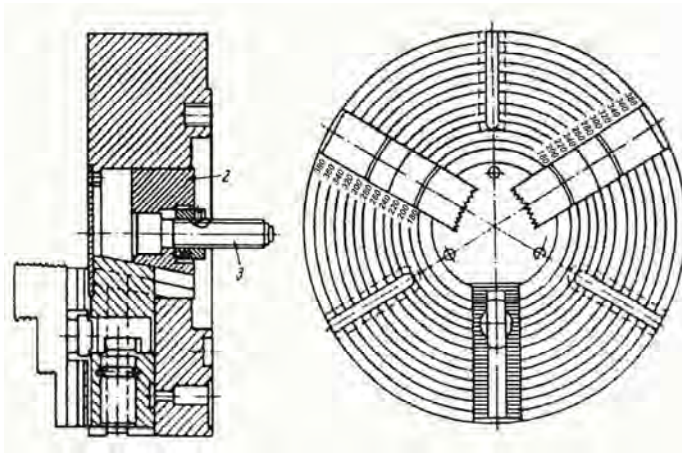
Rys. 7.1. Uchwyt PZKP-315 Ø8,95



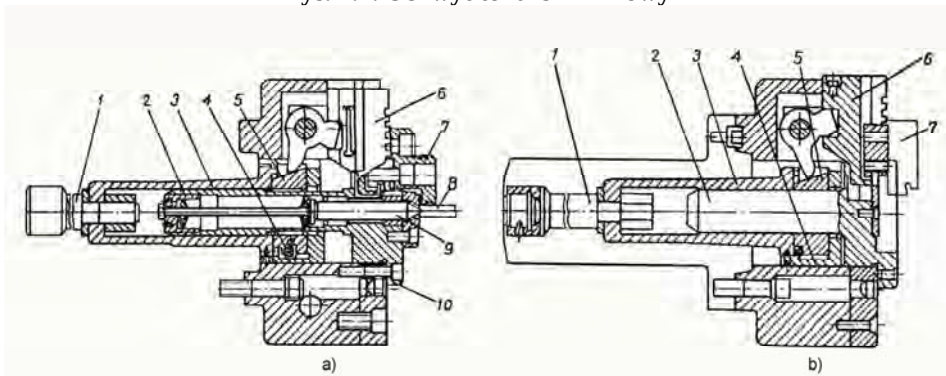
Rys. 7.2. Szybkoprzezbrajalny uchwyt tokarski klinowo – zębatkowy



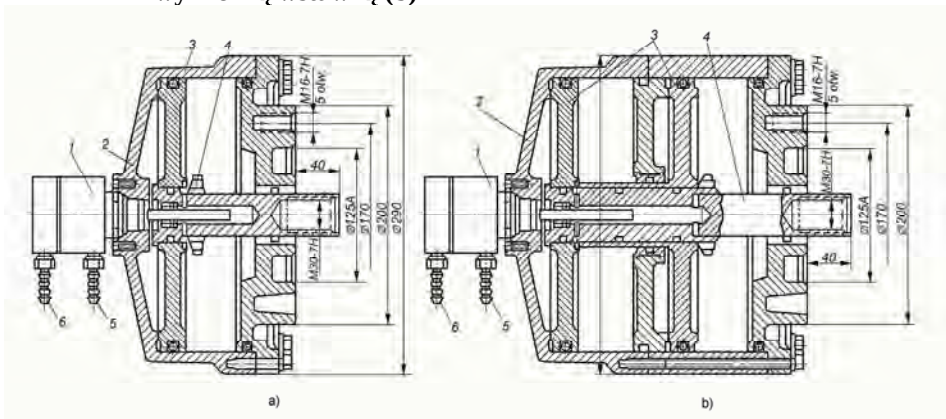
Rys. 7.3. Szybkoprzezbrajalny tokarski uchwyt klinowy



Rys. 7.4. Uchwyt tokarski klinowy



Rys. 7.5. Uniwersalne uchwyty przeznaczane do wykonywania prac w kłach (a) z wymienną wstawką (b)

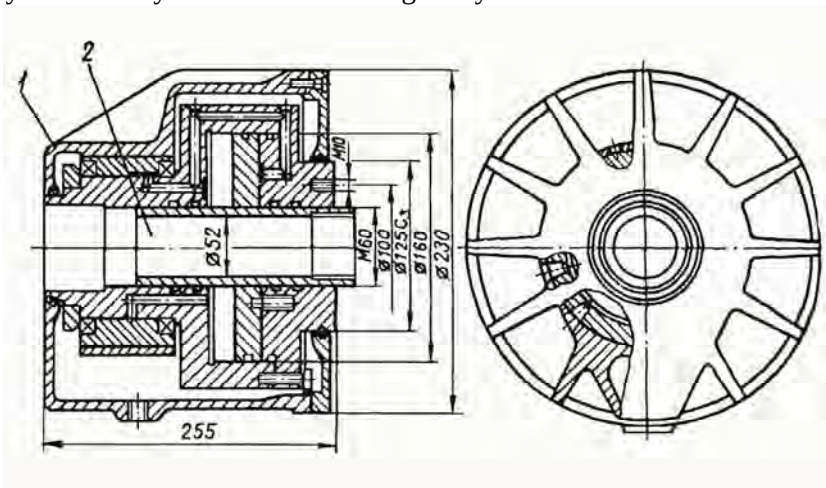


Rys. 7.6. Obrotowe cylindry pneumatyczne: a) pojedynczy P-CW-250, b) podwójny P-CWS-250

Szybka wymiana lub przebrojenie szczęk 1 w uchwycie klinowym typu BZK (rys. 7.4) jest możliwa w wyniku zastosowania urządzenia mimośrodowego, składającego się z cięgła 3 i mimośrodu 2, za pośrednictwem którego realizowane są szybka wymiana i docisk szczęk. Uchwyty wykonywane są o średnicy 200, 250, 315 i 400 mm.

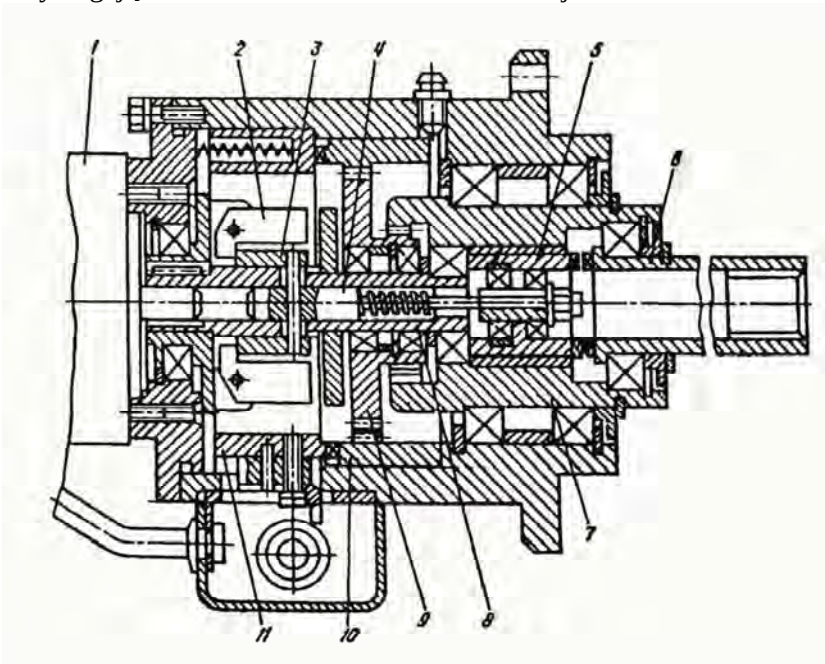
Konstrukcje uniwersalnych przebrajanych uchwytów (opracowanych w ENIMS - Rosja), składających się ze stałej części bazowej i wymiennych wstawek pokazane są na rys. 7.5. Uzbrojenie uchwytu do wykonywania prac w kłach pokazano na rys. 7.5a.. Obrabiane części 8 umieszczane są w kle 9 i mocowane w szczękach 7, ustawionych i zamocowanych w rowkach szczęk podstawowych 6. Siła zacisku szczęki przekazywana jest od napędu cięgłem 1 przez tulejki 3, 4 i mechanizm klinowo – dźwigniowy 5. Przebrojenie uchwytu do wykonywania prac z wymienną wstawką 2 pokazane jest na rys. 7.5b. Moment skręcający jest przekazywany na część przez samonastawienie szczęki 7, w wyniku przemieszczania się w kierunku promieniowym tulei 5 z rowkami klinowymi. Pojedynczy cylinder pneumatyczny obrotowy P-CW-250 (rys. 7.6a) o średnicy 250 mm przeznaczony jest do mechanizacji napędu uchwytów tokarskich i przyrządów, realizujących zacisk wyrobów na tokarkach i tokarkach rewolwerowych. Pod działaniem ciśnienia powietrza 0,6 MPa tworzy się siła pociągowa 3000N. Suw tłoka jest równy 45 mm. Podwójny cylinder pneumatyczny obrotowy P-CWS-250 (rys. 7.6b) wytwarza siłę na trzpieniu równą 5910N.

Hydrauliczny obrotowy cylinder modelu GCW pokazany jest na rys. 7.7. Takie cylindry o średnicach 80, 125, 180 i 200 mm o sile na trzpieniu odpowiednio 5900, 9200, 12300 i 14200N, produkowane w Agdamskiej Fabryce Wyposażenia Obrabiarkowego stosowane są jako napędy hydrauliczne uchwytów klinowych i klinowo – dźwigniowych tokarek NC.



Rys. 7.7. Hydrauliczny cylinder obrotowy GCW

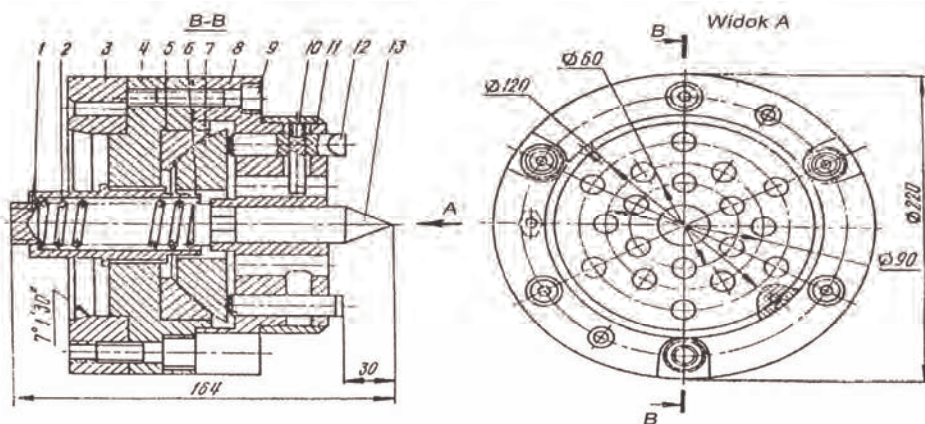
Napęd elektromechaniczny uchwytów tokarskich (rys. 9.8) uzyskiwany jest od asynchronicznego silnika elektrycznego 1. Przy jego wyłączeniu, dźwignie 2, w wyniku działania sił odśrodkowych, obracają się wokół osi i odsadzeniami pierścieniowymi przemieszczają tuleję 3 w kierunku osiowym. Tuleja poprzez kołek oddziałuje na trzpień 4, półsprzęgło 5 osadzone w łożyskach na jego końcu, które przy pomocy szczęk zazębia się z wałkiem wypustowym 6. Koło zębate 7 przekazuje ruch obrotowy od silnika elektrycznego na półsprzęgło 5, przez wałek mimośrodowy 8, mechanizm planetarny 9 i połączenie wypustowe. Półsprzęgło 5 zazębianymi szczękami 10 i 11 przekazuje obroty na wałek wypustowy, który za pomocą wypustów wchodzi we współpracę z mechanizmem wykonawczym uchwytu. Siła pociągowa jest równa 2500N, czas zacisku – 5s. Zaletą takich napędów jest to, że nie wymagają one stosowania źródeł ciśnienia oleju.



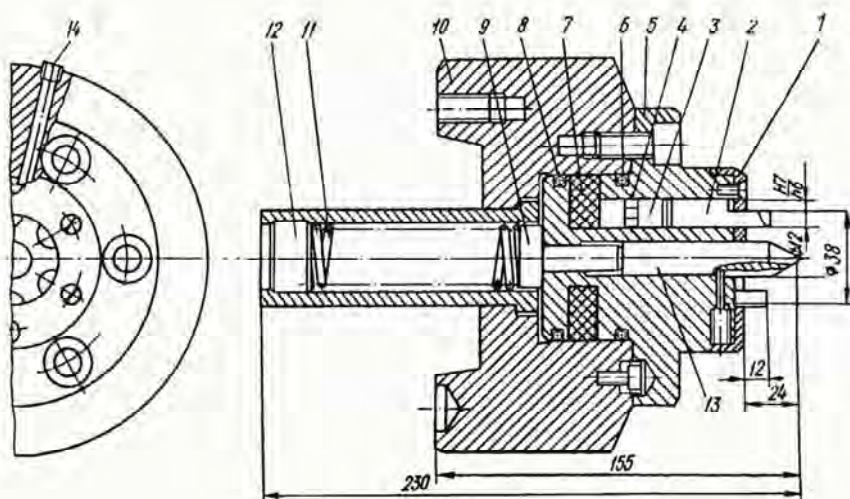
Rys. 7.8. Napęd elektromechaniczny uchwytu, produkowany w Fabryce Wyposażenia Obrabiarkowego w Baranowiczach

Przezbrajany zabierakowy uchwyt trzpieniowy, przeznaczony do części typu wały o średnicach 80...240 mm, pokazany jest na rys. 7.9. Uchwyt umieszczany jest na wrzecionie obrabiarki za pośrednictwem kołnierza 3 i zamocowywany. Trzpień 12 można przestawiać w pokrywie 8 na różne średnice 8 (60, 90 i 120 mm) w zależności od średnicy części. Trzpień 12 opierają się kulistymi końcami o sferyczną oporę 7, ustawioną w łożysku oporowym 5, co gwarantuje samoustawienie trzpieni według czoła części.

W otworze pokrywy znajduje się – ustawiony na sprężynie 2 – kiel pływający 13, umieszczony w tulei 6. Siła sprężyny regulowana jest śrubą 1.

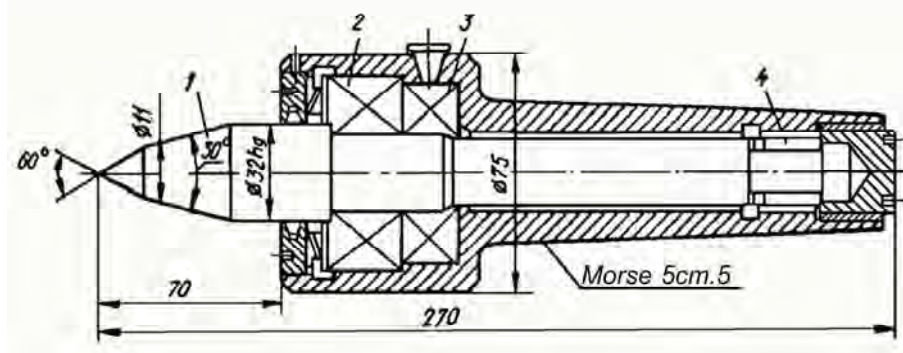


Rys. 7.9. Przezbrajany zabierakowy uchwyt trzpieniowy



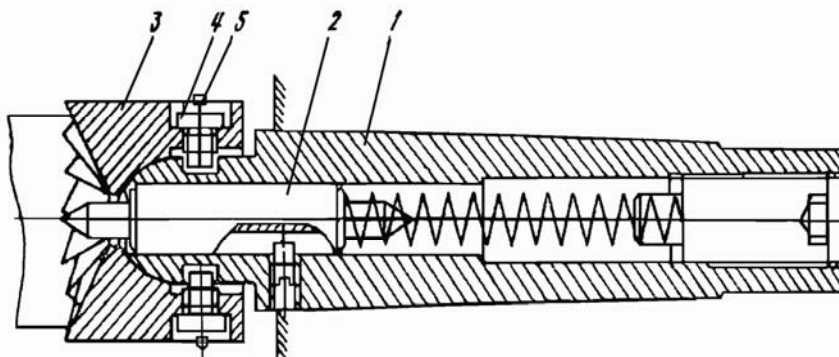
Rys. 7.10. Hydrauliczny uchwyt trzpieniowy konstrukcji DFF

Hydrauliczny uchwyt trzpieniowy Dmitrowskiej Fabryki Frezarek do ustawiania wałów o średnicy 40...60 mm i przekazywania na nie momentu skręcającego pokazany jest na rys. 7.10. W kołnierzu 5, zamocowanym na korpusie 10 ustawionych jest sześć trzpieni 2, zabezpieczonych przed obrotem i wypadaniem pokrywą 1. Trzpień opierają się o nurniki 3, uszczelnione gumowymi pierścieniami 4. W centralnym otworze kołnierza jest kiel samonastawny 13, opierający się o oporę 9.



Kieł tokarski obrotowy (rys. 7.11) wytrzymuje znaczne obciążenia promieniowe i osiowe przy częstości obrotowej wrzeciona 1000 ... 2000 min⁻¹. Kieł 1 osadzony jest na łożyskach: stożkowym wałeczkowym 2, promieniowo oporowym 3 i igłowym 4.

Zabierakowy uchwyt zębaty z kłem samonastawnym (rys. 7.12) przeznaczony jest do wałów o średnicy 10...60 mm. Zębaty zabierak 3 zamocowany jest przegubowo na korpusie uchwytu 1. Moment skręcający przekazywany jest na zabierak przez dwie śruby 4. Pierścień 5 chroni śrubę przed samoczynnym odkręceniem.

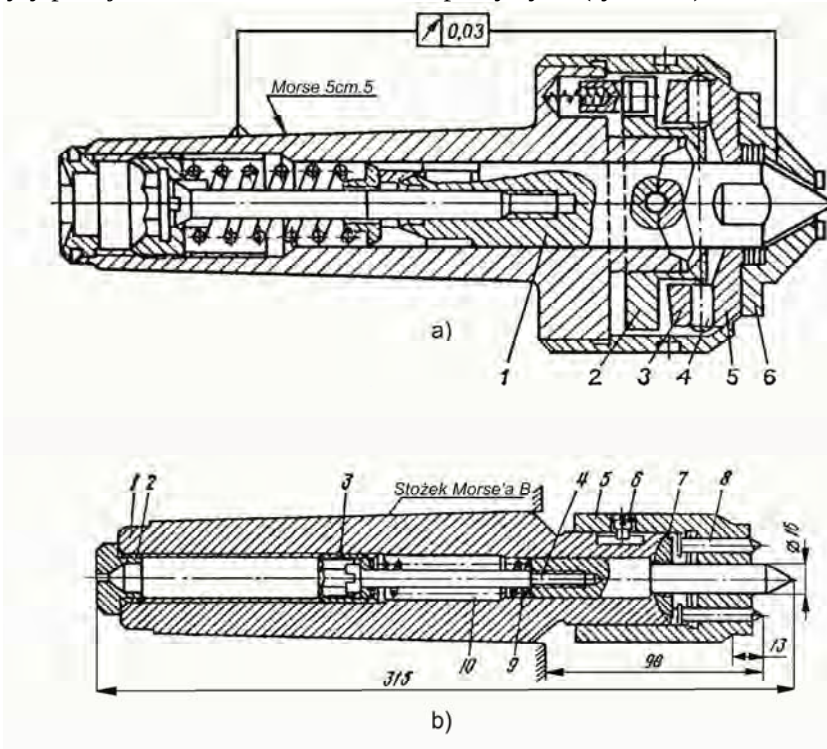


167

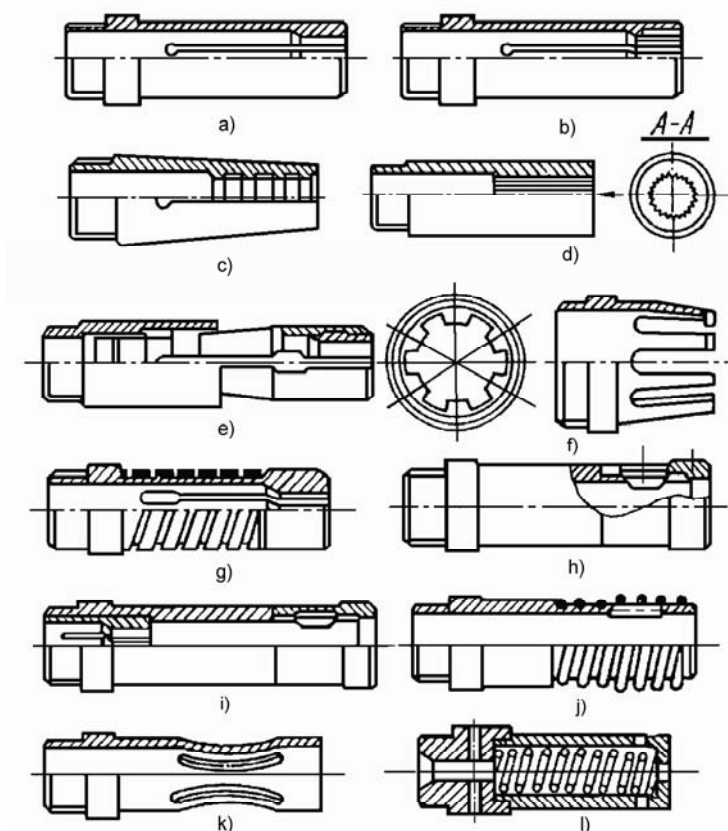
Uchwyt zabierakowy zębaty (rys. 7.13a) z kompletem wymiennych zabieraków przeznaczony jest do dokładnego toczenia wałów o średnicach od 13 do 110 mm. Kieł samonastawny na sprężynie 1 gwarantuje stałą bazę technologiczną. Ustalający się samoczynnie zabierak 6, przemieszczający się po powierzchni tulei 2, ma możliwość wychylania się w dwóch płaszczyznach dzięki dwóm parom wałeczków 4, rozmieszczonych w dwóch wzajemnie prostopadłych rowkach tulei 2, łożu 3 i jarzmie 5.

Uchwyt zabierakowy trzpieniowy (rys. 7.13b) przeznaczony jest do ustawiania w osi i przekazywania momentu skręcającego na wał o średnicach od 30 do 75mm. Uchwyt składa się z korpusu 1, z prawej strony którego wykonany jest otwór pod kieł obrotowy 4, a z lewej - otwór gwintowy, w którym znajduje się korek 2 i nakrętka 3, służąca do regulacji sprężyny 9. Kołpak 5 utrzymuje trzpienie 8, przekazujące moment skręcający na część. Trzpienie opierają się o kulistą śrubę, umożliwiającą samoustawienie trzpieni odnośnie czoła części. Kołpak utrzymywany jest na korpusie śrubą 6. Przesunięcie osiowe kła 4 ograniczone jest śrubą 10.

W automatach do obróbki z pręta, wbudowywanych w ESP stosowane są uchwyty podające i zaciski z elementami sprężystymi (rys. 7.14).



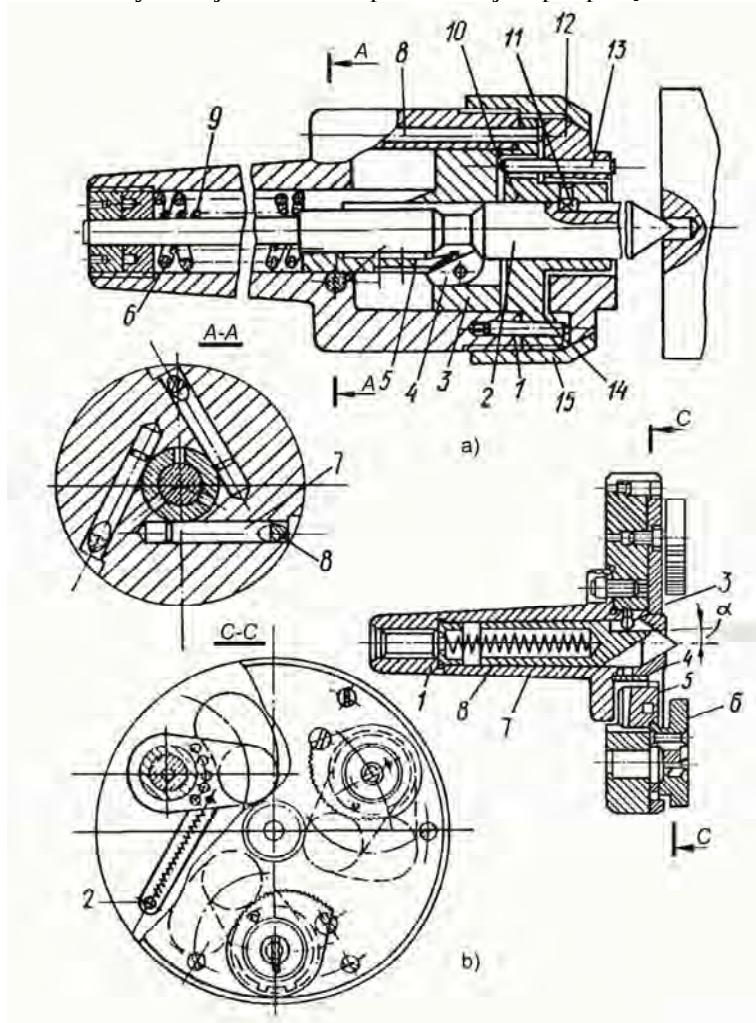
Rys. 7.13 Uchwyt z kompletem wymiennych zabieraków (a)
i uchwyt trzpieniowy (b)



Rys. 7.14. Uchwyty podające i tuleje sprężynujące z elementami sprężystymi:
a) standardowy; b) standardowy z włutowanymi wkładkami;
c) kapronowy; d) gumowy; e) z regulowaną sztywnością wypustek;
f) z wypustkami o przekroju prostokątnym; g) z dodatkową sprężyną wzmacniającą; h), i) z oddzielnymi płaskimi wypustkami; j) z trzpieniami z węgla spiekanego osadzonych na sprężynach; k) z wypustkami dwuoporowymi; l) z wewnętrzną sprężyną cylindryczną

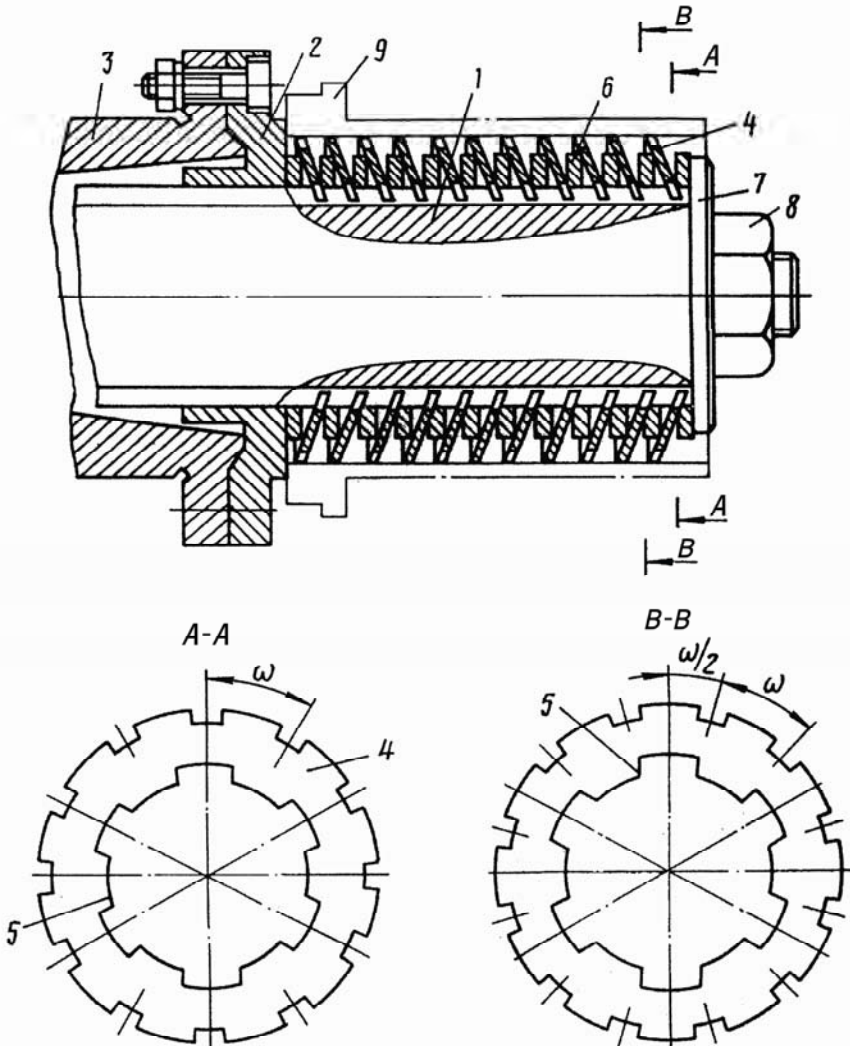
Do mocowania wałów średnich i dużych stosowane są uchwyty zabierakowe o działaniu udarowościowym, których specyfika polega na tym, że wciśnięcie zabieraków w czoło części realizowane jest przed rozpoczęciem obróbki przez masywny osadzony na sprężynie bijnik. W tym przypadku siła docisku może być niewielka, ale wystarczająca do utrzymania części w kłach. Przykładowa konstrukcja takiego uchwytu pokazana jest na rys. 7.15a. W korpusie 1 zamontowany jest kiół obrotowy 2 i bijnik 3 z mechanizmem podnoszenia w postaci zapadki 4 i płaskiej sprężyny 5. Bijnik dociśnięty jest sprężyną 6, siła, której regulowana jest nakrętkami.

Kieł 2 również dociskany jest sprężyną 9 do opory 11, ustawionej w kołnierzu 10. Tarcza zabierakowa 12 z trzema zabierakami 13 powiązana jest kołkami 14 z kołnierzem i utrzymywana kołpakową nakrętką 15. Śruby zabezpieczające chronią zabieraki przed wypadaniem. Tarcza powierzchnią kulistą opiera się na wypychaczach 8, które pochyłymi powierzchniami na drugim końcu przemieszczają tłoki 7, a te ściskają rozcięty uchwyt bijnika, zamykają w taki sposób kieł 2 uchwytu. Bijnik w takim położeniu jest podporą dla zabieraków.



Rys. 7.15. Uchwyty zabierakowe o działaniu udarowościowym (a) i samozaciskowym (b)

W początkowym położeniu kiel jest wysunięty z uchwytu, a zapadka opiera się o fazkę kła. Przy dociskaniu części konikiem kiel 2 przesuwa się w lewo, pociągając za pośrednictwem zapadki bijak. Przy tym sprężyna 6 ulega ścisnieniu. Część przemieszcza się do tej pory, dopóki zapadka nie oprze się o fazkę korpusu i nie zwolni bijnik. Ten w wyniku działania sprężyny uderzy w zabieraki, wciskając je w czoło części, po czym część opiera się o czoło tarczy zabierakowej. Czoło po dosunięciu kła i zabieraka staje się sztywną podporą dla części.

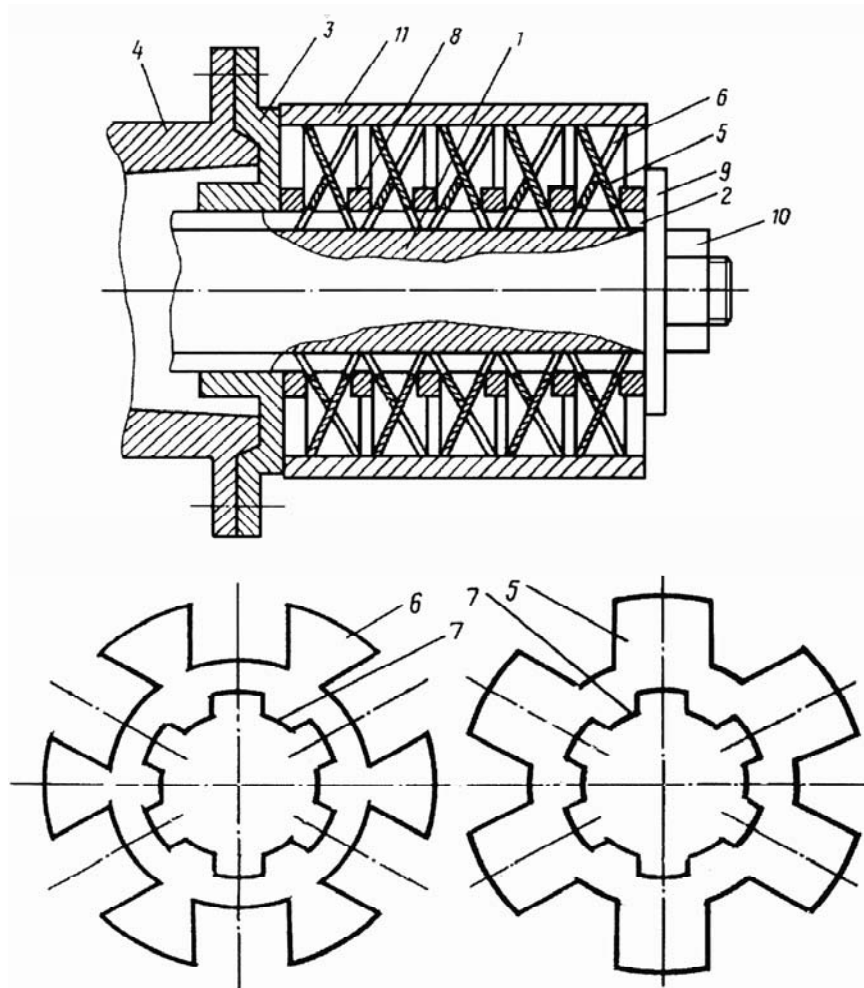


Rys. 7.16. Oprawka do zaciskania części cienkościennych (świadectwo autorskie SU 1151370) [5]

Zastosowanie samozaciskowych uchwytów zabierakowych podczas obróbki części w kłach pozwala w czasie włączania i wyłączania obrotów wrzeciona zaciskać i zwalniać z zacisku części bez dodatkowej straty czasu. Wariant konstrukcji takiego uchwytu pokazany jest na rys. 7.15b. Chwyt 1 korpusu uchwytu mocowany jest w korpusie wrzeciona obrabiarki. Kiedy chwyt nie obraca się, sprężyny 2 utrzymują szczęki 6 w położeniu rozsuniętym. W tym położeniu obrabiana część może być swobodnie ustawiana w kłach. Po ustawieniu części tuleja konika przemieszcza ją razem z kłem 8, ściskając przy tym sprężynę 7 do tej pory, dopóki czoło obrabianej części nie naciśnie na tuleję 4, w wyniku czego będzie unieruchomione za pomocą kulek 3 – tuleja 4 i kiel 8. W początkowym stadium obrotów wrzeciona siły odśrodkowe, przyłożone do przeciwcieżarów 5, obracają szczęki do styku z obrabianą częścią. Dalsze zaciśnięcie części zachodzi w wyniku sił skrawania.

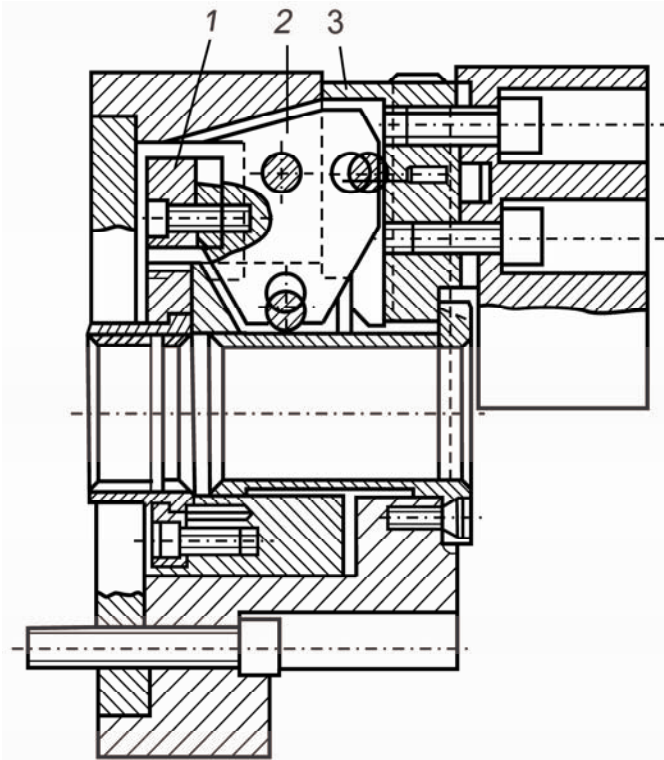
Do mocowania części cienkościennych podczas ich obróbki na tokarkach NC w Sewastopolskim Narodowym Uniwersytecie Technicznym opracowano konstrukcje specjalnych oprawek. Oprawka (rys. 7.16) składa się z trzpienia 1 z rowkami wpustowymi na powierzchni zewnętrznej, kołnierza 2, zamocowanego na wrzecionie 3. W rowkach wpustowych trzpienia 1 rozmieszczone są stożkowe sprężyste elementy zaciskowe 4, na zewnętrznych powierzchniach których wykonane są równomiernie rozmieszczone wgłębienia, a na powierzchniach wewnętrznych wykonane są wypusty 5, wchodzące w rowki wpustowe trzpienia 1. Przy zwolnieniu ustawionej w elementach zaciskowych części 9 trzpień przemieszcza się w lewo, ściskając kolejno elementy zaciskowe 4, które przy tym zwiększają swoją średnicę zewnętrzną, współpracując swoją powierzchnią z wewnętrzną powierzchnią obrabianej części 9, należycie przy tym ją ustalając.

Inna konstrukcja oprawki (rys. 7.17) zawiera w rowkach wpustowych trzpienia 1 stożkowe sprężyste elementy zaciskowe 5 i 6, ustawione parzyście naprzeciwko siebie. Między parami elementów zaciskowych 5 i 6 znajdują się pierścienie pośrednie 8. Obrabiana część 11 ustawiana jest na elementach zaciskowych 5 i 6 do oparcia o kołnierz 3 na wrzecionie 4. Trzpień 1 przemieszcza się w lewo, ściskając pośrednimi pierścieniami 8 elementy zaciskowe 5 i 6, które przy tym zwiększają swoją średnicę zewnętrzną, zaciskając obrabianą część 11.



Rys. 7.17. Oprawka do zaciskania części cienkościennych (świadectwo autorskie SU 1298003) [6]

Przy obracającym się uchwycie zaciskowym w wyniku działania sił odśrodkowych, przyłożonych do szczęk, zmniejsza się siła zacisku a także sztywność zaciśniętej części. W celu zmniejszenia wpływu sił odśrodkowych szczęk na siłę zacisku części w konstrukcji uchwytu dźwigniowego (rys. 7.18) przewidziana jest dodatkowa masa 1, związana z dźwignią 2, która częściowo równoważy szczękę 3. Dodatkowa masa jest mniejsza niż masa szczęki proporcjonalnie do odpowiedniej siły tarcia szczęki w prowadnicach.

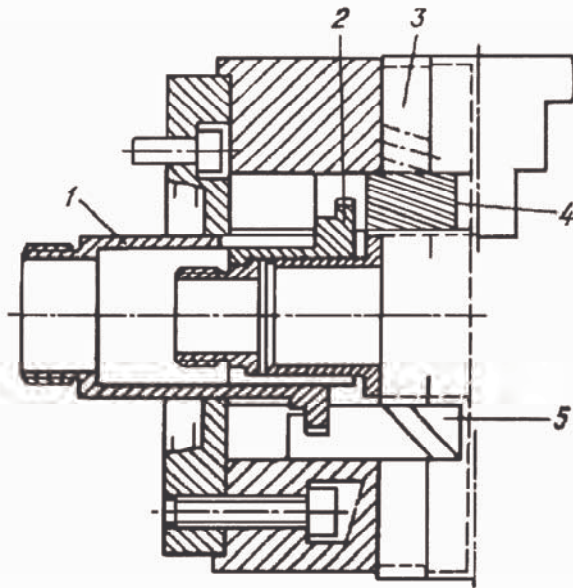


Rys. 7.18. Uchwyt dźwigniowy z kompensacją sił odśrodkowych

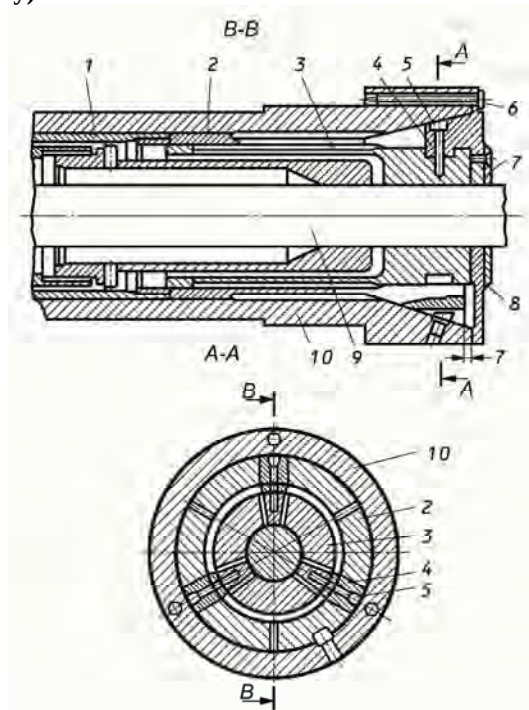
W szybkooprzebrzajalnych uchwytach klinowo - zębatkowych o dwóch zębatkach na średnicach 200, 260 i 315 mm, na przykład, typu 3KGHVNC firmy «Forkardt» (Niemcy) (rys. 7.19), w korpusie znajdują się trzy pary zębatek o zębach skośnych 4 i 5 odpowiednio z dużym i niewielkim kątem pochylenia zębów, zazębiających się z zębami szczęk 3. Zębatki połączone są z tuleją 2, zębatki 5 - z tuleją 1, a obie tuleje z trzpieniem tłoków podwójnego cylindra hydraulicznego. Przy przemieszczeniu zębatek 4 zaciskana – zwalniana jest część (promieniowe przemieszczenie szczęk wynosi 7...8mm). W celu zmiany położenia szczęk zębatki 4 wyzębniają się z nimi [16, 50].

Tulejowy uchwyt o wysokiej dokładności (rys. 7.20) do automatu wielowrzecionowego 1B290-6K w cylindrycznej tulei sprężynującej 3 posiada dodatkowe blaszki sztywno połączone śrubami 5 z występami kołnierza 4, wewnątrz którego znajduje się podkładka gumowa 7.

Występy kołnierza umieszczone są w przecięciach tulei zaciskowej 2, a sam kołnierz sztywno jest połączony z wrzecionem 10 śrubami 6. Uchwyt za pośrednictwem podającej tulei 1 umożliwia podawanie pręta 9 o maksymalnej średnicy $d_{\max} = 100\text{mm}$.



Rys. 7.19. Szybkoprzezbieralny uchwyt klinowo – zębatkowy firmy „Forkwart” (Niemcy)

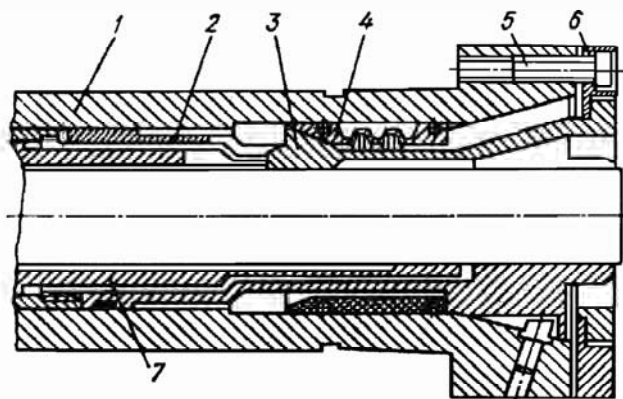


Rys. 7.20. Uchwyt tulejowy o wysokiej dokładności automatu wielowrzecionowego

Równomierność kontaktu szczęk tulei zaciskowej 2 ze stożkiem wrzeciona 10 osiągana jest w wyniku wykonania dodatkowych nacięć na długości, przekraczającej długość szczęk o 20...25 mm. Podkładka ochronna 7 umieszczona jest między czołem kołnierza 4 i tarczą 8.

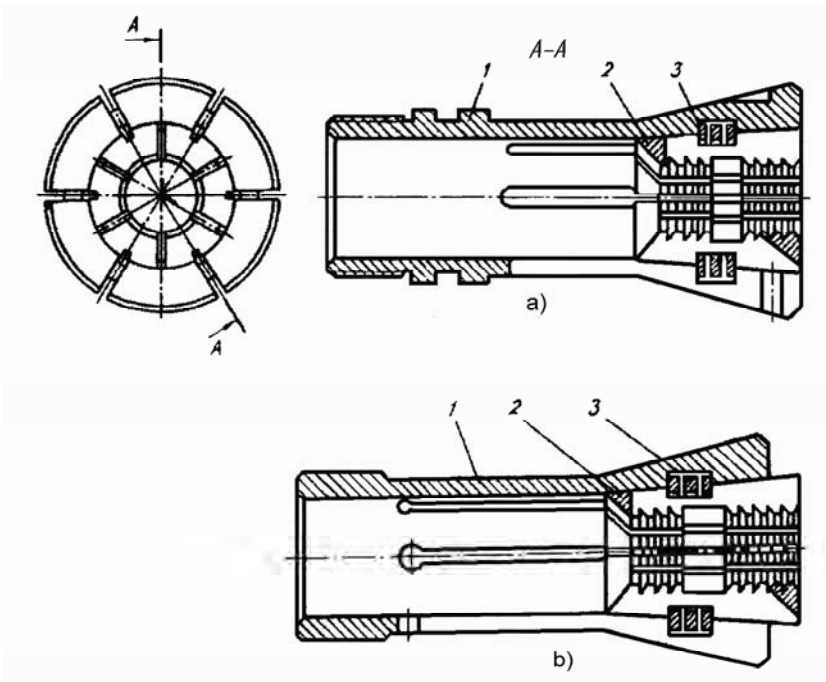
Wyróżniającą cechą uchwytów tulejowych podwójnego zacisku jest występowanie dwóch rzędów zacisku, przy czym drugi rząd może być nieruchomą w kierunku osiowym dodatkową tuleją sprężynującą lub dodatkowymi szczękami o połowie kąta korpusu 2, większym od połowy kąta stożka pierwszego rzędu ($\alpha_1 = 15^\circ$).

Uchwyt (rys. 7.21) składa się z podstawowej 2 i dodatkowej 3 tulei sprężynujących oraz elementu oporowego 4, położonego między stożkami obydwu tulei. Tuleja 3 przymocowana jest do kołnierza 6, który przymocowany jest śrubami 5 do wrzeciona 1. Tuleja 2 za pomocą rury połączona jest z napędem zacisku. Wewnątrz rury znajduje się podająca tuleja sprężynująca 7, występy której po podaniu pręta w celu zmniejszenia długości jego końca rozmieszczone są między szczękami dodatkowej tulei sprężynującej 3. Element sprężysty wykonany jest z tulei karbowanej, rozciętej na trzy segmenty. Przecięcia wypełnione są uszczelkami gumowymi, a segmenty utrzymywane przez dwie sprężyny pierścieniowe lub pierścienie rozcięte.



Rys. 7.21. Uchwyt tulejowy o podwójnym zacisku do automatu wielowrzecionowego

Podczas pracy uchwytu tuleja sprężynująca 2 przemieszcza się w lewo i część siły osiowej poprzez element sprężysty 4 przekazywana jest na dodatkową tuleję 3. Część zaciskana jest początkowo przez nieruchomą tuleję sprężynującą 3, następnie przez tuleję 2, co zmniejsza osiowe przemieszczenie części. W celu zwolnienia części z tulei 2 zdejmowana jest osiowa siła pochodząca od napędu, uchwyt pod działaniem sił sprężystości blaszek tulei rozszerza się.



Rys. 7.22. Uchwyty tulejowe samonastawne o wysokiej dokładności do automatów tokarskich: a) wielowrzecionowych, b) jednowrzecionowych

Uchwyty tulejowe o podwójnym zacisku umożliwiają zwiększenie promieniowej sztywności układu uchwyt – część od 1,5 do 2,5 razy, zmniejszenie naddatków na obróbkę dokładną, a także zużycia obrabianego materiału i narzędzi skrawających.

W automatach tokarskich szeroko stosowane są samonastawne o wysokiej dokładności uchwyty tulejowe z pośrednią wewnętrzną tuleją sprężynującą (rys. 7.22). Uchwyty składają się z podstawowej tulei sprężynującej 1 z otworem stożkowym w szczękach, gdzie znajduje się tuleja sprężynująca 2 wewnętrzna o dwóch przecięciach. W otworze stożkowym podstawowej tulei 1 i na powierzchni stożkowej tulei wewnętrznej 2 wykonane są kanałki pierścieniowe, w których znajduje się tuleja oporowa 3. Uchwyt jest samonastawny w kierunkach kątowym i promieniowym, co decyduje o jego efektywności podczas obróbki prętów okrągłych (sześciokrawędziowych kalibrowanych i walcowanych na gorąco).

W oparciu o to w Politechnice Kijowskiej opracowano i zunifikowano konstrukcje uchwytów do automatów tokarskich wielowrzecionowych (rys. 7.22a) i jednowrzecionowych (rys. 7.22b) [18, 40].

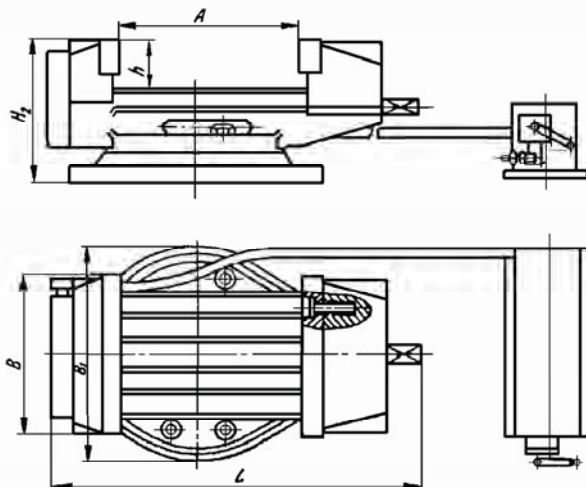
7.2. Przyrządy do frezarek i wiertarko – wytaczarek

Na frezarkach i wiertarko – wytaczarkach obok przyrządów uniwersalnie – nieprzezbrajanych (PUN) stosowane są przyrządy: uniwersalne przezbrajane (PUP), specjalizowane przezbrajane (PSP), uniwersalne składane (PUS), składane – rozbieralne (PSR).

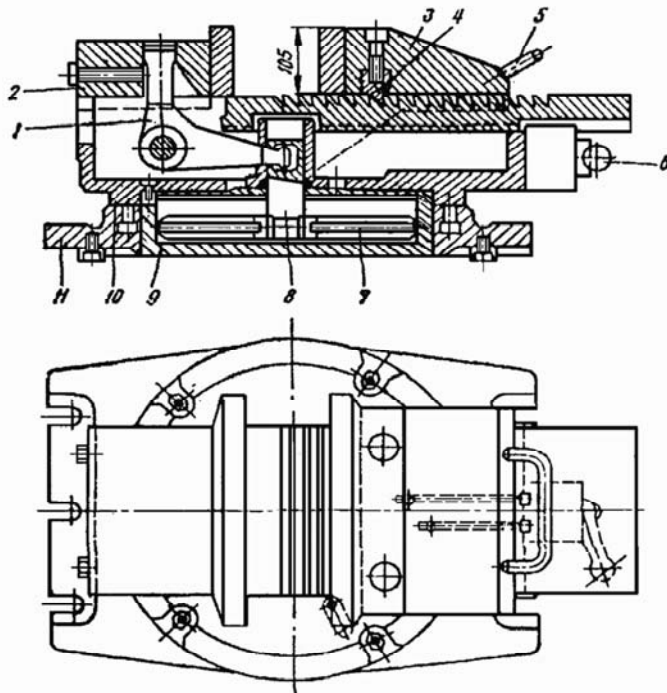
PUN są to mechanizmy zbudowane ze stałych (niezmiennych) elementów. Układ charakteryzuje się stosowaniem uniwersalnych regulowanych przyrządów wielokrotnego działania, niewymagających wykonania specjalnych części. Przezbrowienie polega na regulowaniu położenia elementów ustalająco – zaciskowych.

Imadło o napędzie pneumatyczno – hydraulicznym pokazano na rys. 7.23. Zacisk części w imadle o szerokości szczęk $B=250$ mm realizowany jest za pośrednictwem sprężyn talerzowych z największą siłą 4500 N. Zwolnienie szczęk jest realizowane w sposób hydrauliczny przy ciśnieniu oleju 5 MPa. Sterowanie przetwornikiem pneumatyczno - hydraulicznym realizowane jest pedałem zaworu sterującego. Wielość przemieszczenia szczęki realizowana od napędu hydraulicznego wynosi 6 mm.

Szybkoprzezbrajalne pneumatyczne imadło (rys. 7.24) składa się z podstawy 11 i stołu obrotowego 10 z wbudowanym cylindrem pneumatycznym 9. Przy obrocie rękojeści 6 zaworu rozdzielczego w położenie zacisku sprężone powietrze przemieszcza się do wnęki trzpieniowej cylindra pneumatycznego, w wyniku czego tłok 7 z trzpieniem 8 przesuwają się w dół, obracając zgodnie ze wskazówką zegara dźwignię 1. Dźwignia przemieszcza ruchoma szczękę 2 z siłą 5000 N przy ciśnieniu powietrza 0,5 MPa. Szczeka zaciskowa może przemieszczać się do 20 mm.



Rys. 7.23. Imadło obrabiarkowe o napędzie pneumatyczno – hydraulicznym



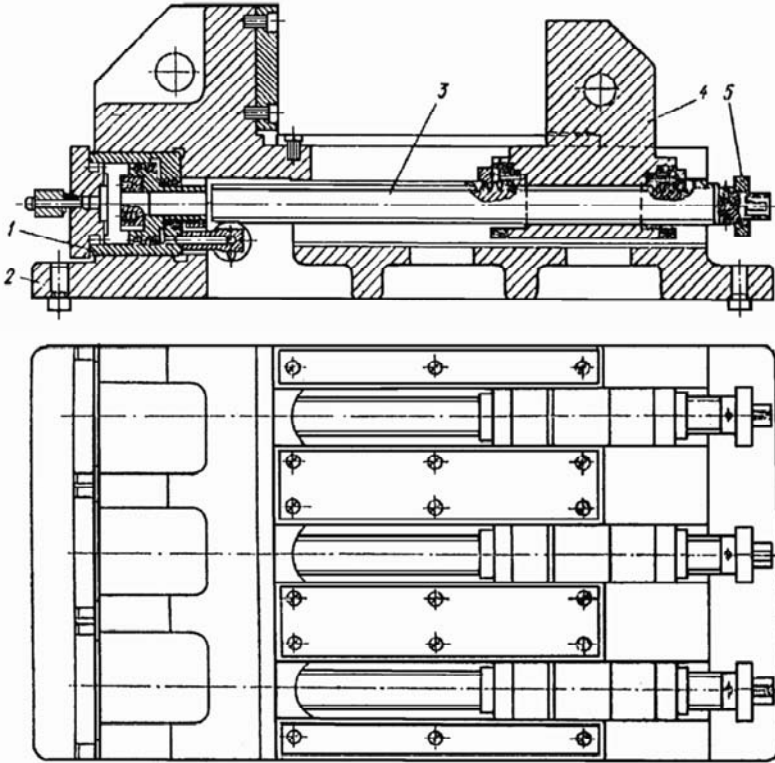
Rys. 7.24. Szybkoprzezbieralne imadło pneumatyczne

Trójpozycyjny przezbierany przyrząd (rys. 7.25) typu imadłowego, przeznaczony do ustawiania i zamocowania paneli hydraulicznych przy obróbce otworów na wiertarce NC, składa się z korpusu 2 i trzech wbudowanych cylindrów 1 dwustronnego działania. Przy podawaniu ze źródła ciśnienia (wzmacniacza pneumatycznego – hydraulicznego lub pompy elektrohydraulicznej) oleju do wnętrza trzpieniowej cylindra hydraulicznego śruba 3 przekazuje siłę zacisku na ruchomą szczękę 4, mocującą obrabianą część w pierwszej pozycji; w pozostałych pozycjach część jest przestawiana lub wymieniana.

Przyrządy obrotowo – podziałowe (rys. 7.26) są stosowane do obróbki części obrotowych (wrzecion, tulei, bębnow) o średnicy do 300 mm o skoku kątowym i podziałce tarczy podziałowej 15^0 oraz otworów i rowków. Największy kąt obrotu wrzeciona w ciągu jednego przemieszczenia tłoka wynosi 180^0 .

System uniwersalnych przyrządów przezbieranych umożliwia ustawienie części za pomocą specjalnych zmiennych nastaw. Uniwersalne przezbierane przyrządy składają się z konstrukcji uniwersalnego bazowego zespołu i zmiennych nastawień – elementarnych jednostek montażowych przeznaczonych do ustawienia konkretnych części na przyrządzie bazowym. Przy zmianie obiektu produkcji część bazowa, a także uniwersalne elementy i zespoły zmiennych nastawień, z których kompletowane są uniwersalne przyrządy przezbierane stosowane są wielokrotnie.

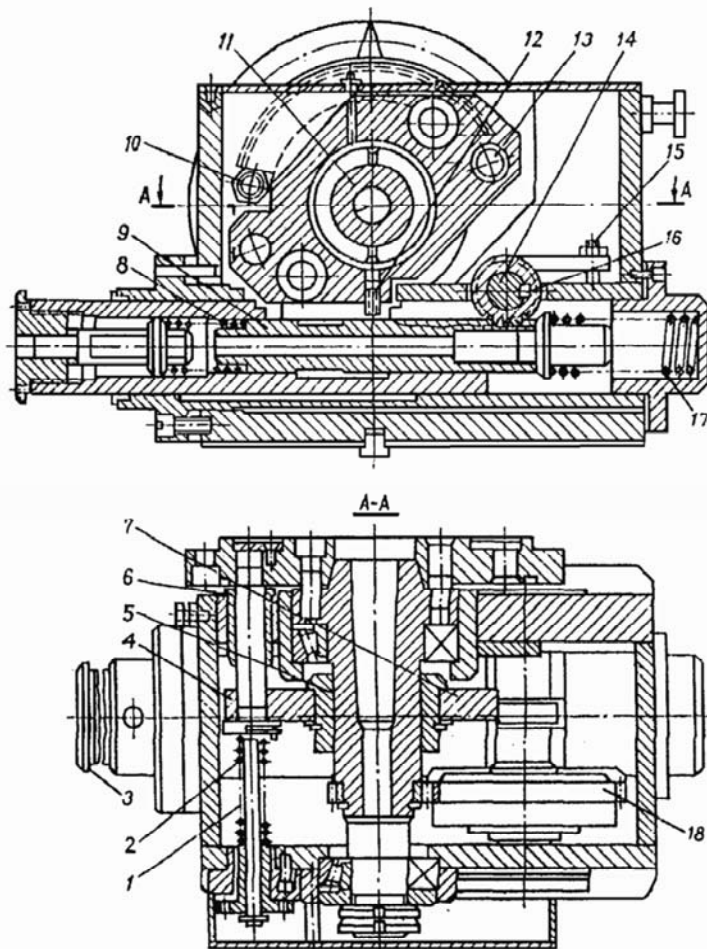
Projektowane są i wykonywane tylko specjalne nastawy, będące najprostszymi i niedrogimi elementami produkcji, szczególnie przy zastosowaniu grupowych metod obróbki. Cykl przygotowania operacji w takim przyrządzie składa się z projektowania, wykonania i ustawienia zmontowanego oprzyrządowania na zespole bazowym.



Rys. 7.25. Hydrauliczne przezbrajalne przyrządy imadłowe trójpozycyjne

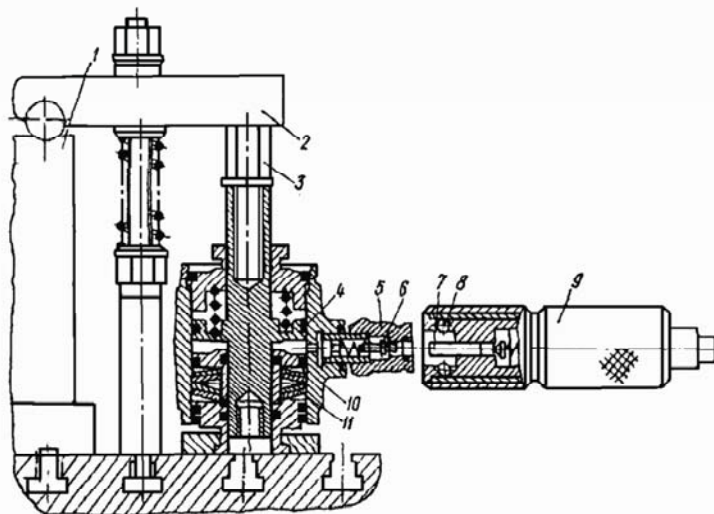
Stosowane na frezarkach NC uniwersalne przyrządy przezbrajane składają się z części bazowej i wymiennych nastaw. Bazową częścią przyrządu (rys. 7.28a) jest płyta 1 z siatką dokładnie rozmieszczonych otworów gwintowanych, zakrytych korkami 3 w celu ochrony przed wiórami. Dwa otwory cylindryczne o dokładnej odległości osi przeznaczone są do ustawiania bazujących trzpieni 2, służących do bazowania płyty na stole obrabiarki. Płyta mocowana jest czterema śrubami. Wymienne elementy bazujące i zaciskowe ustawiane są i mocowane w otworach płyty. Niektóre uniwersalne elementy ustalająco – zaciskowe: zapadka 1, docisk 2, regulowana podpora 3, zestaw docisków 4, docisk z rękojeścią 5 pokazane są na rys. 7.28b. Przykład ustawienia części w przyrządzie pokazano na rys. 7.28c.

Część 2 bazowana na płaszczyźnie A, otworze na płaszczyźnie płyty oraz trzpieniu 1 jest przemieszczana do zapadki 5 dociskiem na sprężynie 4. Zamocowanie części wykonywane jest za pomocą docisków 3.



Rys. 7.26. Przyrządy obrotowo – podziałowe do obróbki części obrotowych

Przykład uniwersalnego przyrządu przezbrajalnego z zaciskiem hydraulicznym do obróbki otworów w kołnierzach pokazano na rys. 7.30, do obróbki części korpusowej – na rys. 7.31. Część 1 ustawiana jest górną powierzchnią płyty 2 i dosuwana do dwóch opór regulowanych 3 i opory 4. Zacisk części wykonywany jest przez cztery przyciski 5. Siła zacisku części przekazywana jest przez przycisk od wbudowanych cylindrów hydraulicznych, w trzpieniach tłoków, w których znajdują się kołki 6.



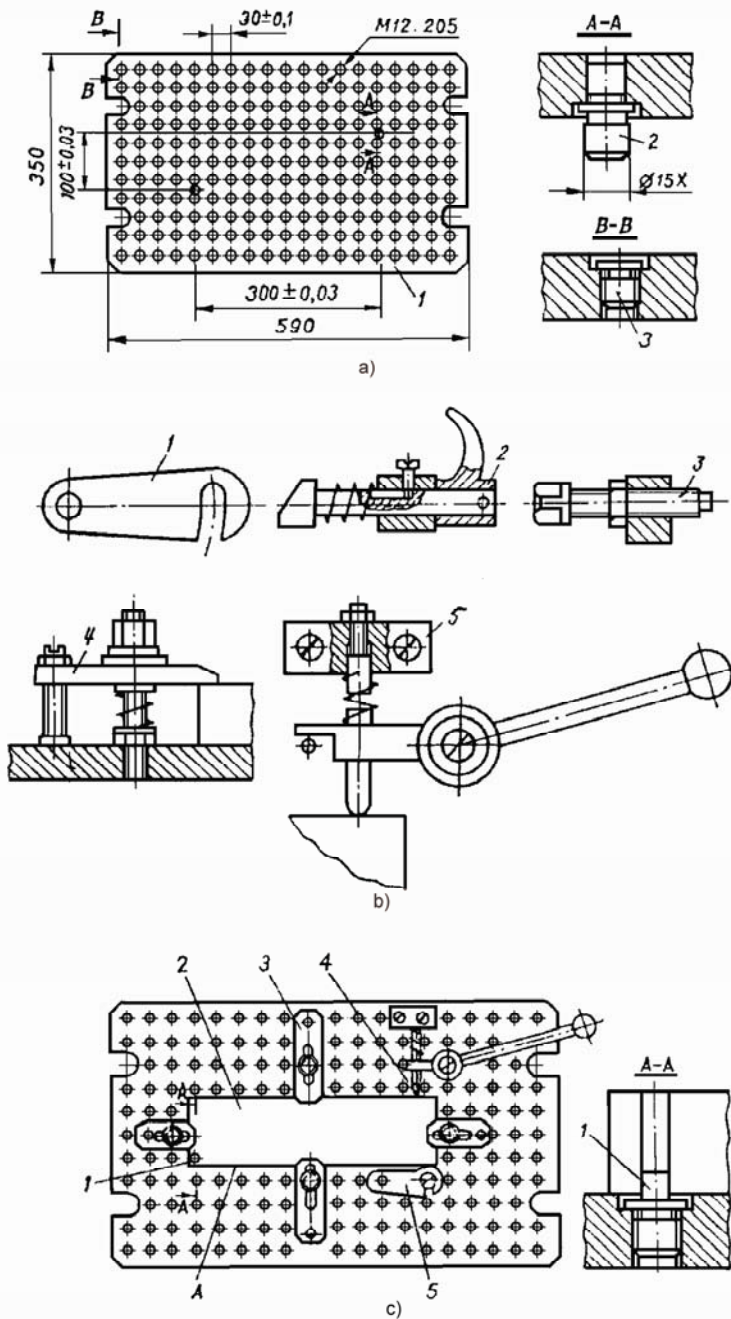
Rys. 7.27. Cylinder hydrauliczny ze sprężynowym akumulatorem

Uniwersalny przyrząd przezbrajany, stosowany do jedno- lub wielomiejscowego mocowania części typu: listwa, pokrywa, kołnierz na wiertarkach NC, zawiera część bazową i zmienne nastawienia, zestawiane z uniwersalnych elementów bazujących i zaciskowych. Przykład przyrządu do obróbki otworów w listwach pokazano na rys. 7.32.

Przyrządy te stosowane są do bazowania i mocowania części podobnych konstrukcyjnie o różnych wymiarach gabarytowych i identycznych schematach bazowania. Przyrząd składa się ze specjalizowanego (przy obróbce typowych grup części) zestawu bazowego i wymiennych ustawień. W PSP zastosowano wielomiejscowe przyrządy, a więc efektywnym zakresem jego zastosowania jest produkcja seryjna. Takie przyrządy stosowane są również do obróbki grupowej w produkcji seryjnej. Cykl przebrojenia PSP składa się z projektowania, wykonania i ustawienia przyrządu na bazowym zespole.

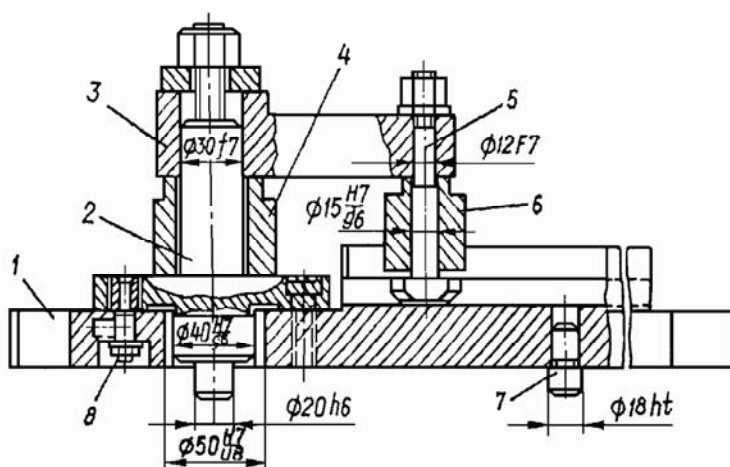
PSP konstrukcji Fabryki Linii Automatycznych w Mińsku do obróbki otworów w częściach płaskich składa się z płyty bazowej 1 i wymiennych oprawki 2 i trzpienia 5, przeznaczonych do ustawiania części typu dźwignia, krzywka (rys. 7.29), obrabianych na frezarkach NC.

PSP przedstawione na rys. 7.33 składają się z płyty bazowej i wymiennych przyrządów do ustawiania części tupu tuleja i kołnierze przy obróbce otworów na wiertarkach NC. Bazowa część to trójszczękowy uchwyt samocentrujący 1 z trzpieniami 2, 5 i 6. Na trzpieniach 5 i 6 przewidziane są palce cylindryczne i ścięty do bazowania wymiennych przebrojeń po płaszczyźnie i dwóch otworach. Napęd uchwytu realizowany jest przez klucz pneumatyczny 4, składający się z cylindra pneumatycznego i reduktora dwustopniowego 3. Przesunięcie szczęki jest równe 3 mm.

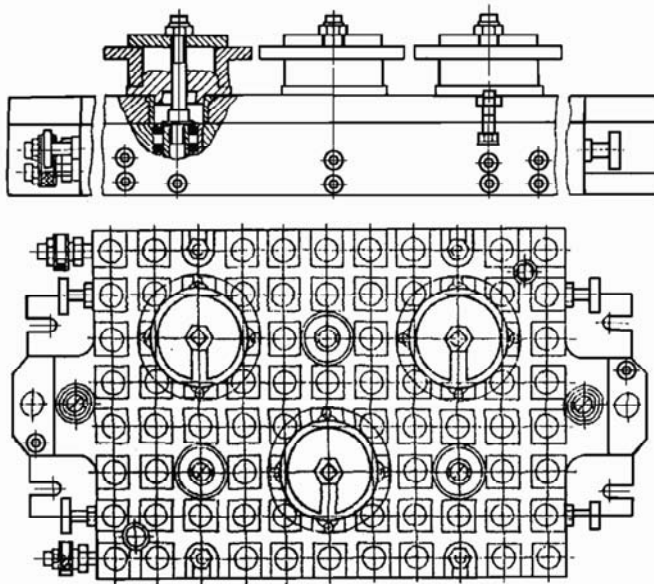


Rys. 7.28. Zestaw przyrządów uniwersalno – przezbieranych dla obrabiarek NC:
a) część; b) elementy ustalająco – zaciskowe; c) przykłady ustawienia części w przyrządzie

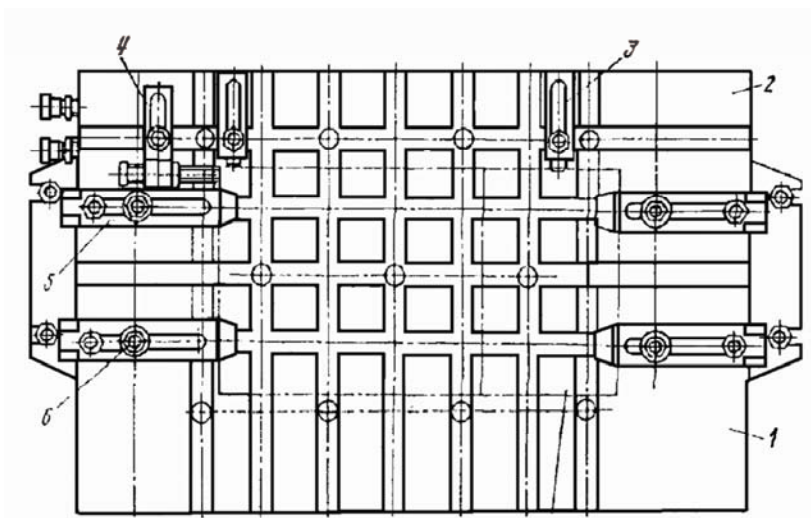
PSP konstrukcji GPTZI „Orgstankinprom” składa się z części bazowej - uchwytu trójszczękowego (rys. 9.34) i wymiennych elementów – szczęk i opór. PSP (rys. 7.35) składa się z części bazowej wymiennych elementów przeznaczonych do części typu kołnierze, koła o średnicy od 65 do 160 mm i wysokości do 68 mm przy obróbce na obrabiarkach 6520F3, 2R13F2 i innych. Część bazowa przyrządu składa się z korpusu 6 z wbudowanym cylindrem dwutłokowym 7. Trzpień 5 tłoków przekazują siłę zacisku przez dźwignie 4 na dwa zaciski, ustawione w przestawnych szczękach 10, zamocowanych zaciskami 9. Do bazowania korpusu służą rowki stołu obrabiarki i kołki 2. Dokładna odległość między osiami przy ustawieniu na stole obrabiarki dwóch przyrządów osiągana jest dzięki oporom 3. Wymienne elementy ustawiane są na płycie 8 według otworu o średnicy 25 mm i rowka o szerokości 12 mm. Przy ustawianiu części o wysokości poniżej 35 mm stosowana jest płyta przejściowa 8. Do wyrównywania części, według ścięcia stosowana jest listwa odejmowalna 1.



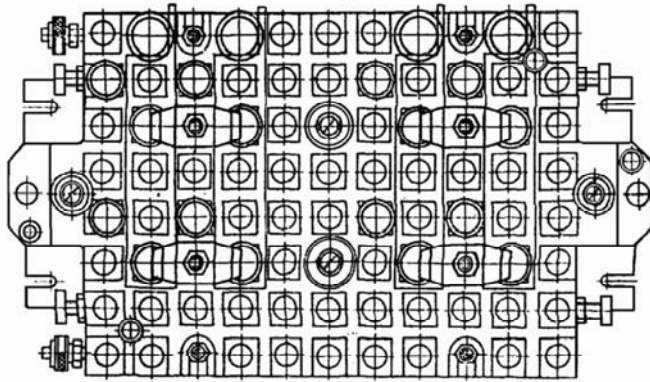
Rys. 7.29. Przyrząd przezbrajany do obróbki otworów w częściach płaskich



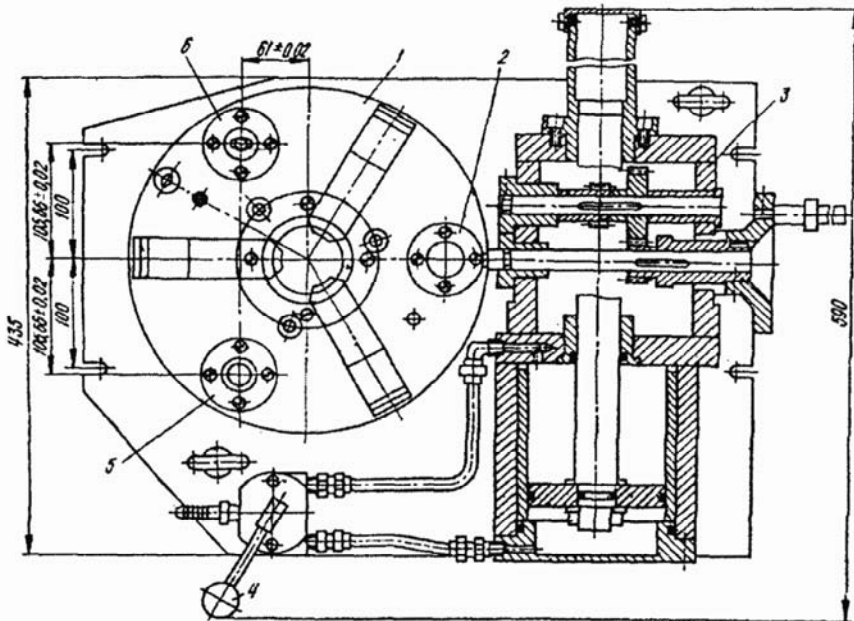
Rys. 7.30. Uniwersalny wielomiejscowy przyrząd przezbrajalny do obróbki otworów w kołnierzach



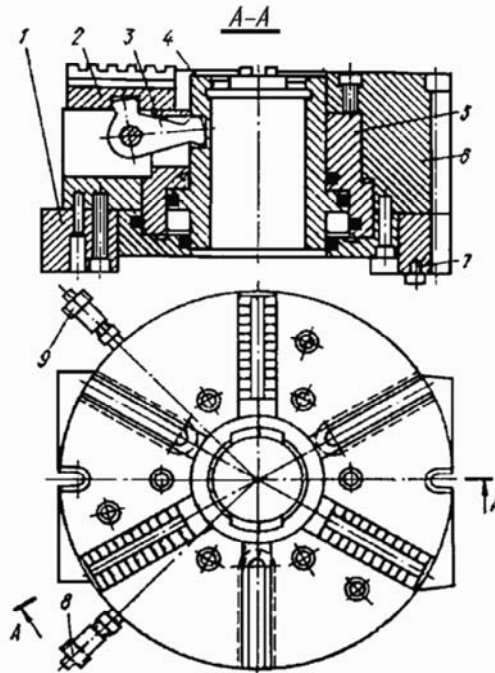
Rys. 7.31. PUP do obróbki części



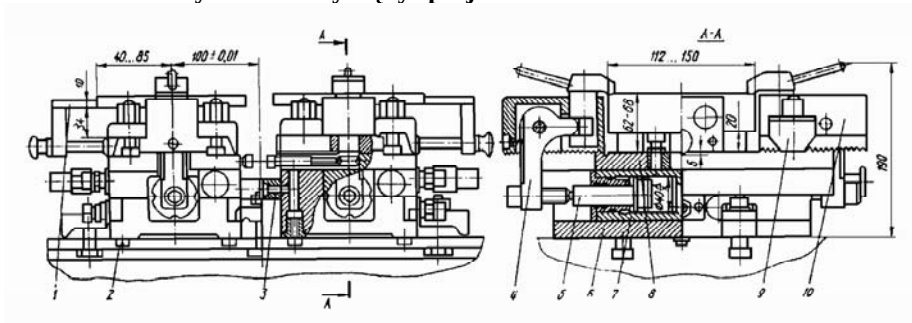
Rys. 7.32. PUP do obróbki otworów w częściach korpusowych



Rys. 7.33. Specjalizowane przyrządy przezbrajalne do ustawiania części typu tuleja i kołnierze



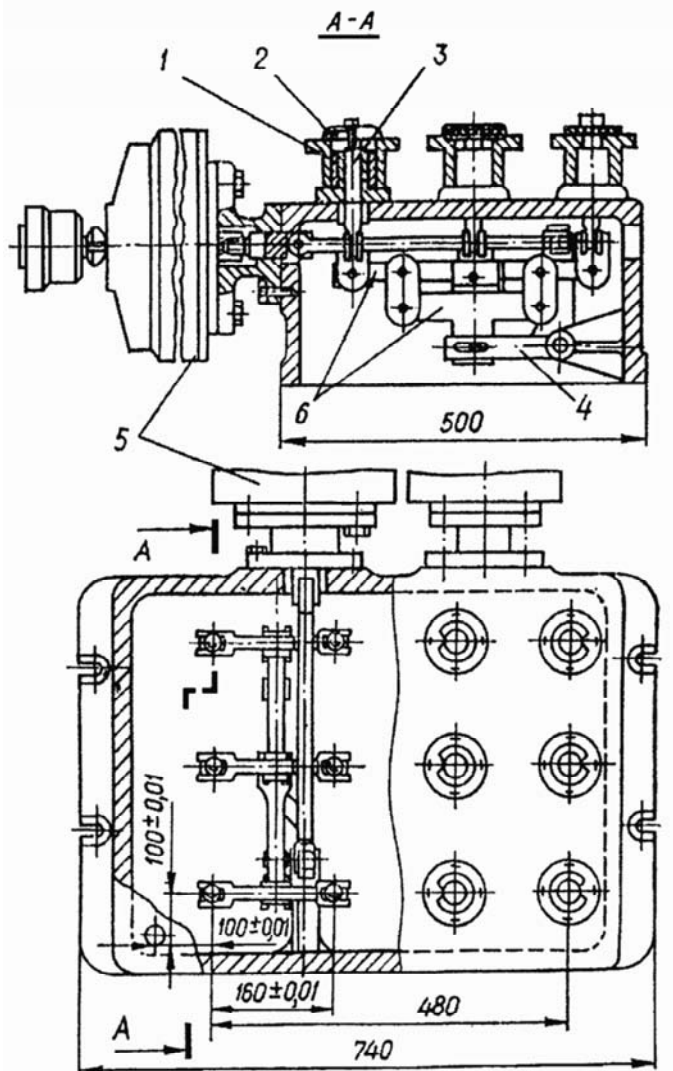
Rys. 7.34. Przrządy specjalizowane dla wiertarek



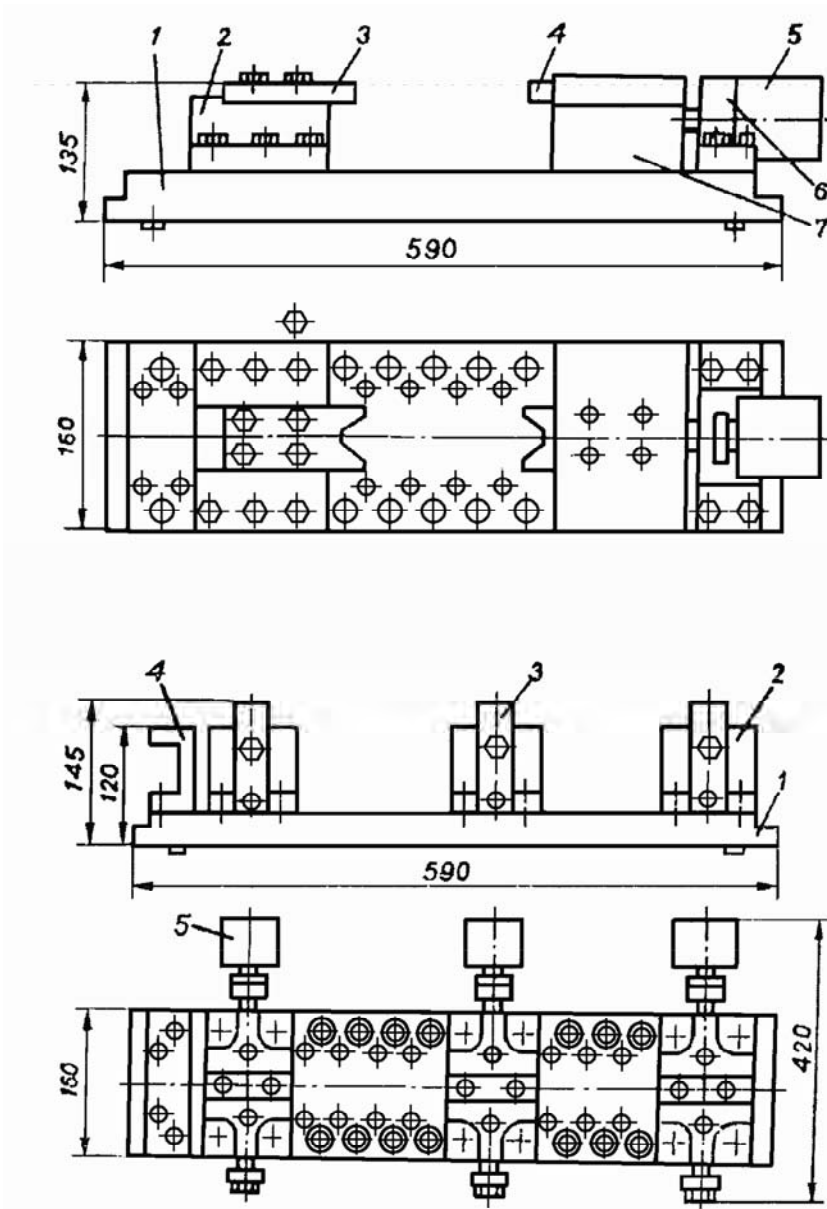
Rys. 7.35. Specjalizowane przrządy przebrajalne do ustawiania części typu kołnierze

Do zamocowania części typu kołnierze i tulei przy obróbce otworów na wiertarkach NC stosowane są wielomiejscowe PSP o napędzie pneumatycznym (rys. 7.36). W korpusie przrządu wykonanych jest 12 otworów, w które wstawiane są tuleje 1 do bazowania wyrobów według wewnętrznej powierzchni cylindrycznej. Odległość między osiami tulei określona jest z dokładnością 0,01 mm. Części są mocowane odejmowalnymi gwintowanymi cięgnami 3 z szybkozmiennymi podkładkami 2. Na czole korpusu przrządu zamocowane są dwa cylindry pneumatyczne 5, trzpienie których poprzez układ dźwigni 6 i 4 połączone są z sześcioma cięgnami 3 [24, 28, 58].

Zestaw tulei przejściowych, będących wymiennymi elementami przezbrojenia, gwarantuje możliwość ustawienia w przyrządzie sześciu lub dwunastu części różnych typów wymiarowych. Wszystkie części obrabiane są kolejno tym samym narzędziem, następnie narzędzie jest wymieniane w celu obróbki następnej powierzchni we wszystkich częściach.

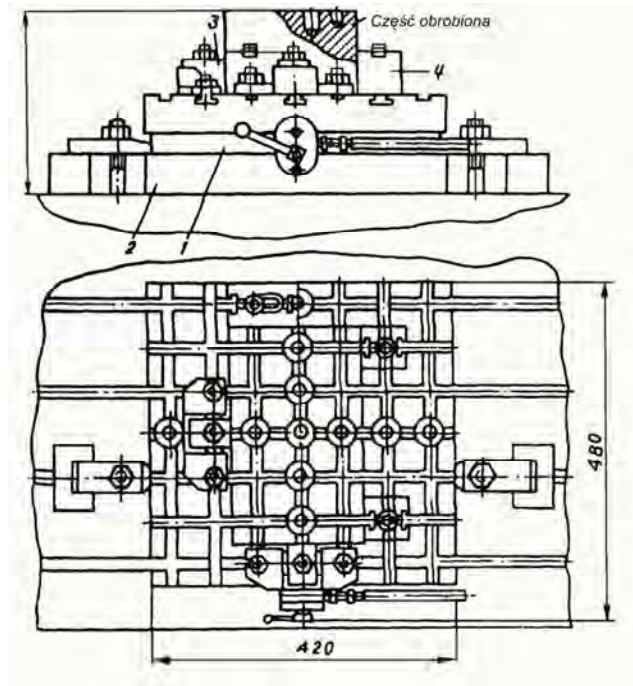


Rys. 7.36. Wielomiejscowe specjalizowane przyrządy przezbrajalne do części typu kołnierz i tuleja



Rys. 7.37. Przetwarzalne przyrządy specjalizowane do części typu dźwignia (a) i typu listwa (b)

PSP do ustawiania części typu dźwignie o niewielkich wymiarach gabarytowych 200×100 mm pokazano na rys. 7.37a. Na płycie 1 ustawione są korpus 2 z wymienną pryzmą 3 i korpus 7 z ruchomą pryzmą zaciskową 4, przemieszczającą się przy pomocy cylindra hydraulicznego 5, ustawionego przy pomocy urządzenia zamkowego 6. Przykład PSP do ustawiania części typu listwa o maksymalnych wymiarach gabarytowych 500×120 mm pokazano na rys. 7.37b. Na płycie 1 ustawione są trzy stojaki 2 ze szczękami ruchomymi i nieruchomymi 3, siła zacisku których przekazywana jest od cylindrów hydraulicznych 5, a także wzdłużna opora 4.



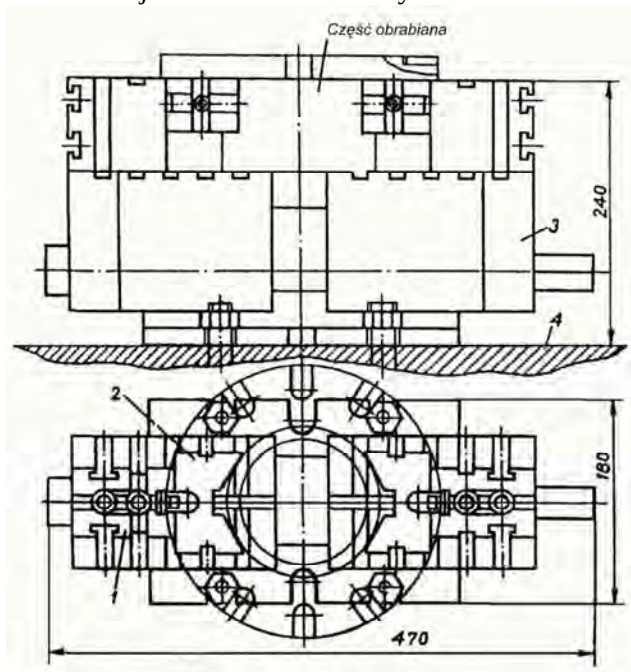
Rys. 7.38. Specjalizowany przyrząd przezbrajalny do obróbki otworów

Ustawienie PSP na stole pneumatycznym (rys. 7.38) stosowane jest przy obróbce otworów. Część jest bazowana na trzech płaszczyznach. Powierzchnią ustalającą przyrządu jest płyta 1, a powierzchniami kierunkowymi i oporowymi – otwory 4. Dokładność położenia powierzchni ustalającej przyrządu wynosi $\pm 0,014$ mm. Do podpór część dociskana jest dwoma klinowymi dociskami 3. Płyta 1 ustawiana jest na stole obrabiarki 2 i bazowana na rowku otworu wpustem i klinem.

PSP z zaciskiem samocentrującym do ustawiania kołnierza przy frezowaniu różnych rowków pokazane jest na rys. 7.39. Część bazowana jest według płaszczyzny i powierzchni cylindrycznej (zewnętrznej).

Powierzchnią ustalającą przyrządu są standardowe opory 1, a powierzchniami oporowymi - pryzmy 2. Specyfiką przyrządu jest pokrycie się pionowej osi części z osią symetrii przyrządu. Część mocowana jest ręcznie. Do mechanizacji zacisku można zastosować mechaniczny klucz do nakrętek. Na stole obrabiarki 4 zacisk samocentrujący 3 bazowany jest na rowkach wpustowych wzdłużnym i poprzecznym.

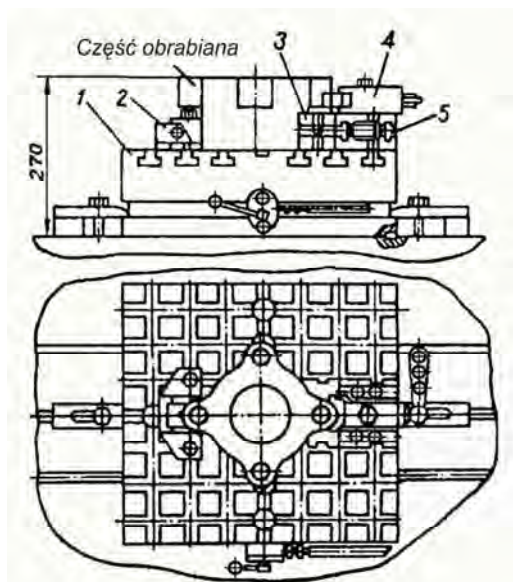
PSP do ustawienia części typu sprzęgło przy obróbce w nim otworów pokazany jest na rys. 7.40. Bazą dla części jest płaszczyzna powstała na powierzchni cylindrycznej. Powierzchnią ustalającą jest powierzchnia stołu 1, a podwójną oporową - pryzma 3 i pryzma na sprężynie 4. Pryzma 3 zamocowana jest na stole 1 za pośrednictwem standardowej podpory 5. Do pryzmy część dociskana jest dociskiem klinowym 2.



Rys. 7.39. Przyrząd z zaciskiem samocentrującym

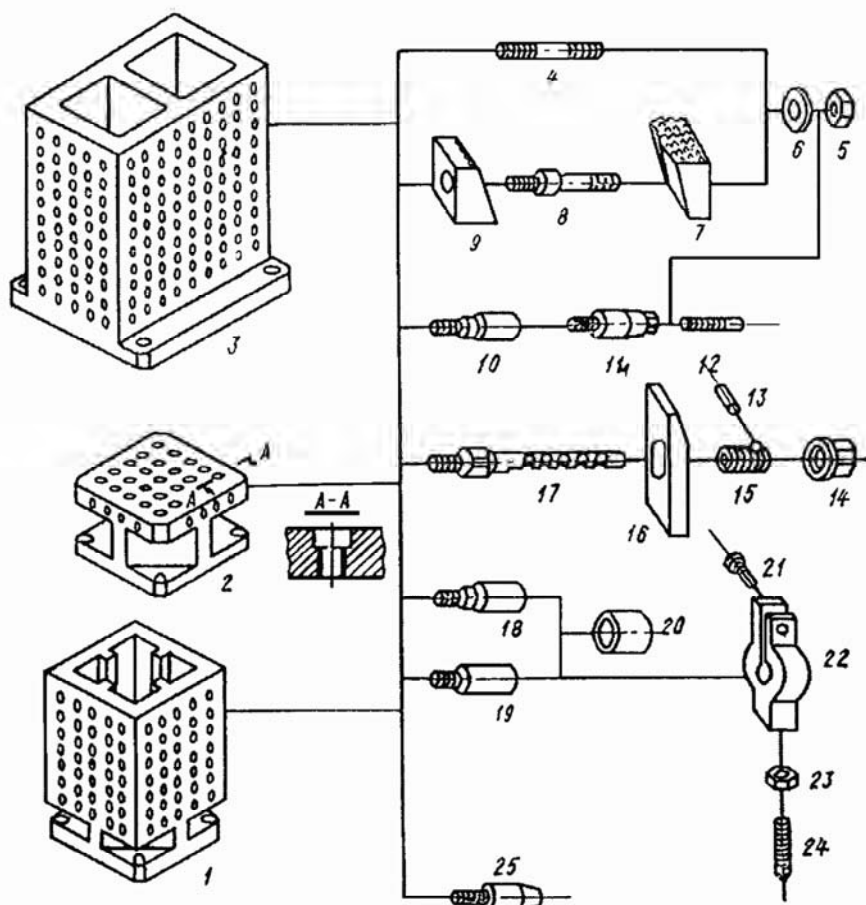
7.3. Przyrządy do obrabiarek wielozadaniowych

Obrabiarki wielozadaniowe NC umożliwiają wykonanie różnych operacji technologicznych skomplikowanych części przy jednym ustawieniu i automatycznej wymianie narzędzi. W celu zmniejszenia czasu załadunku części i zdejmowania gotowych części stosowane są urządzenia do automatycznej wymiany przyrządów, stoły wahadłowe i obrotowe a także układy przyrządów, umożliwiające szybkie bazowanie i zamocowanie części. Podstawowe typy przyrządów, stosowane na obrabiarkach wielozadaniowych to uniwersalne przyrządy przezbrajane (PUP), uniwersalne przyrządy składane (PUS) i układy przyrządów składanych – rozbieralnych (PSR) [16, 22, 25, 65, 66].



Rys. 7.40. Przyrząd do wiercenia otworów w sprężelę

Do ustawiania części korpusowych do obróbki na obrabiarkach IR500MF4 i IR800MF4 stosowany jest komplet elementów PUP „System 500”. Składa się on z części bazowych: płyty 2 (300×300×500 mm), czterostronnych pryzm 3 (460×500×600 mm) i 1 (300×300×500 mm), a także elementów ustalających i zaciskowych 4-25 (rys. 7.41). Na powierzchniach ustalających części bazowych wykonana jest siatka stopniowanych (gładkich i gwintowanych) otworów współrzędnościowo – ustalających (OWU) do bazowania i mocowania elementów ustalających i zaciskowych. Komplet PUP „System 320”, przeznaczony do ustawiania części korpusowych przy obróbce na obrabiarkach IR320PMF4 (rys. 7.42), zawiera dwustronny kątownik 3 z siatką stopniowanych OWU i płytę 1 z uchwytem trójszczekowym 2 [16, 20, 32].

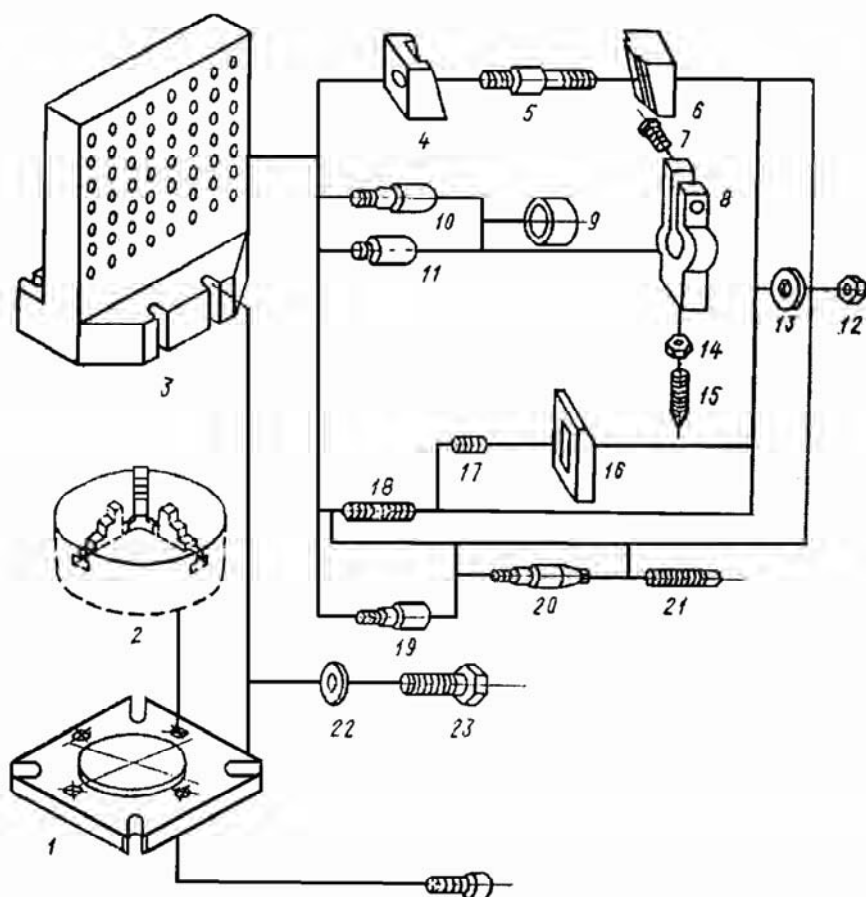


Rys. 7.41. Komplet PUS „System 500”

PUS najczęściej stosowane są na frezarko – wiertarko – wytaczarkach. W celu zwiększenia efektywności ich zastosowania opracowano, znormalizowano i wykonuje się trzy typy elementów PUS, różniące się średnicą podstawowych otworów mocujących, szerokością rowków i wymiarami gabarytowymi elementów.

Charakterystyki techniczne kompletów PUS przedstawiono w tab. 7.3. Według przeznaczenia elementy PUS dzieli się na bazowe, korpusowe, ustalające, kierunkowe, dociskowe, mocujące różne części i jednostki montażowe (tab. 7.4).

Przyrządy uniwersalne składane o rowkach 8 mm (PUS-8) stosowane są przy obróbce małych części w przemyśle precyzyjnym, elektronicznym i innych przy produkcji części o analogicznych wymiarach przy względnie niewielkich obciążeniach, powstających w procesie obróbki.



Rys. 7.42. Komplet PUS „System 320”

Przy obróbce części o średnich wymiarach stosowane są PUS o rowkach 12 mm (PUS-12), natomiast podczas obróbki części dużych i średnich - PUS o rowkach 16 mm (PUS-16). PUS-18 o rowkach 18 mm stosowane są w przedsiębiorstwach przemysłu ciężkiego.

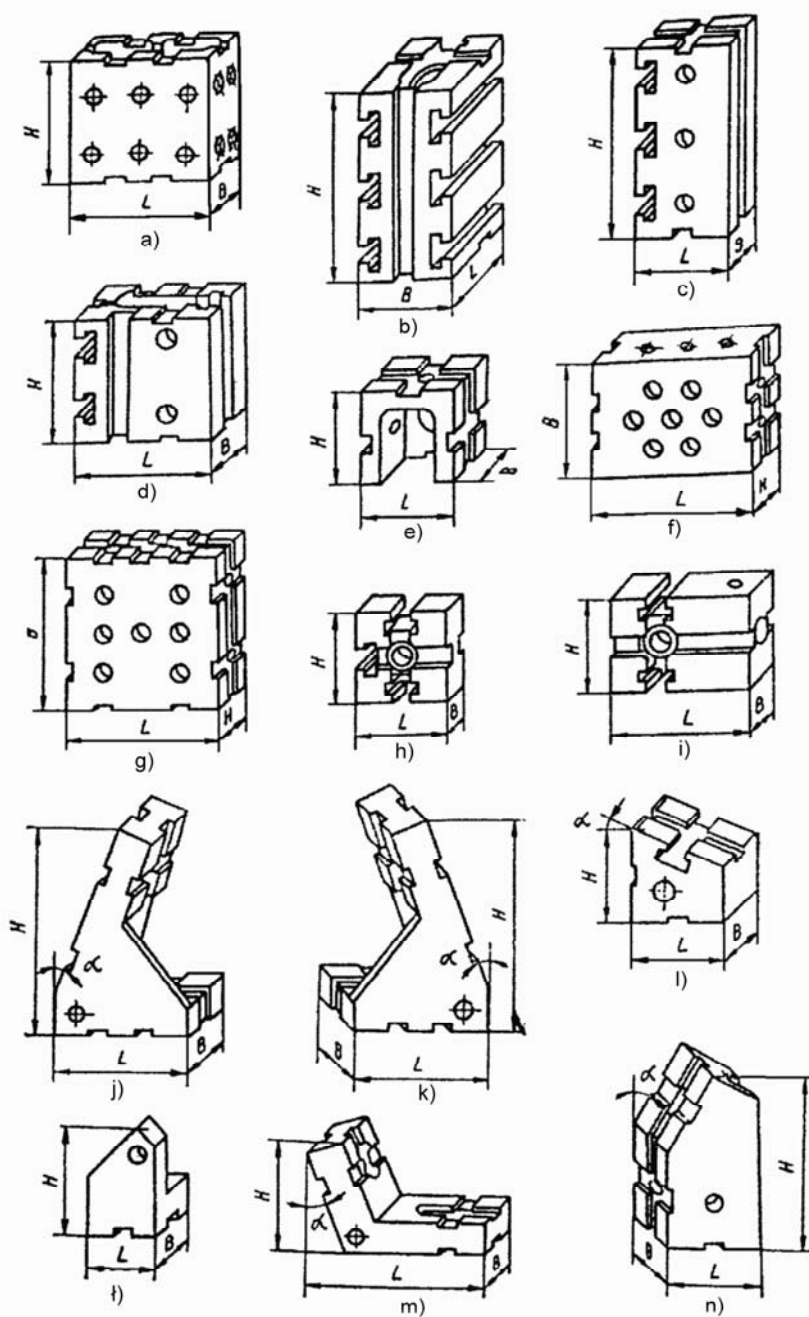
Części bazowe PUS (rys. 7.44) stanowią sztywną podstawę do montażu przyrządu, przyjmując duże obciążenia. Specyfiką konstrukcyjną płyt kwadratowych i prostokątnych (rys. 7.44a-f), a także kątowników (rys. 7.44g-i) jest siatka rowków T-owych i wpustowych na powierzchni roboczej o zunifikowanym kroku. Rowki T-owe na stronach bocznych płyt przeznaczone są do mocowania części oporowych, listew, kątowników, a także do połączenia kilku płyt. Przelotowe otwory gwintowe do elementów mocujących wykonane są w miejscach przecięcia rowków T-owych.

Tab. 7.3. Dane techniczne kompletów PUS

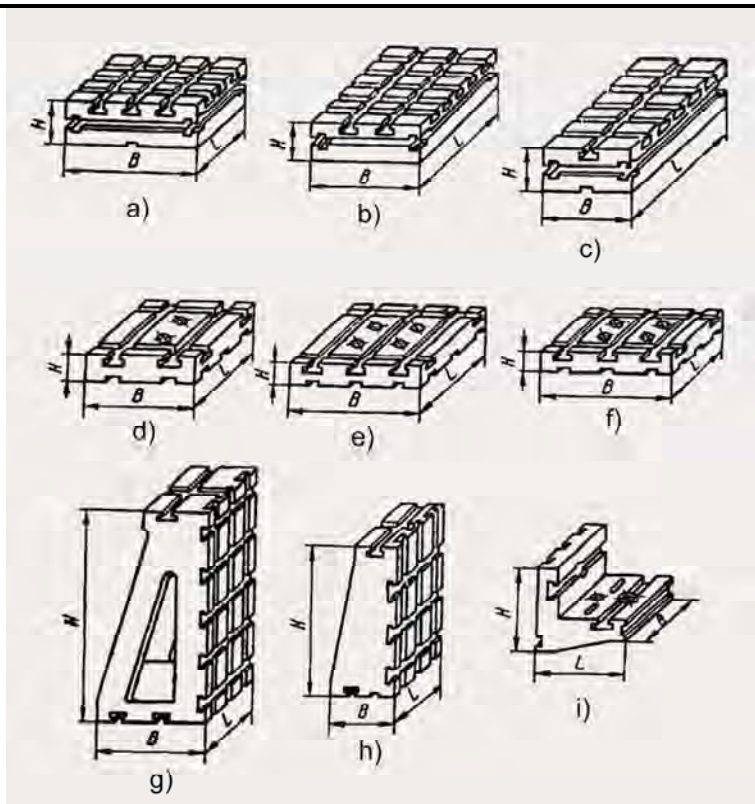
Parametry	PUS-8	PUS-12	PUS-16
Liczba części i jednostek montażowych w komplecie	4100	2400	2460
Średnia liczba konstrukcji składanych z jednego kompletu: jednocześnie w ciągu roku	30 1800	20 1400	20 90
Średni czas montażu jednego przyrządu,	2	3	4
Maksymalna masa obrabianych części, kg	5	60	3000
Maksymalne wymiary gabarytowe obrabianych części, mm	480×180× 240	2440× 300×720	2500× 2500×1000
Maksymalna średnica obrabianych części, mm	12	38	70
Średnica podstawowej śruby mocującej, mm	M8	M12	M16
Wymiar rowków T-wych, mm	8H7	12H7	16H7
Dokładność obróbki w przyrządzie, klasa	7		

Tab. 7.4. Skład elementów PUS i liczba elementów w komplecie

Grupy elementów	PUS-8	PUS-12	PUS-16
Części bazowe (płyty kwadratowe, prostokątne i okrągłe, oprawki stożkowe, kątowniki bazowe i tokarskie)	66	82	19
Części korpusowe (uszczelki, podkładki, podpory, przyny, kątowniki i podkładki, kątowniki mocujące, żebrowane i ustalające, listwy)	514	633	228
Części ustalające (wpusty przytwierdzone wkrętami, trzpienie ustalające, kołki, łączniki zwężkowe, kły cylindryczne, grzybkowe i oporowe)	170	140	63
Części prowadzące (wałki, kolumnienki, tuleje)	21	74	74
Elementy dociskowe (dociski, listwy)	48	48	14
Części łączące (śruby, szpilki, nakrętki, podkładki)	190	152	119
Części różne (uszka, widelki, jarzma, osie, podpory kołpakowate, nasadki, podkładki ustalające i oporowe, pierścienie, pokrętła, sprężyny)	124	126	21
Jednostki montażowe (głowice obrotowe, ustalacze, głowice centrujące, przyny ruchome, zaciski)	71	68	24



Rys. 7.43. Podpory w zestawach PUS

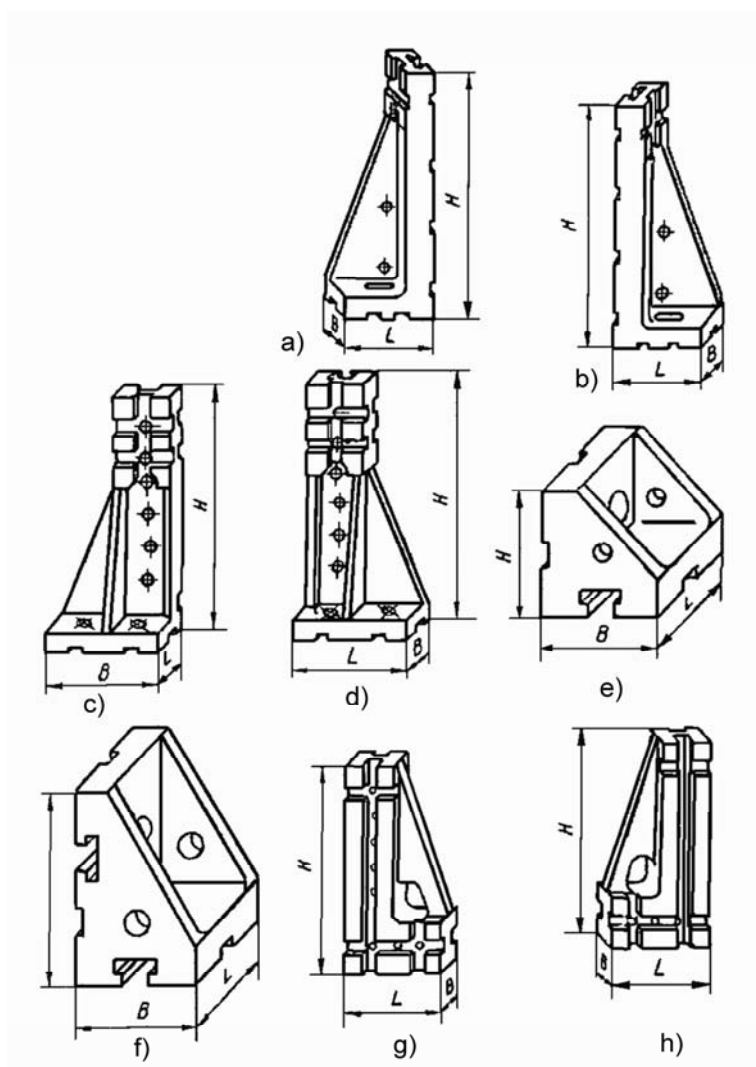


Rys. 7.44. Części bazowe PUS

Części korpusowe PUS wykonywane są w postaci prostokątnych podpór (rys. 7.43a-i), podpór kątowych (rys. 7.43k-n), a także kątowników (rys. 7.45, a-h), będących ogniwem łączącym pomiędzy elementami podstawowymi w przyrządzie.

Pozostałe grupy części wypełniają rolę pomocniczą przy montażu przyrządów, lecz bez nich nie może być montowany żaden przyrząd. Zalicza się do nich następujące części: ustalające – prowadzące, służące do ustawiania i ustalania elementów korpusowych przyrządów; mocujące – dociskowe, przeznaczone do mocowania obrabianych części w przyrządach i łączenia elementów przyrządów.

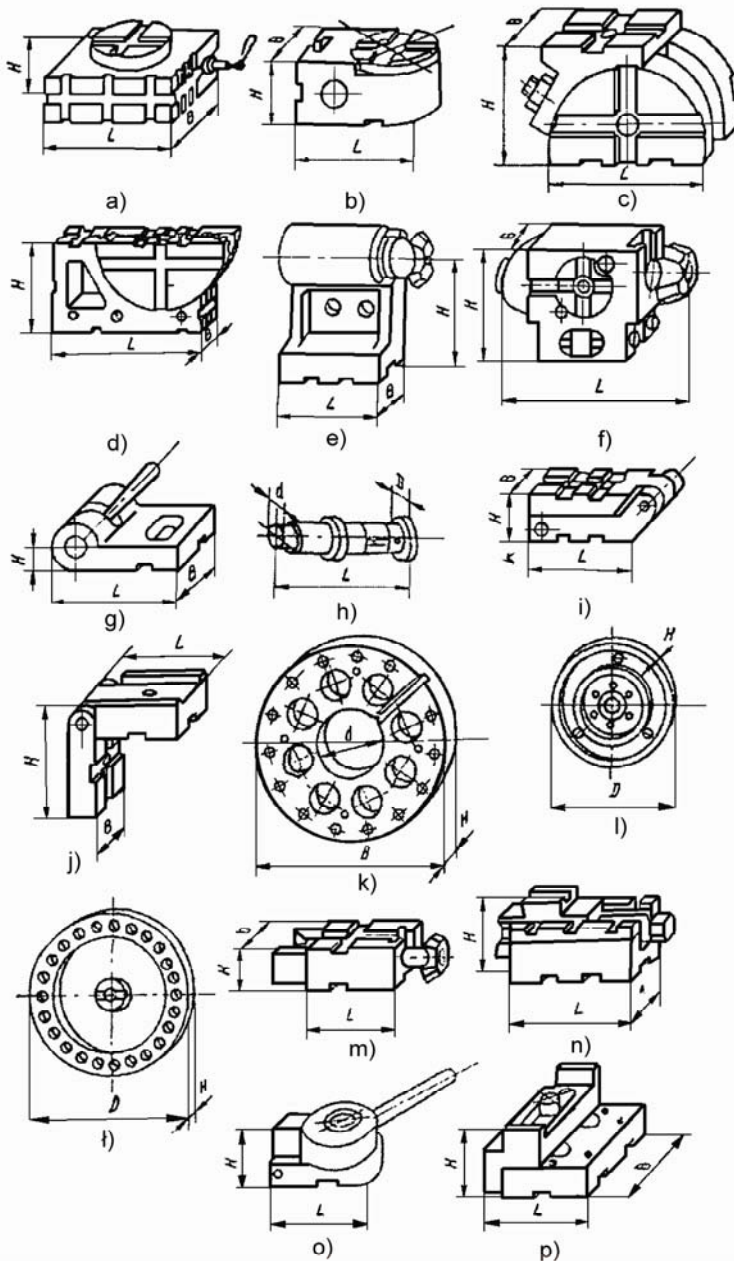
Jednostki montażowe (rys. 7.46) umożliwiają montaż konstrukcji przy minimalnej ilości części korpusowych, mocujących i innych. Według właściwości eksploatacyjnych wszystkie jednostki montażowe można podzielić na bazowe, ustalające, mocujące – dociskowe i różne.



Rys. 7.45. Kątowniki zestawów PUS

Do bazowych zalicza się jednostki montażowe, które wchodzą we wszystkie możliwe przyrządy obrotowe i podziałowe do prac frezarskich, wiertarskich, wytaczarskich i innych. Do tej podgrupy odnosi się głowice obrotowe i wsporniki (rys. 7.46a, d).

Do ustalających jednostek montażowych zalicza się podpory obrotowe i kątowe, głowice (do ustawiania części w nakiełkach), ustalacze, listwy, tarcze podziałowe (rys. 7.46b, c, e, f-n).

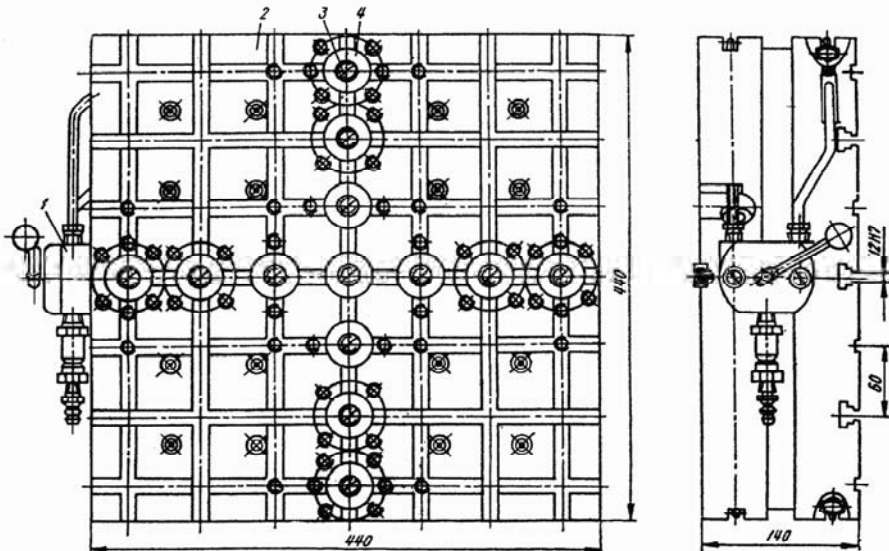


Rys. 7.46. Jednostki montażowe PUS

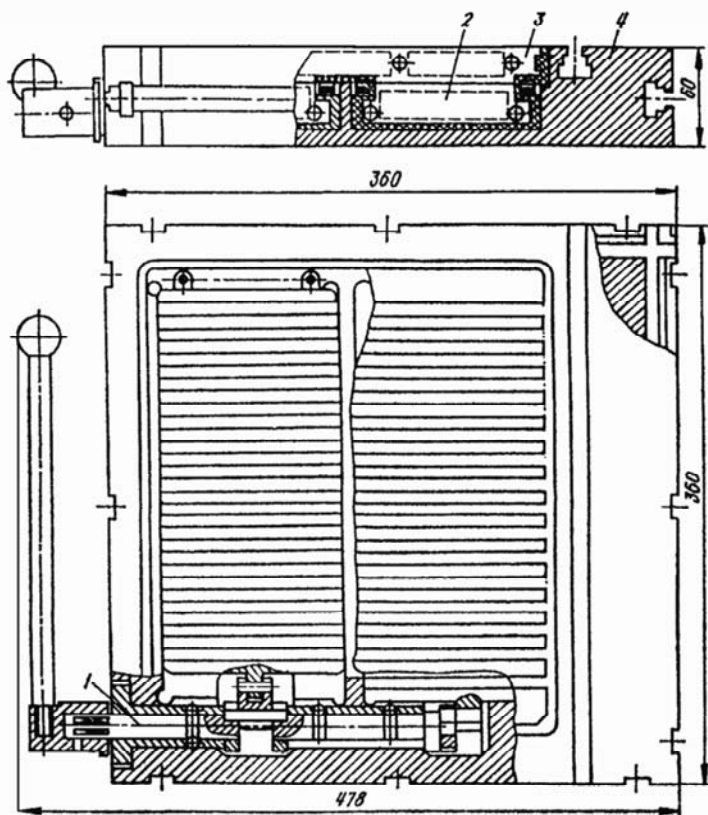
Do grupy urządzeń mocujących zalicza się pryzmy ruchome, zaciski krzywkowy, mimośrodowy i klinowy (rys. 7.47 o-s).

Płyta pneumatyczna (rys. 7.48) stosowana do budowy urządzenia składa się z podstawy 2 z wbudowanymi cylindrami pneumatycznymi i siatki rowków T-owych oraz wpustowych o szerokości 12 mm i kroku 60 mm. W rowkach są ustawiane i mocowane elementy PUS. Trzynaście trzpieni 4 posiada otwory gwintowe M16, w które wkręcane są kołki lub śruby urządzeń zaciskowych. Niewykorzystane w konstrukcji otwory gwintowe zatkane są korkami 3. Otwory gwintowe obok trzpieni wykorzystywane są do zamocowania docisków. Pracą cylindrów steruje się za pomocą zaworu 1. Płyta pneumatyczna ustawiana jest w rowkach stołu obrabiarki wpustami i mocowana dociskami.

Płyta magnetyczna (rys. 7.48), przeznaczona jest do budowy PUS, w których obrabiane części mocowane są za pomocą magnesów stałych, składa się z korpusu 4 o powierzchni roboczej 360×360 mm i dwóch ruchomych bloków magnetycznych 2, przemieszczanych w celu włączenia i wyłączenia płyty za pośrednictwem układu dźwigni umiejscowionych na wałku 1. Blok magnetyczny składa się z magnesów i stalowych płytek magnetycznych, rozdzielonych materiałami niemagnetycznymi. Górna pokrywa 3 zawiera wstawki z materiału magnetycznego, oddzielone wzajemnie i od pokrywy materiałem niemagnetycznym. Do ustawienia wymiennych elementów uzbrojenia i elementów PUS na czołowych i górnych powierzchniach korpusu przeznaczone są rowki T-owe i wpustowe. Ogólna siła działająca na powierzchnie płyty wynosi 5000 N.



Rys. 7.47. Płyta pneumatyczna układu przyrządów PUS – NC



Rys. 7.48. Płyta magnetyczna układu przyrządów PUS- NC

Zastosowanie elementów i zacisku obrotowego w dwumiejscowym PUS, przeznaczonym do mocowania wałków podczas wiercenia otworów w czołach pokazano na rys. 7.49.

W dwumiejscowym przyrządzie (rys. 7.50) części typu wspornik, umieszczane są na listwie 3 i podnoszone za pomocą ruchomych pryzm 7 przy obrocie kół do oparcia o pryzmę 4. Dla zwiększenia sztywności półfabrykatu stosowane są opory przesuwne 5. Półfabrykaty od góry dociskane są przyciskiem 2. Korpus 1 przyrządu bazowany jest w rowkach obrabiarki z wykorzystaniem kołków 8.

Przyrząd do ustawiania wałków przy obróbce rowków wpustowych na obrabiarkach NC pokazano na rys. 7.51. Część 1 ustawiana jest w dwóch pryzmach 2, dosuwana do oporu 5 i mocowana przyciskiem 3. W korpusie 4 znajdują się kołki 6 i 7, ustalające przyrząd na stole obrabiarki według otworu centralnego i rowka.

Przyrząd z zaciskami mechaniczno – hydraulicznymi do ustawiania korpusów dzielonych różnych typów wymiarowych składa się z kątowników 2, wstawianych i zamocowywanych w rowkach T-owych tarczy 6 obrabiarki. Każdy kątownik posiada dwa suwaki. Część 1 ustawiana jest na podnośniku 4 i dociskana trzema urządzeniami zaciskowymi 5. Z boku część mocowana jest czterema zaciskami 3 (po dwa z każdej strony). Położenie zacisków regulowane jest śrubami. Cztery typy wymiarowe kątowników umożliwiają mocowanie 80 typów korpusów.

Przyrządy składane – rozbieralne do obrabiarek NC (system PSR-NC) przewyższają pod względem dokładności inne typy przetwarzanego wyposażenia, ponieważ połączenie kołek – otwór jest dokładniejsze niż połączenie wpust – rowek i umożliwia dwukrotne zwiększenie sztywności elementów bazowych. Przyrządy ustawiane są na stole obrabiarki nie w jednym (wzdłuż rowka), a w dwóch kierunkach.

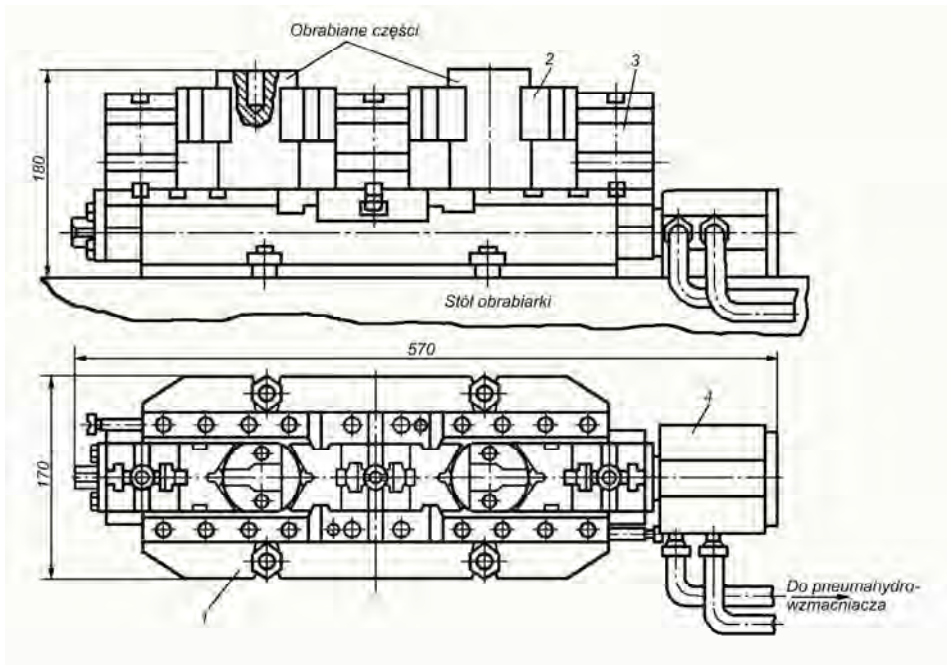
Elementy PSR wykonywane są jako: PSR-14NC, PSR-18NC, PSR-22NC.

Zgodnie z przeznaczeniem, części i jednostki montażowe wchodzące w komplet elementów PSR tworzą pięć grup: bazowe jednostki montażowe, części zaciskowe i jednostki montażowe, części oporowe i jednostki montażowe, części mocujące, części różne.

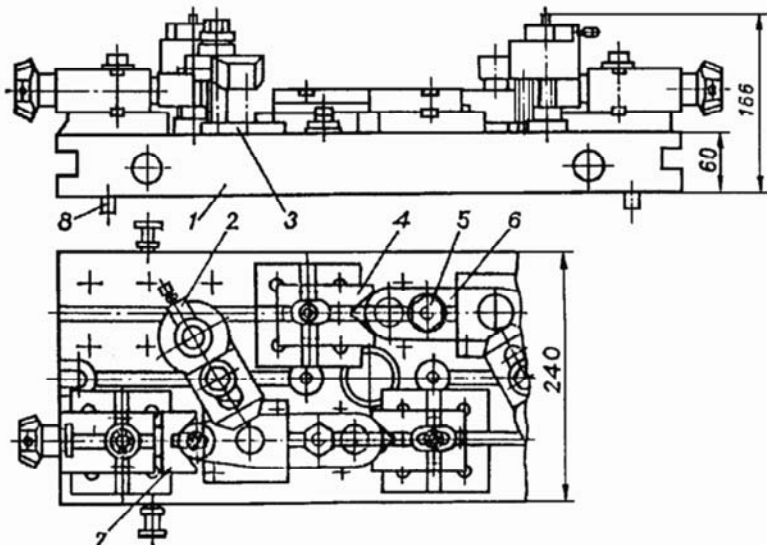
Grupę bazowych jednostek montażowych (rys. 7.53) stanowią płyty (prostokątne, prostokątne z napędem hydraulicznym, okrągłe, okrągłe z napędem hydraulicznym), szczęki (nieruchome, ruchome), pryzmy, kątowniki i kątowniki ramowe, stojaki podziałowe.

Płyty prostokątne (rys. 7.53a) i prostokątne płyty hydrauliczne (b) posiadają rowki T-owe do zamocowania i otwory w środku do ustalenia na stole obrabiarki. Płyta okrągła (c), okrągła z napędem hydraulicznym (d) posiadają sześć promieniowo skierowanych rowków T-owych. Szczęki nieruchoma i ruchoma (e, f) są przeznaczone do stosowania w połączeniu z płytą bazową. Pryzma ustawiona na prostokątnej płycie (g) przeznaczona jest do ustawienia na niej części cylindrycznych. Kątownik (h) umożliwia ustawianie i mocowanie części na płaszczyźnie pionowej. Ramowy kątownik (i) wykorzystywany jest do ustawienia i zamocowania na płaszczyźnie pionowej części o złożonym kształcie z chwytami i występami, dlatego na przedniej stronie wykonany jest w nim otwór prostokątny. Stojak podziałowy (j) wykonany jest w postaci korpusu z obrotową tarczą, w której są specjalne otwory do wprowadzenia ustalacza.

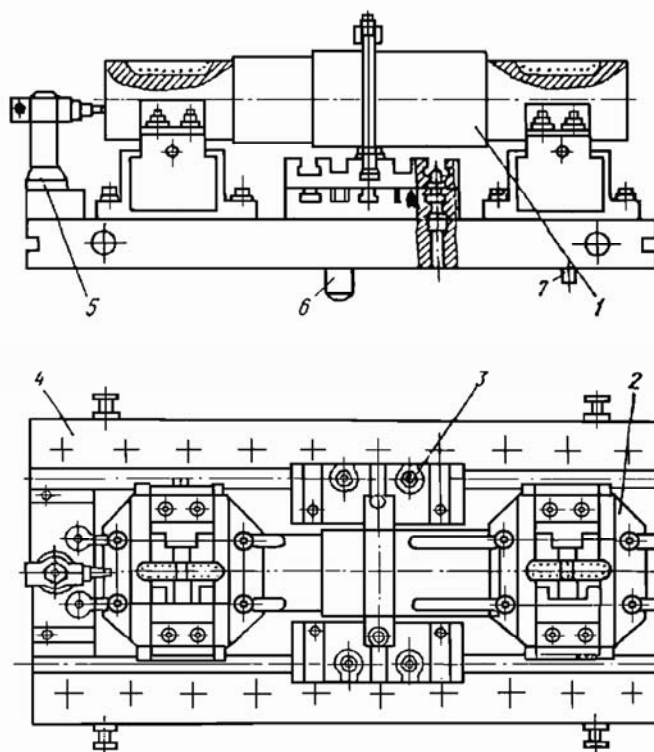
Do grupy części zaciskowych i jednostek montażowych wchodzi elementy przeznaczone do mocowania części ustawionej w przyrządzie. Przykład urządzenia zaciskowego z akumulatorem sprężynowym przedstawiono na rys. 7.27.



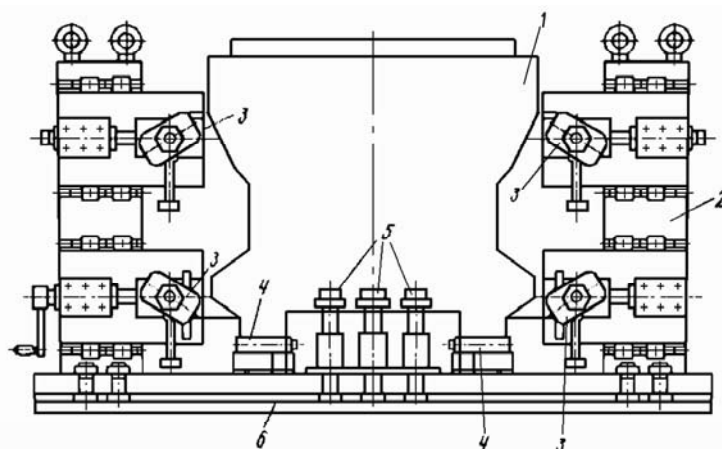
Rys. 7.49. Dwumiejscowy PUP do wiercenia na czołach wałków



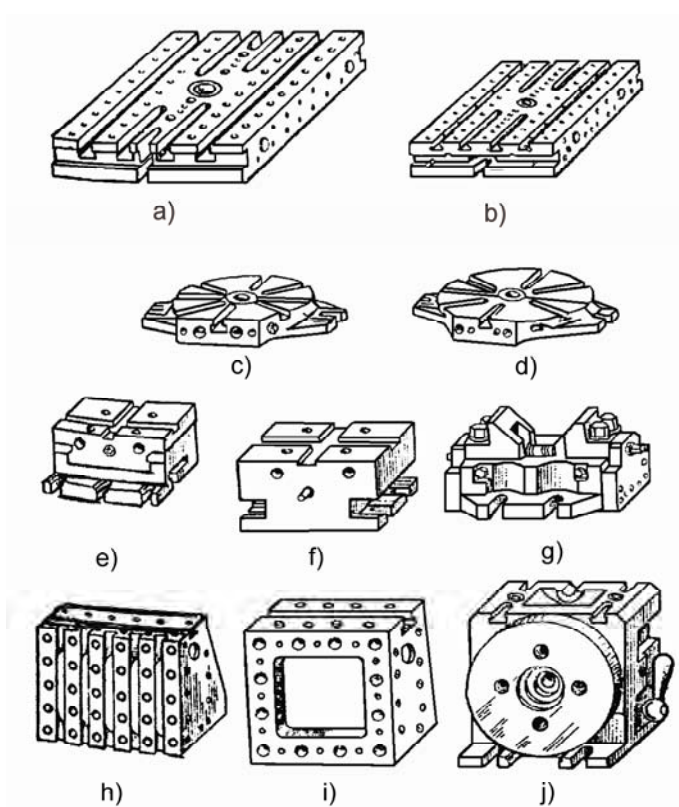
Rys. 7.50. Dwumiejscowy przyrząd do obróbki otworów



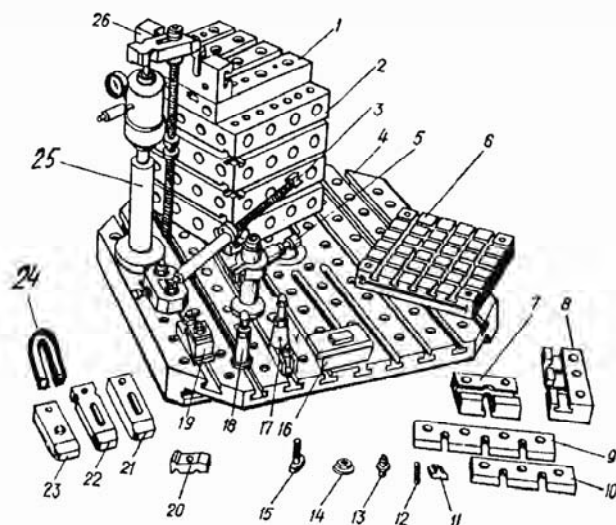
Rys. 7.51. Przyrząd do obróbki rowków wpustowych



Rys. 7.52. Grupowy przyrząd przeobrażany do części korpusowych



Rys. 7.53. Bazowe jednostki montażowe PSR-NC



Rys. 7.54. Komplet PSR-22 NC

Komplet PSR-22 NC (rys. 7.54) zawiera płyty oporowe 1, sekcje kątownika 2, rozpórki regulacyjne 3, płyty kwadratowe 6, uniwersalne podpory regulowane 5, płyty bazowe 4, dwurowkowe 8 i jednorowkowe 7 listwy oporowe, dwurowkowe 10 i trójrowkowe 9 podkładki, ślizgacze 11, kołki 12, palce 13, nakrętki 14, śruby obrabiarkowe 15, podnośniki 16, regulowane opory 17, podpórki gwintowe 18, zaciski klinowe 19, dociski 20, odsuwane dociski 21 i 22, obrotowe 23 i widełkopodobne dociski 24, hydrauliczne zaciski sekcyjne 25, trójrowkowe listwy oporowe 26.

Szereg modeli obrabiarek wielozadaniowych NC wyposażonych jest w stoły dwuobrotowe do ustawiania części, umożliwiające ich obróbkę z pięciu stron. Obrót stołu odnośnie osi pionowej i poziomej realizowany jest według programu, przy czym w celu skrócenia czasu obrót może być jednocześnie realizowany względem dwóch osi.

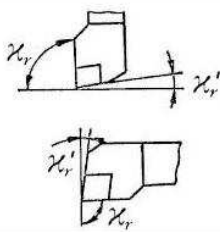
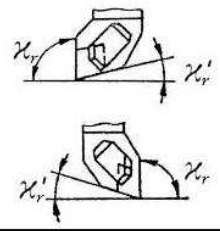
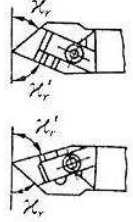
8. Systemy narzędziowe

8.1. Narzędzia do tokarek

Obrabiarki NC, wbudowywane w ESP, mają rozbudowany komplet narzędzi skrawających i pomocniczych, wybór których określany jest rodzajami i typami wymiarowymi obrabianych na obrabiarkach wyrobów.

Zestaw narzędzi skrawających i pomocniczych, odpowiadających technicznej charakterystyce określonych modeli obrabiarek NC, tworzy komplet technologiczny. Komplet narzędzi do obrabiarek grupy tokarki dla różnych rodzajów obróbki przedstawione są w tab. 8.1-8.5 [12, 18, 28, 33, 65].

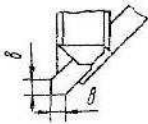
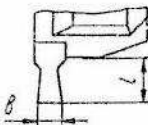
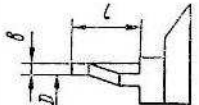
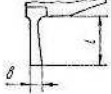
Tab. 8.1. Noże do obróbki powierzchni zewnętrznych głównych

Kształt części roboczej	Kąt przystawienia, °		Materiał części skrawającej
	κ_r	κ_r'	
	95	5	S10S; S20S
	93	32	S10S; S20S
	63		S20S

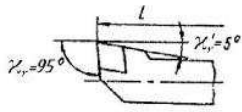
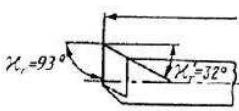
Do obróbki zewnętrznych powierzchni podstawowych o prostych stopniach stosowane są noże podcinaki ($\kappa_r=95^\circ$ i $\kappa_r'=5^\circ$) i noże kształtowe do obróbki dokładnej ($\kappa_r=93^\circ$ i $\kappa_r'=32^\circ$), do obróbki konturowej – noże obrysowe ($\kappa_r=63^\circ$ i $\kappa_r'=62^\circ$) (tab. 8.1).

Do obróbki zewnętrznych dodatkowych powierzchni stosowane są kątowe noże do rowków, przecinaki, do rowków czołowe, do gwintów ($\varepsilon=60^\circ$; 55°) i przecinaki (tab. 8.2).

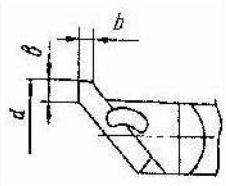
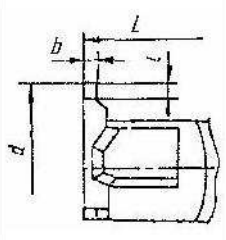
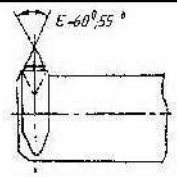
Tab. 8.2. Noże do obróbki powierzchni zewnętrznych dodatkowych

Kształt części roboczej	Wymiary, mm			Materiał części skrawającej
	b	l	D	
	2x2	—	—	SW7M
	3x3			S10S
	5x5			
	8x8			
	1	3	—	SW7M
	2	5		
	3	10		SW7M; S10S
	6	15		
	10	25		
	3	25	30 70 150	SW7M
	6	35	30 70 150	S10S
	10	40	30 70 150	
	—	—	—	S20S
	3	35		SW7M

Tab. 8.3. Noże do obróbki wewnętrznych powierzchni głównych

Kształt powierzchni roboczej	Materiał części skrawającej
	S10S; S20S
	S10S; S20S

Tab. 8.4. Noże do obróbki wewnętrznych powierzchni dodatkowych

Kształt części roboczej	Wymiary, mm				Materiał części skrawającej
	b	l	L	d	
	2	—	60	do 10	SW7M
	3		100	10 - 50	
	5		150	50 - 100	S20S
	8		200	od 100	
	1	3	do 60	od 100	SW7M
	2	5		od 100	
	3	10	100	od 16	S20S
	6 10	15 25	150 200	od 20 od 50	
	—	—	—	—	S10S; S20S

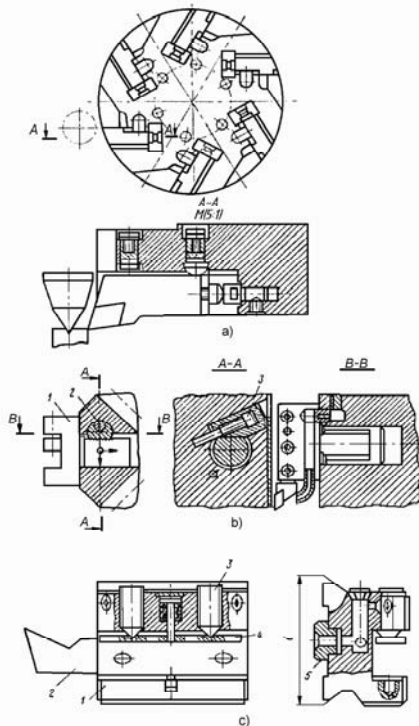
Do obróbki wewnętrznych powierzchni głównych stosowane są przelotowe noże wytaczarskie ($\kappa_r = 95^\circ$ i $\kappa_r' = 5^\circ$) do obróbki zgrubnej i noże wytaczarskie ($\kappa_r = 93^\circ$ i $\kappa_r' = 32^\circ$) do obróbki wykańczającej (tab. 8.3).

Do obróbki wewnętrznych powierzchni dodatkowych (tab. 8.4) stosowane są noże do rowków, noże przecinaki i do nacinania gwintów o kącie wierzchołkowym $\varepsilon = 60^\circ$; 55° (dla gwintów metrycznych i calowych).

Najbardziej rozpowszechnione typy i średnice wiertel – nawiertaków, spiralnych i piórkowych stosowanych w przemyśle, zestawiono w tab. 8.5.

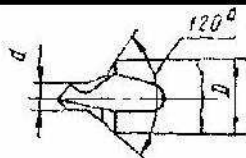
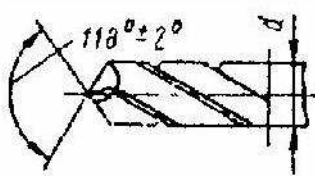
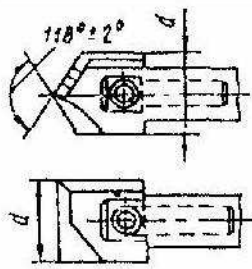
Na tokarkach NC z głowicami rewolwerowymi narzędzie skrawające mocowane jest bądź bezpośrednio w głowicy rewolwerowej (rys. 8.1a), bądź przy pomocy oprawek nożowych. W tym celu stosowane są narzędzia pomocnicze z chwytem cylindrycznym i pryzmą bazującą.

W podsystemie narzędzi pomocniczych z chwytem cylindrycznym (rys. 8.1b) oprawka nożowa 1 jest połączona z głowicą rewolwerową za pomocą chwytu cylindrycznego o precyzyjnej zębatce (rys. 8.2a; tab. 8.6). Zęby zębatki zazębiają się z zębami tulei 2, której oś położona jest pod kątem w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny osi chwytu oprawki. Przy zakręcaniu śruby 3 zęby tulei 2 mocują oprawkę nożową jednocześnie w kierunkach osiowym i promieniowym.



Rys. 8.1. Oprawki nożowe do tokarek NC

Tab. 8.5. Wiertła do obróbki otworów

Kształt części roboczej	Wymiar d, mm
	6,3 (dla D=25 mm)
	10,1; 12,5; 13,8; 15,3; 17,3; 20,0; 22,5; 25,0; 27,5; 30,0; 35,0; 40,0; 45,0; 50,0
	25,0; 30,0; 35,0; 40,0; 45,0; 50,0

W układzie narzędzi pomocniczych z pryzmą bazującą (rys. 8.1c) połączenie oprawek nożowych z głowicą rewolwerową realizowane jest za pomocą elementów połączeniowych, przedstawionych w tab. 8.7 (rys. 8.2b).

Podukład z chwytem cylindrycznym (rys. 8.3a) zawiera oprawki nożowe z różnym rozmieszczeniem rowków pod noże. Oprawki nożowe 1-9 przeznaczone są do mocowania noży o przekroju od 16×16 mm do 40×40 mm. W tulei przejściowej 10 umieszczane jest narzędzie skrawające lub przejściowe narzędzie pomocnicze o chwycie od 16 do 40 mm. Oprawki 11 przeznaczone są do ustawiania wiertel piórkowych, przejściowa sztywna tuleja 12 i uchwyt 13 z tuleją samoustawną - dla narzędzia skrawającego o chwycie ze stożkiem Morse'a. Oprawki nożowe lub wytaczadła 14 i 15 stosowane są do wytaczania nożami otworów głębokich o średnicy od 70 do 250 mm. Uchwyt 16 przeznaczony jest do ustawiania M6-M27. Przejściowa tuleja rozprężna 17 stosowana jest do mocowania narzędzi z chwytem cylindrycznym o średnicy od 8 do 32 mm, tuleje przejściowe 18 i 19 o średnicy otworu 36 mm i 48 mm umożliwiają zastosowanie na tokarkach narzędzi stosowanych na wiertarko – wytaczarkach i frezarkach.

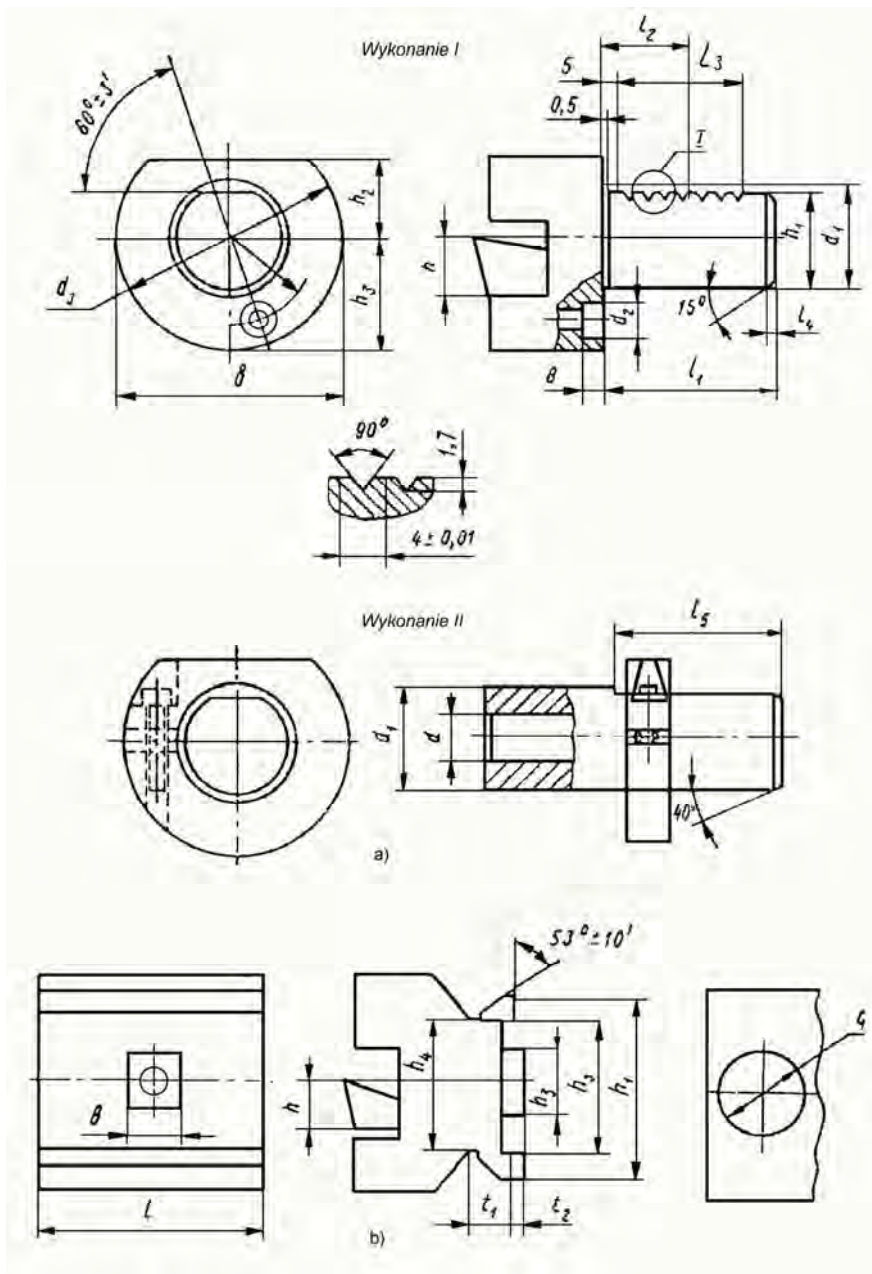
Tab. 8.6. Wymiary oprawek nożowych z chwytem cylindrycznym, mm

Wymiary	Wysokość noża <i>h</i>				
	16	20	25	32	40
d	16	20	25	32	40
d ₁ (h6)	30	40	50	60	80
d ₂ (H8)	14	14	16	16	20
d ₃	68	83	98	123	158
h ₁	27	36	45	55	72
h ₂	28,0	32,5	35,0	42,0	55,0
h ₃	35,0	42,5	50,0	62,5	80,0
R	25	32	37	48	65
b	70	85	100	125	160
l ₁	55	63	78	94	124
l ₂	30	30	36	44	60
l ₃	48	48	56	56	80
l ₄	2	3	3	4	4
l ₅	50	60	75	90	60

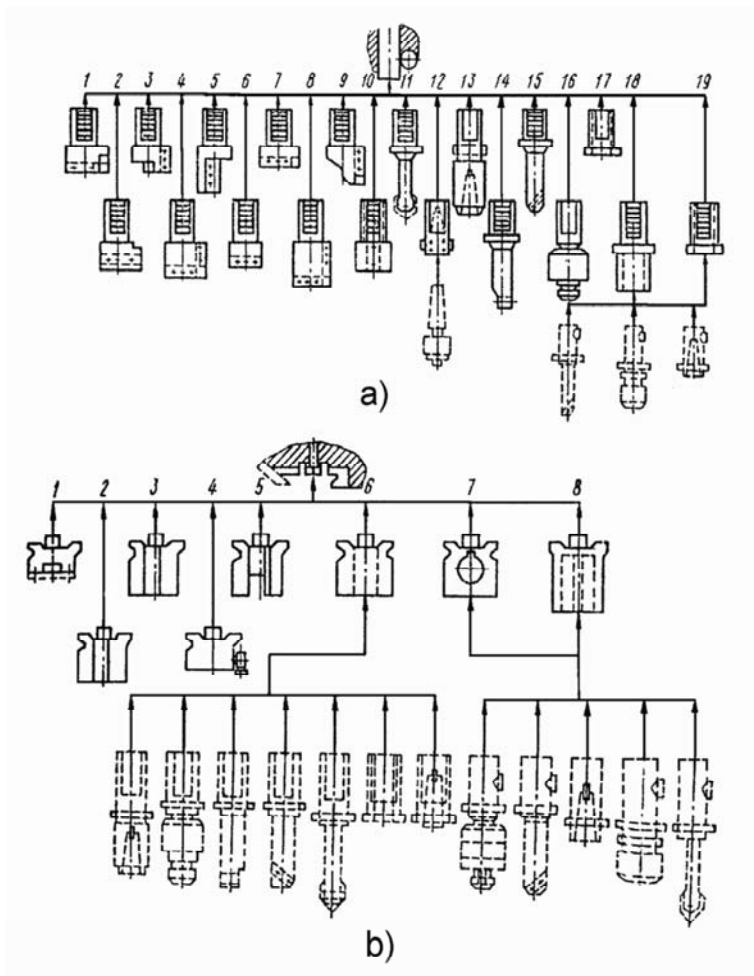
Podsystem narzędzi pomocniczych z pryzmą bazującą (rys. 8.3b) zawiera dwustronną oprawkę nożową 1, oprawkę nożową 2 z rowkiem prostopadłym, dwunożową oprawkę 3, rozdzielacz 4 cieczy chłodzącej, trójstronną oprawkę 5, uchwyt cylindryczny 6 do mocowania narzędzi o średnicy od 30 do 60 mm. Uchwyt 7 służy do ustawiania narzędzi z chwytem cylindrycznym i otworem równoległym do powierzchni bazowej, a uchwyt 8 posiada otwór prostopadły do powierzchni bazowej.

Przykład kompletu narzędzi skrawających firmy „HERTEL” pokazany jest na rys. 8.4. i 8.9.

Przykład kompletu narzędzi do centrów tokarsko – karuzelowych TW63MF5 i TW80MF5 („SEDIN”) pokazany jest na rys. 8.5. W tym komplecie znajdują się warianty wyposażenia narzędziowego obrabiarek grupy wiertarsko – frezarsko – wytaczarskiej, co w istotny sposób poszerza możliwości technologiczne tokarskich centrów obróbkowych.



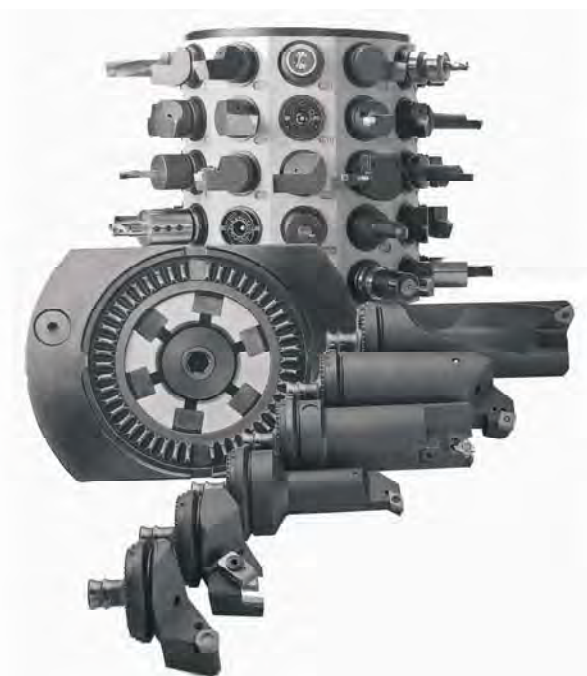
Rys. 8.2. Warianty wykonania oprawek nożowych z chwytem cylindrycznym (a) i pryzmą bazującą (b)



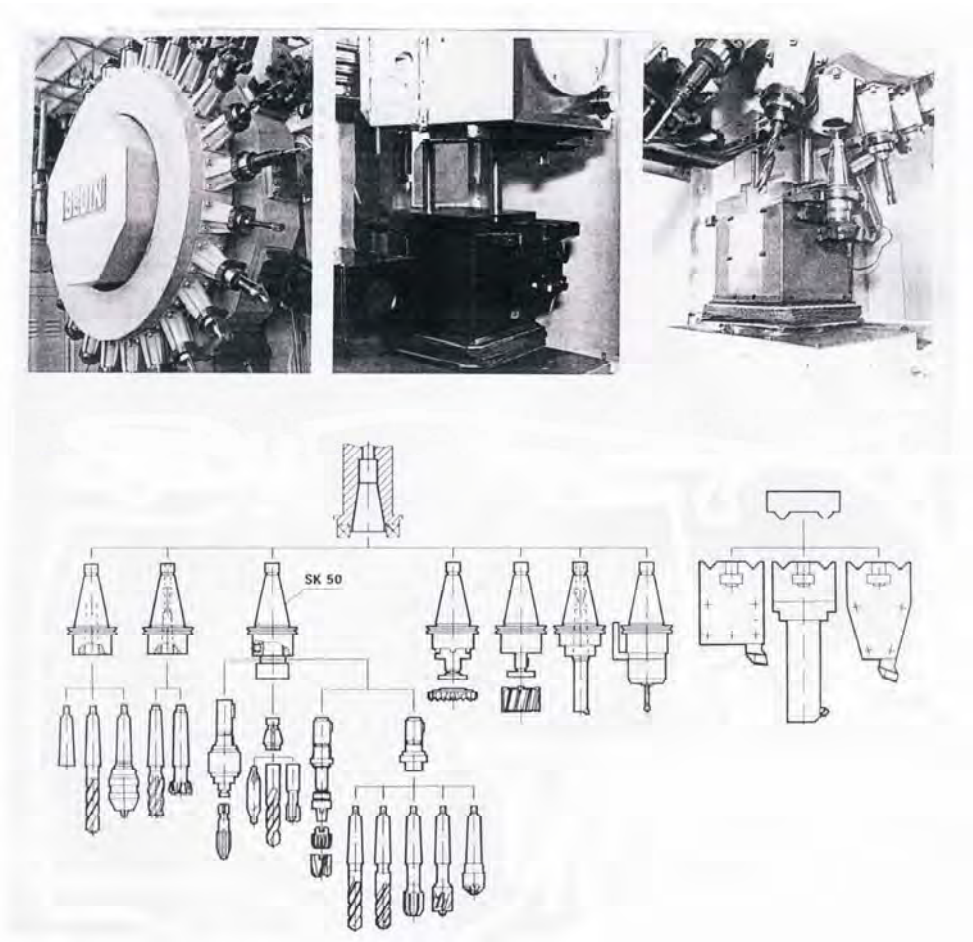
Rys. 8.3. Schematy bloków narzędziowych narzędzi pomocniczych o chwytach cylindrycznych (a) i z pryzmą bazującą (b)

Tab. 8.7. Wymiary oprawek nożowych z pryzmą bazującą, mm

Wymiary	Wysokość noża h				
	16	20	25	32	40
d	25	40	50	60	60
h_1	56	72	90	115	140
h_2	32	68	58	110	135
h_3	32	42	50	65	80
h_4	39	53	71	95	115
h_5	20	25	30	45	60
t_1	13	15	17	19	23
t_2	5	-	6	6	6
$b(h_5)$	16	20	25	25	25
l	65	85	100	108	118



Rys. 8.4. Przykład kompletu narzędzi skrawających firmy „HERTEL” (Niemcy) do tokarek NC



Rys. 8.5. Komplet narzędzi do centrum tokarsko – karuzelowego „SEDIN”

8.2. Narzędzia do wiertarko – frezarko – wytaczarek

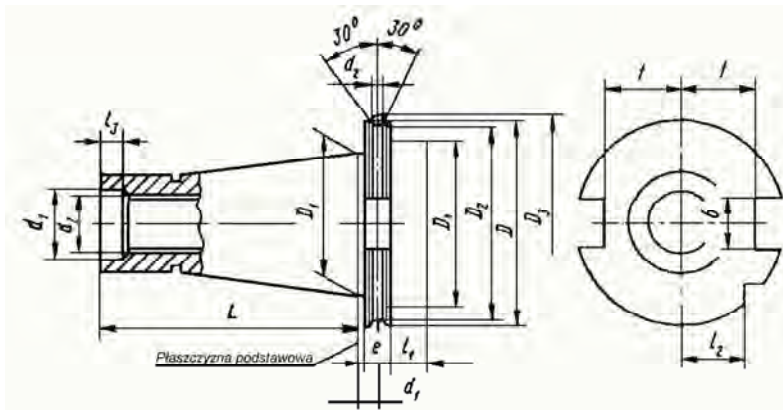
Narzędzia skrawające stosowane na wiertarko – frezarko – wytaczarkach NC pokazane zostały w tab. 8.8 i 8.9.

Tab. 8.8. Narzędzia osiowe do obróbki korpusów na wiertarko – frezarko – wytaczarkach NC

Narzędzia skrawające	Średnica obróbki, mm	Powierzchnia przylaczeniowa	
		Rodzaj	Charakterystyki wymiarowe
Nawiertaki: kręte ($2\phi=90^\circ$)	2,5...10,0	zewnątrzna cyldryczna	d = 5...25 mm d = 3...20 mm
Wiertła kręte	3,0...20,0		d = 3...20 mm
	14,25...23,0 23,25...32,0 32,25...48,0	zewnątrzna stożkowa	stożek Morse'a 2 stożek Morse'a 3 stożek Morse'a 4
	10,0...20,0		d = 10...20 mm
	17,0...22,0 24,0...30,0 32,0...40,0		stożek Morse'a 2 stożek Morse'a 3 stożek Morse'a 4
Rozwiertaki	6,0...9,0	zewnątrzna cyldryczna	d = 6...9 mm
	10,0...15,0 15,0...22,0 24,0...32,0	zewnątrzna stożkowa	stożek Morse'a 2 stożek Morse'a 3 stożek Morse'a 4
Rozwiertaki: trzcieniowe	25,0...34,0 35,0...40,0 42,0...48,0 50,0...55,0	wewnętrzna stożkowa 1 : 3 o średnicy posadowienia	d = 13 mm d = 16 mm d = 19 mm d = 22 mm
	22...32 15...20 24...32 36...40	zewnątrzna stożkowa	stożek Morse'a 3 stożek Morse'a 2 stożek Morse'a 3 stożek Morse'a 4
Gwintowniki (maszynowe)	M6...M27	zewnątrzna cyldryczna	d = 6,3...20,0 mm
Noże wytaczarskie: do uchwytów wytaczarskich	8...30	zewnątrzna cyldryczna	d = 10...20 mm hxb = 8x8... 32x32 mm
	45...350		o przekroju kwadratowym
Płytki wiertel piórkowych	25...130	pryzmatyczna	hxb = 25x6... 130x16 mm

Tab. 8.9. Frezy do obróbki korpusów na wiertarko – frezarko – wytaczarkach

Frezy	Średnica frezu, mm	Powierzchnia przyłączeniowa	
		rodzaj	średnica, mm
Trzpieniowe	5...50	zewnątrzna cyldryczna	5...40
Rowkowe	4...12		4...12
Tarczowe	50...125	wewnętrzna cyldryczna z rowkiem wpustowym:	16...32
Trzystronne	50...125	- wzdłużnym	16...32
Czołowe	100...160	- poprzecznym	32...50



Rys. 8.6. Widok ogólny chwytu narzędzia ze stożkiem Morse'a

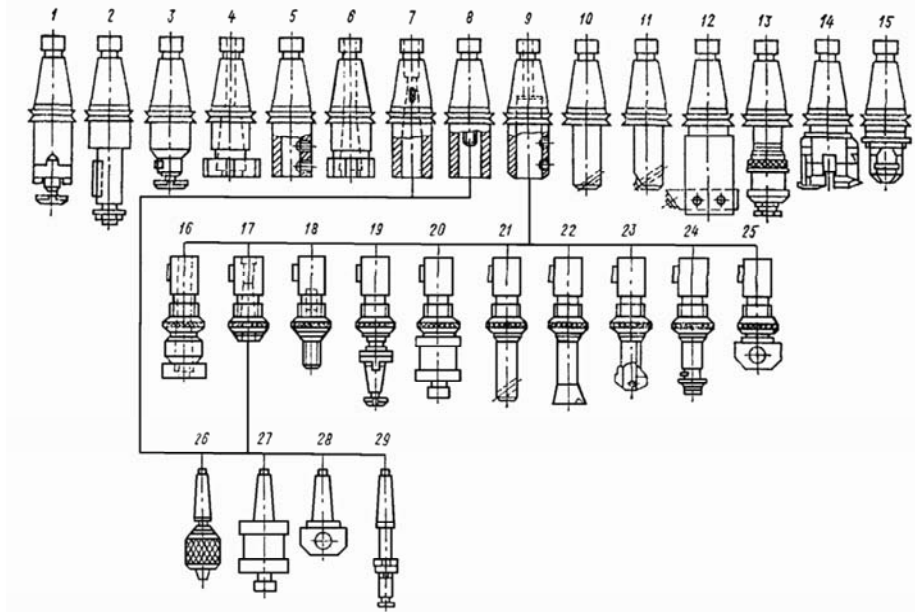
Do mocowania narzędzi skrawających stosowane są składane narzędzia pomocnicze, rozdzielone na elementy łączone ze sobą powierzchniami umożliwiającymi wygodne i szybkie mocowanie. Połączenie narzędzia skrawającego i pomocniczego realizowane jest za pośrednictwem chwytów cylindrycznych i stożkowych (stożek Morse'a), a narzędzia pomocniczego z wrzecionem – za pomocą chwytów o zbieżności 7 : 24. Stożki o zbieżności 7 : 24 wykonywane są jako: 30, 40, 45, 50, 55, 60. Najszersze zastosowanie znajdują chwyt o stożku 40 i 50 (tab. 8.10, rys. 8.6).

Tab. 8.10. Wymiary chwytów narzędzi, mm

Wymiary nominalne	Odchyłki graniczne	Stożkowość		Wymiary nominalne	Odchyłki graniczne	Stożkowość	
		40	50			40	50
D	$\pm 0,15$	63,0	100	l_1	—	10,0	16,0
D_1	—	44,45	69,85	l_2	-0,3	18,5	30,0
D_2	H12	58,0	94,0	l_3	—	8,0	11,0
D_3	h8	69,34	107,6 1	b	H12	16,1	25,7
D_4	—	55,0	85,0	t	—	22,5	35,3
d_1	H7	17,0	25,0	a_1	$\pm 0,1$	6,6	9,2
d_2	J5	5,0	6,0	l	—	10,0	12,0
d_3	H7	M16	M24	v	—	0,06	0,01
L	11	83,4	126,8	—	—	—	—

Wypożyczenie narzędziowe wiertarko – frezarko - wytaczarek pokazano na rys. 8.7. Oprawki 1-3 do frezów nasadzanych z rowkami poprzecznym i wzdłużnym oraz otworami cylindrycznymi gwarantują wstępne nastawienie wymiaru od czoła do największej średnicy stożka chwytu z dokładnością do 0,05 mm w zakresie 6-8 mm. Uchwyty z tuleją zaciskową 4, 6 służą do mocowania frezów palcowych i innych narzędzi skrawających o chwytach cylindrycznych. Tuleja pośrednia 5 stosowana jest do mocowania frezów palcowych. Tuleje przejściowe 7, 8 – do mocowania narzędzi skrawających o stożkach Morse’a 2, 3, 4 ze stopką i otworami gwintowymi. Oprawki 9 łącznie z tulejami regulowanymi, oprawkami i uchwytami 16-25 umożliwiają prostą i niezawodną regulację wylotu narzędzi skrawających typu wiertła, rozwiertaki i gwintowniki. Oprawki wytaczarskie 10, 11 umożliwiają wytaczanie kształtujące i wykańczające, oprawka 12 – wytaczanie wykańczające. Oprawka 13 przeznaczona jest do podcinania czół, głowice 14, 15 – do wytaczania otworów. Uchwyty z tuleją zaciskową 16-18 umożliwiają mocowanie standardowych narzędzi skrawających z chwytem cylindrycznym o średnicy od 5 do 25 mm ze zwiększonym wylotem. Oprawki regulacyjne 19 stosowane są do mocowania i regulowania rozwiertaków nasadzanych o stożkowatości chwytu 1:30, oprawki regulacyjne 21, 22 – do narzędzi wytaczarskich, oprawki 24 – do wiertel piórkowych. Regulowane uchwyty 20 z urządzeniem ochronnym stosowane są do nacinania gwintów M6-M16 [11, 17, 23, 29, 43].

Dla frezów tarczowych z chwytem cylindrycznym o średnicy 36 mm i 48 mm stosowane są oprawki regulowane 24. Wiertarski uchwyt trójszczękowy 26 stosowany jest do wiertła od 3 do 16 mm, a uchwyty do nacinania gwintów z urządzeniem ochronnym 27 stosuje się do gwintów M6-M16. Uchwyty wytaczarskie przedstawiono w pozycji 28, a oprawki dla rozwiertaków nasadzanych – 29 (rys. 8.7).

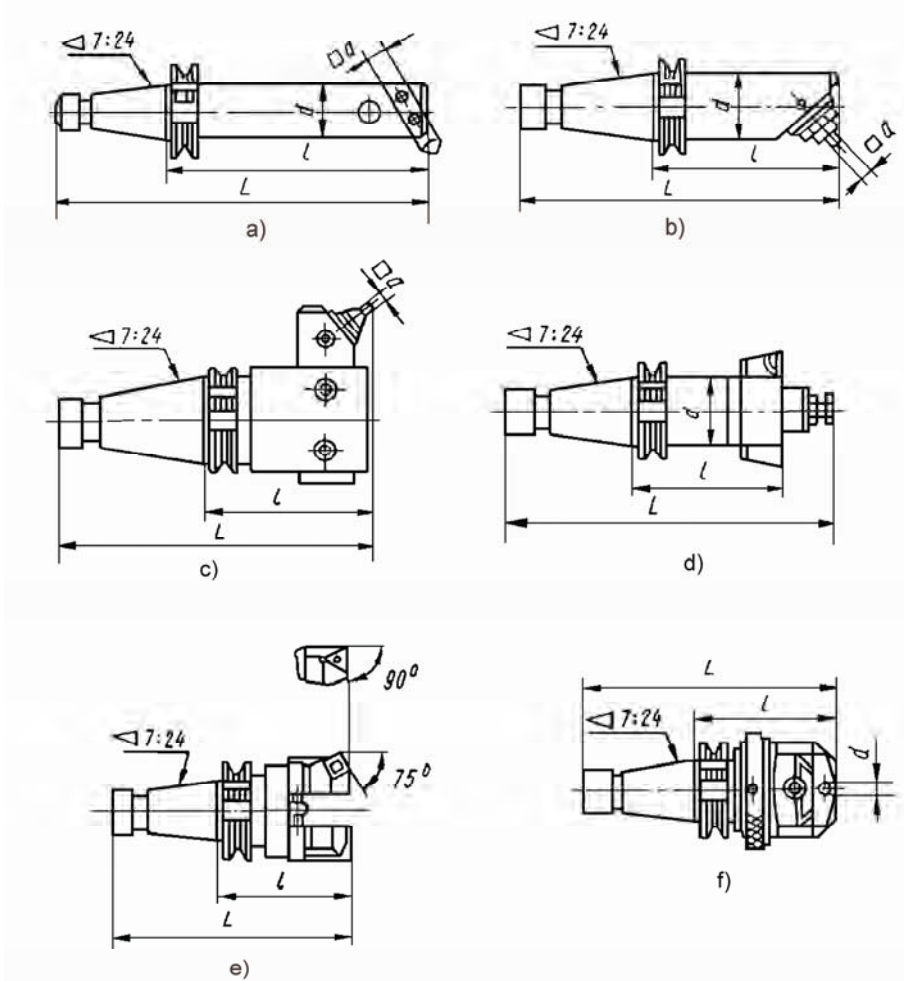


Rys. 8.7. Schemat oprzyrządowania narzędziowego wiertarko – frezarko – wytaczarek NC

Podstawowe typy oprawek wytaczarskich (rys. 8.8a-d) i głowic (rys. 8.8e, f), a także ich wymiary gabarytowe przedstawiono w tab. 8.11 i 8.12.

W Sewastopolskim Narodowym Uniwersytecie Technicznym opracowano szereg konstrukcji urządzeń do nacinania gwintów na wiertarko – frezarko – wytaczarkach. W szczególności urządzenie do nacinania gwintów (rys. 8.10), przeznaczone do ochrony małych gwintowników (M6-M12) przed złamaniami przy gwałtownym wzroście momentu skręcającego, powstającego podczas zaklinowywania się gwintownika w otworze. Mechanizm ochrony narzędzia przed złamaniem wykonany jest w postaci tarczowych krzywek 5 z zębami współpracującymi z powierzchnią gwintową wrzeciona 2, w którym znajduje się gwintownik 3. Tarczowe krzywki 5 rozmieszczone są w rowkach korpusu 1 i mają możliwość obrotu w płaszczyznach osiowych wrzeciona i za pośrednictwem sprężyn spiralnych 6, zamocowanych na osi 7 koła zapadkowego 8, współpracują z zapadką 9 mechanizmu nastawiania. Oś 7 w korpusie 1 ma możliwość obrotu względem nieruchomej skali 10 nastawiania. Między tuleją 4 i wrzecionem 2 znajduje się sprężyna 11.

Oprócz ochrony gwintownika przed złamaniem przy przeciążeniu (w wyniku obrotu tarczowych krzywek 5 w kierunku przeciwnym do ruchu strzałki zegara wrzeciono zatrzymuje się) urządzenie umożliwia także kompensację odchyłek osiowych i promieniowych między osiami narzędzia i obrabianego otworu.



Rys. 8.8. Podstawowe typy opravek wytaczarskich (a – d) i głowice (e, f) wiertarko – frezarko – wytaczarek NC (b)

Uchwyt do nacinania gwintów (rys. 8.11) chwytem 1 ustawiany jest na znormalizowanym oprzyrządowaniu narzędziowym wiertarko – frezarko – wytaczarki. Elastyczny element 11 i spiralne sprężyny 12 i 13, odpowiednio oddziałując na chwyt 1 i oprawkę gwintownika 2, utrzymują element sprężysty 3 w stanie odkształconym.

Sztywność elementu sprężystego 3 zależy od osiowej długości jego powierzchni, znajdującej się poza strefą kontaktu z powierzchniami tulei 4 i 6. Regulacja sztywności elementu sprężystego 3 realizowana jest w wyniku przemieszczenia cięgła 14 przy obrocie nakrętki 16. Elastyczne cięgło 11 oddziałuje poprzez suwaki 9 i 10, kołki 7 i 8 na tuleje 4 i 6, powodując ich zbliżenie lub odsunięcie. Przy zbliżeniu tulei 4 i 6 sztywność elementu sprężystego 3 zwiększa się, a przy odsunięciu zwiększa się osiowa długość powierzchni elementu sprężystego – zmniejsza się jego sztywność.

W trakcie wchodzenia gwintowników w obrabiany otwór element sprężysty 3 w postaci cienkościennej tulei z przelotowymi wzdłużnymi przecięciami kompensuje niezgodność posuwu osiowego wrzeciona obrabiarki i skoku nacinanego gwintu, a także promieniowe przemieszczenie gwintownika względem osi nacinanego otworu.

Przy wychodzeniu gwintownika z obrabianego otworu element sprężysty również kompensuje niezgodność skoku gwintu i przemieszczeń promieniowych.



Rys. 8.9. Przykład kompletu narzędzi skrawających „HERTEL” (Niemcy) dla wiertarko – frezarko – wytaczarek NC

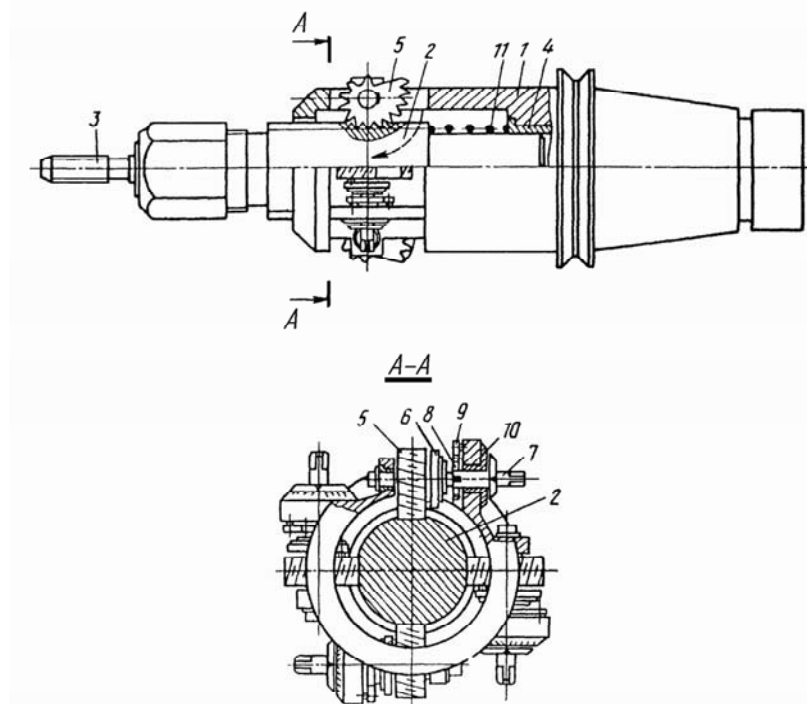
Tab. 8.11. Oprawki wytaczarskie do obrabiarek NC

Średnica wytaczanego otworu, mm	Wymiary, mm			
	oprawek			noża a×b
	d	l	L	
Wytaczanie kształtujące (rys. 8.8a)				
55...70	40	160 250	253/287 343/377	12×12
70...90	50	160 315	263/287 408/442	16×16
90...110	63	200 400	293/327 493/527	20×20
110...140	80	160 360	253/287 393/477	25×25
140...180	100	160 220 250	253/287 313/- -/377	32×32
Wytaczanie wykańczające z mikroregulacją położenia noża (rys. 8.8b)				
45...62	40	160 250	253/286 323/377	10×10
60...80	50	160 300	253/286 393/427	12×12
75...95	63	160 350	253/286 443/477	12×12
90...125	80	160 350	253/286 443/477	16×16
120...150	100	160 250	-/286 343/377	20×20
150...180	125	200	-/329	25×25
Wytaczanie wykańczające bez mikroregulacji położenia noża (rys. 8.8c)				
150...250	—	160	253/-	20×20
180...270	—	160	-/287	20×20
270-350	—	125	-/252	25×25
Wykonywanie podcięć (rys. 8.8d)				
45...60	30	100	238/271	8×20
50...72	—	—	240/273	10×25
65...100	50	120	260/239	12×35
100...140	63	120	280/313	16×45
135...170	80	140	-/335	22×60
160...200	100	140	-/335	22×60

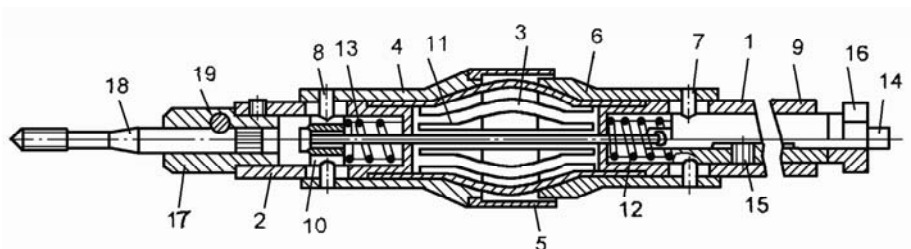
Uwaga: W liczniku przytoczono wymiary oprawek o stożku 40, w mianowniku – ze stożkiem 50.

Tab. 8.12. Głowice wytaczarskie do obrabiarek NC

Średnica wytaczanego otworu, mm	Wymiary, mm		
	głowicy		noża a×b
	I	L	
O dwóch zębach (rys. 8.8e)			
80...120	160	253/287	16×16
120...180	160	-/287	20×20
180...250	125	-/252	25×25
250...350	125	-/252	25×25
Uniwersalne (rys. 8.8f)			
160	125	225/265	20×20
250	125	245/285	25×25
400	120	300/343	32×32



Rys. 8.10. Urządzenie do nacinania gwintów do obrabiarki wielozadaniowej NC (wzór użytkowy SU 1407709) [7]



Rys. 8.11. Uchwyt do nacinania gwintu (wzór użytkowy SU 1144791) [4]

8.3. Urządzenia do ustawiania narzędzi

Nastawianie na wymiar narzędzia poza obrabiarką polega na ustawieniu krawędzi skrawającej lub jej wierzchołka w kierunku promieniowym i osiowym na wymiar określony od bazowych powierzchni oprawki lub bloku nożowego. Elementy bazujące urządzeń do ustawiania narzędzi poza obrabiarką wykonywane są odpowiednio do bazujących elementów obrabiarek, przeznaczonych do ustawiania narzędzi.

W urządzeniu BW-2011 (rys. 8.12) blok narzędziowy 1 znajduje się w płycie przejściowej 2. Płyta jest montowana i nastawiana na stole 3 przy pomocy bloku wzorcowego 4 tak, aby przy podejściu karetki urządzenia z mikroskopem ustawczym 6 wierzchołek bloku wzorcowego pokrywał się z punktem przecięcia osi „A” w polu widzenia mikroskopu. Nastawienie bloku wzorcowego realizowane jest przy pomocy czujnika 5 i zestawu przymiarów końcowo - kreskowych, odpowiadających odległości wierzchołka od płaszczyzny obliczeniowej oprawki nożowej.

Przyrząd BW-2026 (rys. 8.12b) montowany jest na postumencie 1, na którym rozmieszczone są bloki przetworników urządzeń wskazań cyfrowych (UWC), automat-bezpiecznik i transformator projektora. Na przyrządzie 2 rozmieszczone są dwie wzajemnie prostopadłe karetki - górna (poprzeczna) 6 i dolna (wzdłużna) 7, które przemieszczają się po prowadnicach kulkowych. Na górnej karetkie ustawiony jest wspornik z projektorem 5. Z lewej strony na podstawie zamocowany jest wspornik 3 z UWC 4. Dokładne ustawienie współrzędnych karetki osiągane jest przy pomocy zespołów mikroposuwu.

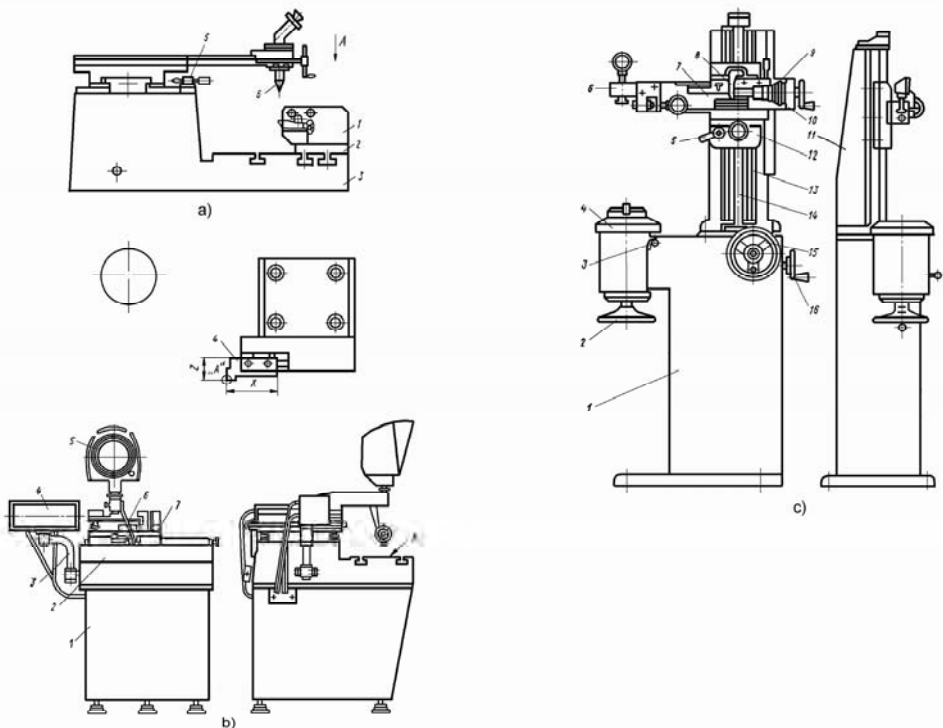
Na powierzchni A przyrządu zamocowany jest specjalny stojak (symulujący konstrukcję bez głowicy rewolwerowej), w której znajduje się blok narzędziowy. Jako układy odliczania stosowane są urządzenia modelu 5147/1 wskazań cyfrowych z indukcyjnymi czujnikami przemieszczeń.

Przyrząd BW-2013 (rys. 8.12c) przeznaczony jest do ustawiania na wymiar obrotowych narzędzi skrawających z ustawianiem współrzędnych według linijek, miar długości noniuszy i ustaleniem położenia krawędzi skrawającej według czujników.

Nastawiane narzędzia z chwytem stożkowym (7:24) mocowane są w uchwycie przyrządu. Na podstawie 1 przyrządu ustawione jest wrzeciono 4 i mechanizm szybkiego i dokładnego przemieszczania pokrętłami 15 i 16 karetki pionowej 12. Ustalczacz 3 wyklucza obrót wrzeciona 4 podczas zaciskania narzędzia pokrętłem 2. Na górnej płaszczyźnie podstawy zamocowany jest stojak 11 z karetkami pionową 12 i poziomą 10. Kierownica pionowa przemieszcza się po prowadnicach prostokątnych 13 za pośrednictwem śruby 14. Kierownica w końcowym położeniu zamocowana jest rygłem 5. Na karcie pionowej są prowadnice karetki poziomej, przeznaczonej do regulacji średnicy i oporu 8. Na karcie 10 zamocowane są końcówki 6 ze wskaźnikami, pryzma 7 do rozmieszczenia przymiarów nastawnych oraz głowica mikrometryczna 9.

8.4. Urządzenia do automatycznej wymiany narzędzi

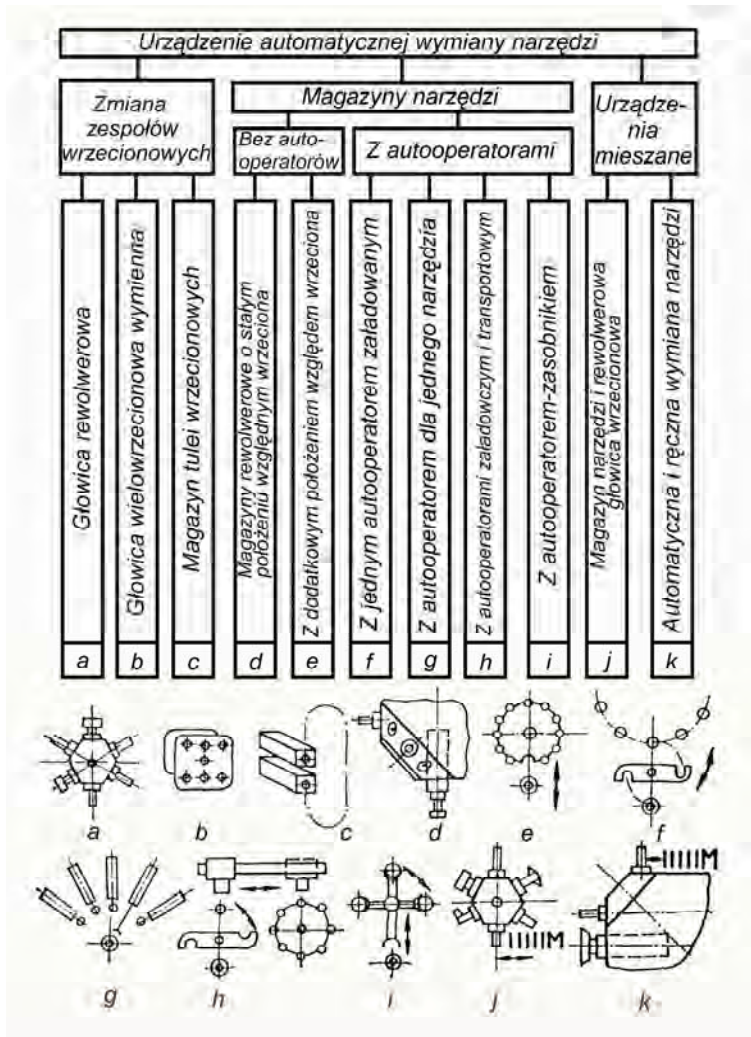
Specyfika urządzeń do automatycznej wymiany narzędzi (AWN) ma istotny wpływ na konstrukcję narzędzi; powinny one umożliwiać jego uchwycenie, ustalenie przemieszczenia i wstawienie narzędzia do magazynu oraz ustawienie we wrzecionie.



Rys. 8.12. Przyrządy do ustawiania na wymiar narzędzi: a) BW - 2011; b) BW - 2026; c) BW - 2013

Klasyfikacja sposobów i urządzeń AWN zależy od typu obrabiarki, położenia wrzeciona, ilości i typów stosowanych narzędzi, czasu wymiany narzędzia. Klasyfikacja jest przedstawiona na rys. 8.13. Rewolwerowe głowice wrzecionowe (rys. 8.13a) w ostatnich latach stosowane są rzadziej z powodu małej ilości narzędzi, które można w nich розміścić i niedokładności ustawienia głowicy a także niedostatecznej ich sztywności. Wymienne głowice wielowrzecionowe (rys. 8.13b) stosowane są w obrabiarkach wielozadaniowych podczas wytwarzania dużych serii części. Magazyny tulei wrzecionowych (rys. 8.13c) nie posiadają wad charakterystycznych dla głowic rewolwerowych, ale są kosztowne w wyniku konieczności wykonania dużej liczby precyzyjnych zespołów wrzecionowych. Magazyny rewolwerowe o stałym położeniu względem wrzeciona (rys. 8.13d) zawierają większą liczbę narzędzi niż rewolwerowe głowice wrzecionowe i umożliwiają rozmieszczenie wrzeciona o dowolnej długości. Do ich wad należy zaliczyć ograniczoną pojemność magazynu, duży wylot wrzeciona, co obniża dokładność obróbki, a także w istotnym stopniu zajmuje strefę roboczą obrabiarki. Magazyny narzędzi bez automatycznych operatorów (rys. 8.13e) wymagają dodatkowego przemieszczenia promieniowego, co ogranicza ich pojemność i liczbę wariantów konstrukcyjnych. Urządzenia z jednym załadunkowym operatorem (rys. 8.13f) są stosowane często. Podczas obrotu automatyczny operator jednocześnie chwytą oprawkę z narzędziem poprzednim i następnym, następnie przemieszczając je osiowo wyjmując z magazynu i wrzeciona, obracając o 180° zamieniając miejscami i w wyniku powrotnego ruchu osiowego przemieszcza poprzednie narzędzie do magazynu, który powinien znajdować się w niedalekiej odległości od wrzeciona. Magazyn z operatorem automatycznym dla każdego narzędzia (rys. 8.13g) ma ograniczoną pojemność albo jest zbyt rozbudowany. Obsługa urządzenia umieszczonego w strefie roboczej jest więc utrudniona. Magazyny z automatycznymi operatorami załadunkowymi i transportowanymi (rys. 8.13h) mogą być rozmieszczone w dość dużej odległości od wrzeciona, w wygodnym miejscu do ich obsługi. Problemy związane z dodatkowym automatycznym operatorem kompensowane są możliwością wykonania magazynów w postaci niezależnych zespołów o różnej pojemności. Urządzenia z operatorem automatycznym – zasobnikiem narzędzi (rys. 8.13i) stosowane są w celu wykluczenia potrzeby stosowania dużego magazynu i przyspieszenia AWN przy powtórnym zastosowaniu najbardziej charakterystycznego dla danej części narzędzia. W urządzeniu mieszanym (rys. 8.13j, k) rewolwerowa głowica wrzecionowa stosowana jest w powiązaniu z magazynem M, z którego lekkie narzędzia automatycznie, kolejno są wstawiane do dwóch przeciwnych wrzecion. W pozostałych wrzecionach umieszczane są ciężkie narzędzia, mocowane ręcznie.

W mieszanym urządzeniu ze specjalizowanymi wrzecionami (rys. 8.13k) dwuwrzecionowa głowica rewolwerowa dla lekkich narzędzi jest załadowywana automatycznie z magazynu M, a wrzeciono, przeznaczone do narzędzi ciężkich, załadowywane jest ręcznie lub ze specjalnego magazynu. Połączenie głowicy rewolwerowej i magazynu umożliwia sprowadzenie czasu AWN do czasu indeksacji głowicy, ponieważ poszukiwanie i załadunek narzędzi odbywa się w trakcie pracy obrabiarki. Specjalizacja wrzecion umożliwia ich dostosowanie do warunków pracy i zmniejszenie wymiarów magazynu.



Rys. 8.13. Klasyfikator urządzeń automatycznej wymiany narzędzi

9. Urządzenia kontrolno – pomiarowe

9.1. Techniczne urządzenia kontrolne

Urządzenia techniczne do kontroli w ESP zawierają:

- urządzenia informacyjne będące pierwotnymi przetwornikami pomiarowymi (czujnikami) do zbierania informacji o właściwościach, stanie technicznym i położeniu kontrolowanych obiektów, a także o stanie otoczenia technicznego;
- przetworniki pośrednie, przyrządy lub urządzenia obliczeniowe do analizy informacji i porównanie uzyskanych faktycznych wartości parametrów z zadanymi;
- obliczeniowe urządzenia sterujące, wypracowujące sygnały powiadamiające, indykacji lub sterowania, niezbędne do wprowadzenia w odpowiednim czasie korekcji lub podjęcia innych działań.

9.2. Urządzenia do kontroli części i stanu narzędzi na obrabiarce

Szeroko stosowaną metodą kontroli w procesie skrawania jest metoda ciągłego lub wykonywanego w krótkich odstępach czasu (dla każdej części) pomiaru bieżących parametrów napędowych silników elektrycznych. Przetworniki pomiarowe, znajdujące się na silnikach elektrycznych, rejestrują zmiany prądu obciążenia i poprzez przetwornik analogowo – cyfrowy przekazują informacje do komputera.

Najbardziej rozpowszechnione sposoby kontroli procesu można podzielić na trzy grupy: charakterystyki siłowe, wskaźniki akustyczne i poziom wibracji.

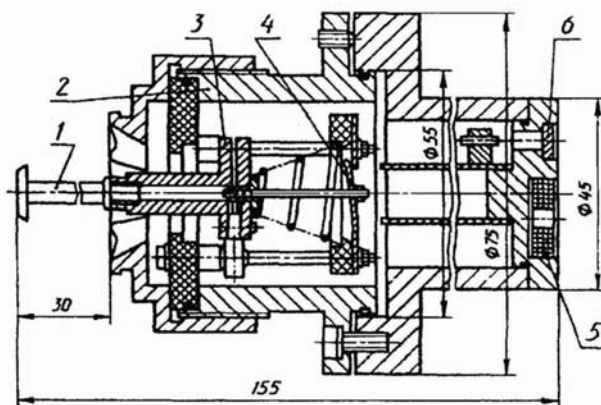
Pomiary pośrednie sił skrawania wykonywane są poprzez pomiar odkształceń powstałych jako wynik działania sił (czujnikami tensometrycznymi, indukcyjnymi) lub przyspieszeń. W związku z tym określana jest wielkość zużycia, wykruszenia narzędzia skrawającego, odchylenia od wymiaru z powodu odgięcia narzędzia itp. [33, 37].

Akustyczna metoda kontroli oparta jest na zjawisku emisji akustycznej, tj. drgań wysokoczęstotliwościowych lub fal napięć powstających w trakcie odkształceń metalu. Do rejestracji takich drgań stosowane są czujniki piezoelektryczne. Między dźwiękiem generowanym przez narzędzie skrawające i stanem jego krawędzi skrawającej występuje określona zależność, ponieważ charakter dźwięku zależy od stopnia zużycia narzędzia.

Zmiana wibracji podczas skrawania umożliwia określenie zużycia, drgań rezonansowych narzędzia i jego złamania. Jako czujnik wibracji stosowany jest akcelerometr piezoelektryczny.

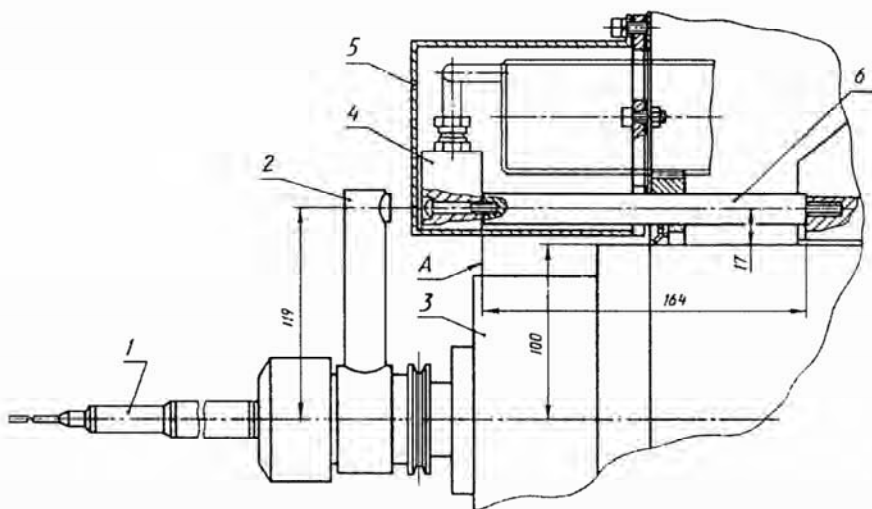
Najbardziej rozpowszechnionymi środkami kontroli bezpośredniej poza strefą obróbki umożliwiającą osiągnięcie wysokiej dokładności pomiaru części i narzędzia są czujniki (indykatory) dotyku.

Czujniki dotyku składają się z korpusu i czujnika kontaktowego. Przy nacisku na czujnik w dowolnym kierunku włącza się wyłącznik krańcowy, umiejscowiony w korpusie. Korpus czujnika styku może być zamocowany we wrzecionie, na łożu obrabiarki lub w innym miejscu. Przy włączeniu wyłącznika krańcowego czujnika dotyku przekazuje on sygnał do urządzenia NC obrabiarki, będący komendą określenia bieżących współrzędnych zespołów ruchomych. Jeżeli czujnik jest zdejmowany, to sygnał przekazywany jest od niego bezkontaktowo. Kiedy pomiary nie są przeprowadzane, to czujnik automatycznie przemieszcza się do magazynu narzędziowego. Odbiornik sygnału czujnika pozostaje na korpusie obrabiarki.



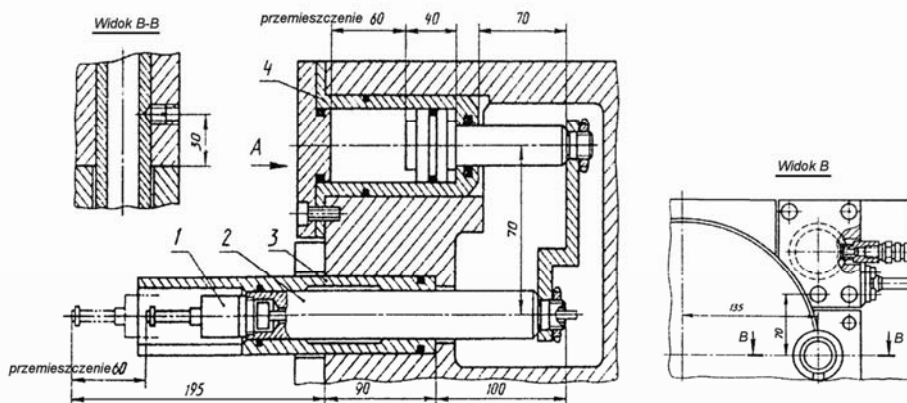
Rys. 9.1. Pomiarowa głowica dotykowa z czujnikiem dotykowym BW-4271

Pomiarowa głowica dotykowa z czujnikiem dotyku BW-4271 (rys. 9.1) zawiera czujnik dotyku 1, umiejscowiony w korpusie 2 na podwieszeniu przegubowym 3 tak, aby przy przemieszczeniu w kierunku dowolnej z trzech osi współrzędnych było wykonywane włączanie lub wyłączanie kontaktów elektrycznych 4. Zasilanie głowicy dotyku, stosowanej przy pomiarze części realizowane jest sposobem bezkontaktowym za pośrednictwem transformatora 5 z powietrzną przerwą. Połączenie głowicy dotyku z blokiem elektronicznym realizowane jest przy pomocy optycznego urządzenia przyjmującego – przekazującego 6, w oparciu o przekazywany przez światłowód sygnał w momencie kontaktu czujnika dotyku z mierzonym wyrobem. Odbiornik sygnału wykonany na bazie fototranzystorów znajduje się w bloku elektronicznym.



Rys. 9.2. Pomiarowa głowica dotykowa z optycznym przekaźnikiem na obrabiarce IR320PMF4

Konstrukcja pomiarowej głowicy dotykowej do kontroli wymiarów obrabianych na obrabiarce IR320PMF4 części korpusowych pokazana jest na rys. 9.2. Głowica 1 z optycznym urządzeniem przekazującym 2 automatycznie ustawia się we wrzecionie 3 obrabiarki, z magazynu, gdzie jest ona przechowywana razem z wymiennymi narzędziami skrawającymi. Urządzenie przyjmujące 4 ustawione jest w określonym położeniu na przednim czole wrzeciennika tak, aby otwór w obudowie 5 pokrywał się z osią emitera światła czujnika 2. Położenie fototranzystorów odbiornika 4 wzdłuż osi regulowane jest kołkami 6.



Rys. 9.3. Pomiarowa głowica dotykowa na obrabiarce IRT180PMF4

Konstrukcja pomiarowej głowicy dotykowej, przeznaczonej do kontroli wymiarów narzędzi w wymiennej tarczy głowicy rewolwerowej tokarki NC IRT180PMF4 pokazana jest na rys. 9.3. Głowica dotykowa 1 zamocowana jest na drążku 2, wysuwanym z wewnętrznej tulei ochronnej 3 za pomocą cylindra hydraulicznego 4. Głowica pomiarowa z odbiornikiem połączona jest kablem, przechodzącym wewnątrz drążka 2. Tuleja z głowicą pomiarową i z cylindrem hydraulicznym umieszczona jest na przedniej ścianie wrzeciennika w taki sposób, że oś głowicy jest równoległa do osi wrzeciona. Mechanizm wysuwu powinien gwarantować wysoką stabilność pozycjonowania czujnika dotyku w położeniu roboczym (wysuniętym).

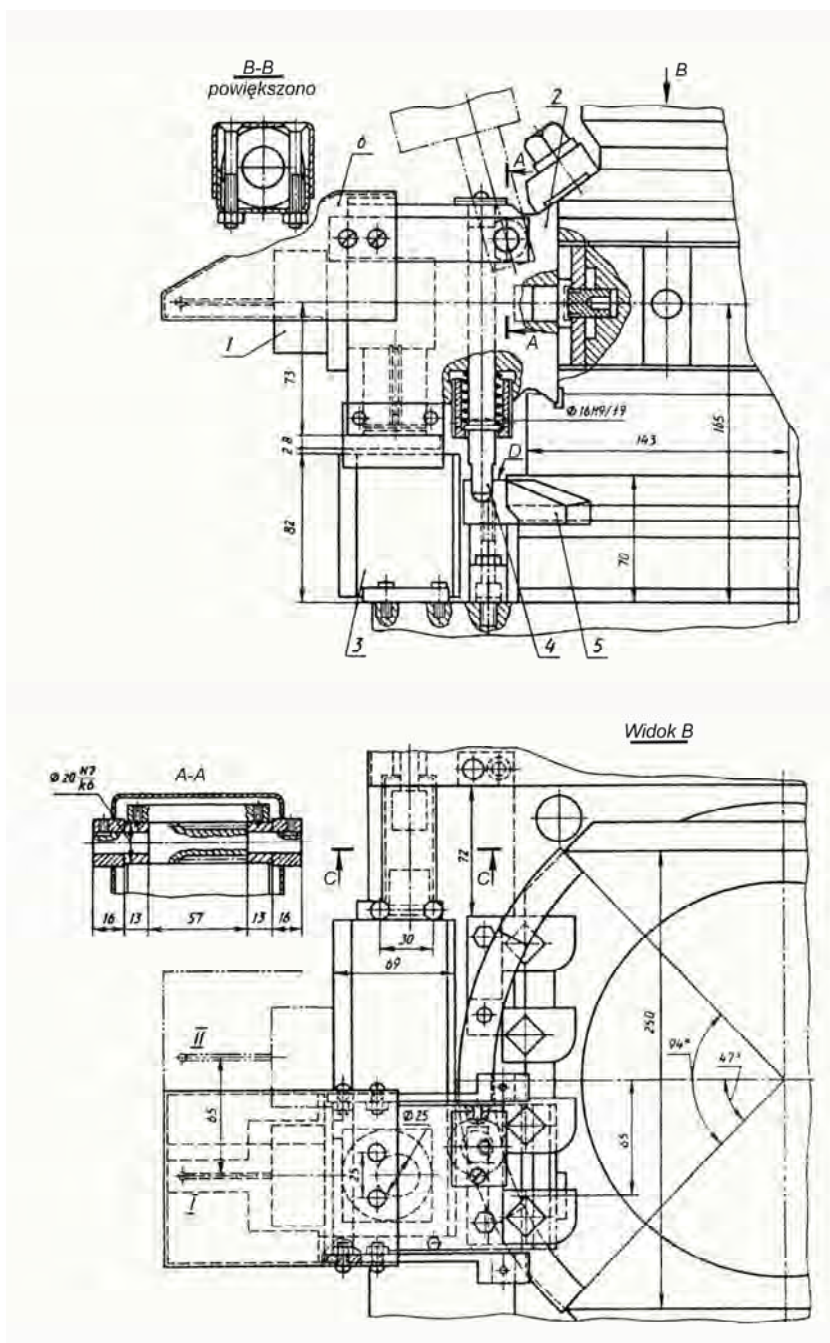
Konstrukcja zautomatyzowanej głowicy dotyku, wbudowanej w głowicę rewolwerową tokarki NC 1P756DF331, przeznaczonej do kontroli pomiarów obrabianej części pokazana jest na rys. 9.4. Głowica dotyku 1 wstawiana jest do specjalnej oprawki 2, zamocowanej na czteropozycyjnej głowicy obrabiarki rewolwerowej. Odbiornik 3 zmontowany jest na suporcie w taki sposób, aby zagwarantować niezbędny luz względem nadajnika sygnału na głowicy 1. Trzpień - zębatka 4, przemieszczający się w kierunku pionowym w wyniku działania krzywki 5, w trakcie obrotu głowicy rewolwerowej do pozycji pomiaru odsuwa obudowę ochronną 6. Głowica może być ustawiona w jednym z położen I lub II w zależności od największej mierzonej średnicy części.

9.3. Urządzenia do kontroli części poza obrabiarką

Do automatycznej kontroli wyrobów złożonych (części korpusowych) stosowane są specjalizowane moduły kontrolno – pomiarowe, wyposażone w uniwersalne maszyny pomiarowe. Widok ogólny współrzędnościowej maszyny pomiarowej KIM-600 pokazany jest na rys. 9.5. Maszyna przeznaczona jest do pomiaru różnych części we współrzędnych bezwzględnych liniowych (X, Y, Z) i kątowych (C), charakteryzujących parametry geometryczne: wymiary, kształt i wzajemne położenie powierzchni części. Pomiar wymiarów w punktach kontrolnych wykonywany jest za pomocą głowicy dotykowej i przyrządów pomiarowych, następnie wyniki pomiarów są opracowywane przy zastosowaniu specjalnego programu komputerowego.

W skład KIM-600 wchodzi specjalna stacja 1 z głowicą dotykową 2 do pomiaru współrzędnych kontrolnych punktów części. Część ustawiana jest na powierzchni roboczej stołu obrotowego 3, niezbędnego do pomiaru położenia kąтового C.

Obróbka informacji pomiarowej wykonywana jest w urządzeniu elektro-nicznym 4 z wbudowanym komputerem.



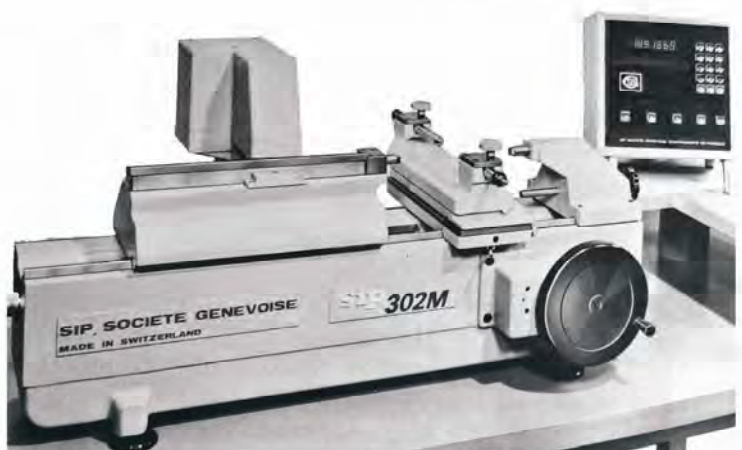
Rys. 9.4. Zautomatyzowana głowica dotykowa do kontroli wymiarów części na obrabiarce 1P756DF331



Stacja pomiarowa jest konstrukcją portalową, o ruchomej (oś X) karetkce 1 z głowicą dotyku 2 we wrzecionie 10. Prowadnice 11 karetki znajdują się na portalu 12, który z kolei przemieszcza się na prowadnicach 13, zamocowanych na podstawie 14. Do powierzchni podstawy przymocowany jest stół obrotowy 3. Podstawa maszyny ustawiona jest na postumencie 15 i jej wysokość jest regulowana za pomocą podpór gwintowych 16 - trzy z nich służą do ustawienia powierzchni podstawy w płaszczyźnie poziomej, a cztery pozostałe przeznaczone są do podtrzymywania. W postumencie znajduje się blok przygotowania powietrza, aparatura pneumatyczna i panel z łącznikami elektrycznymi oraz pulpitem sterowniczym. Postument ustawiany jest na podłodze na podporach wibroizolacyjnych 17.

Charakterystyka techniczna współrzędnościowej maszyny pomiarowej KIM-600

Metoda pomiaru	absolutna
Układ przemieszczeń współrzędnościowych	prostokątny i biegunowy
Największe przemieszczenia:	
liniowe w osiach, mm:	
X	900
Z	400
kątowe w osi, °:	
C	360
Graniczny błąd pomiaru przemieszczeń współrzędnościowych, mm	0,012
Największe wymiary mierzonej części, mm	
$l \times b \times h$	800×800×350
Największa masa mierzonej części, kg	250
Typ czujnika współrzędnościowych układów obliczeniowych:	
prostokątny	induktosyn liniowy
biegunowy	induktosyn kołowy
Dokładność skali układu pomiarowego z blokiem cyfrowej indykacji:	
prostokątnego	0,001
biegunowego, ką. s	5
Model wbudowanego komputera	Elektronika DZ-28
Typ przemieszczeń kierunkowych:	
liniowych i kołowych	aerostatyczny
Materiał prowadnic:	
liniowych i kołowych	granit
Napięcie zasilania, V	380
Ciśnienie w sieci pneumatycznej, MPa	0,6...0,8
Zużywana moc, kWt	1
Masa, kg	1500



Rys. 9.6. Maszyna pomiarowa SIP302M (Szwajcaria)

Najbardziej znane są szwajcarskie maszyny pomiarowe SIP302M (rys. 9.6) do kontroli narzędzi do gwintu, głowic dotykowych elektronicznych urządzeń pomiarowych, czujników i różnych części w zakresie 0...305 mm.



Rys. 9.7. Centrum pomiarowe do narzędzi SIP305M (Szwajcaria)

Centrum pomiarowe do narzędzi SIP305M (rys. 9.7) przeznaczone jest także do kontroli narzędzi do gwintów, czujników sprawdzianów, szczelinomierzy i innych części.



Rys. 9.8. Uniwersalna maszyna pomiarowa z cyfrową indykacją trzech współrzędnych SIP414M (Szwajcaria)

Uniwersalna maszyna pomiarowa SIP414M (rys. 9.8) przeznaczona jest do kontroli różnorodnych części według trzech osi (X, Y, Z) z zakresami pomiarów odpowiednio 400×100×145 mm. Powierzchnia robocza stołu 520×200 mm, dokładność układu 0,1 μm.

10. Urządzenia transportowo – załadownicze i magazyny w ESP

10.1. Urządzenia do automatycznego załadunku i rozładunku obrabiarek

Urządzenia załadowniczo - rozładownicze urządzeń technologicznych odnoszą się do transportu operacyjnego i mogą być zamontowane zarówno bezpośrednio na obrabiarce (rys. 10.1), jak i w postaci robotów przemysłowych nad strefą roboczą (rys. 10.2 – 10.6) i przed strefą roboczą (rys. 10.7 – 10.10) [28, 31, 53].

Widok ogólny zautomatyzowanego urządzenia załadowniczo – rozładowniczego do obrabiarki MR315 pokazany jest na rys. 10.1. Magazyny - zasobniki półfabrykatów 1 i części obrabianych 2 (tarcz, kołnierzy, kół pasowych) wykonane są w postaci pochylonych rynien z bocznymi listwami kierunkowymi. Magazyny montowane są z części zunifikowanych, których liczba zależy od wymaganej pojemności zasobnika. Ruch półfabrykatów lub części w rynnie magazynu zachodzi w wyniku działania siły ciężkości do oporowych wsporników 3 i 4 i części czołowej. W pozycjach rozładunku i załadunku w bocznych listwach są okna, przez które półfabrykat lub część mogą być zdjęte i ustawione w magazynie chwytakami 5 manipulatorów 6. Chwytki wykonane są jako trójszczekowe zaciskowe mechanizmy z cylindrem hydraulicznym i przekładniami zębatkowymi.

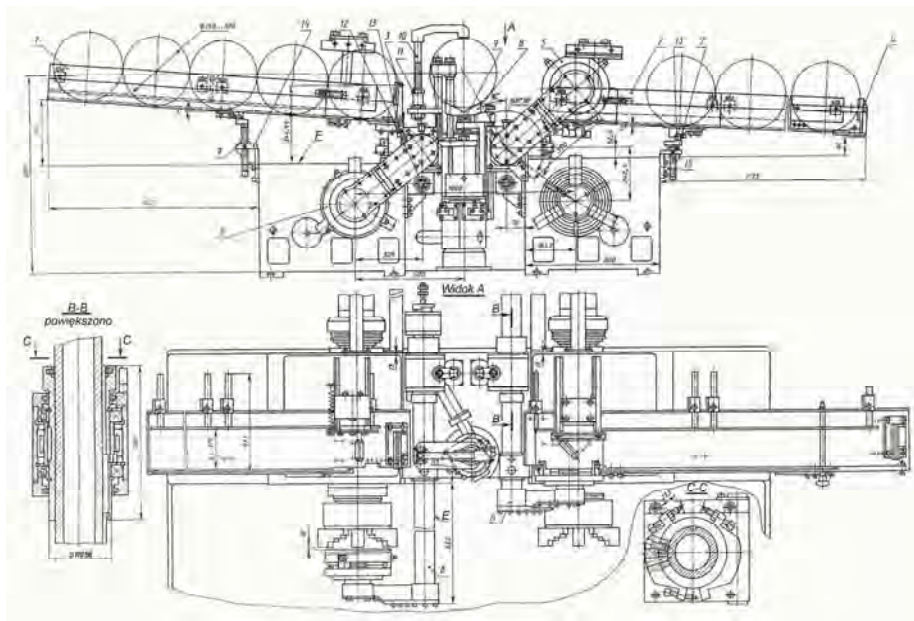
Roboty przemysłowe stosowane są do obsługi urządzeń technologicznych przy obróbce części obrotowych lub pryzmatycznych o masie do 20 kg. W pewnych przypadkach roboty przemysłowe stosowane są do części korpusowych o masie powyżej 20 kg.

Poziom techniczny robotów przemysłowych określany jest udźwigiem, rodzajem sterowania (cyklowym, pozycyjnym, konturowym), pojemnością pamięci układu sterowania, rodzajem napędu (pneumatyczny, hydrauliczny, elektromechaniczny, elektrohydrauliczny), ilością stopni swobody i prędkością przemieszczeń [53].

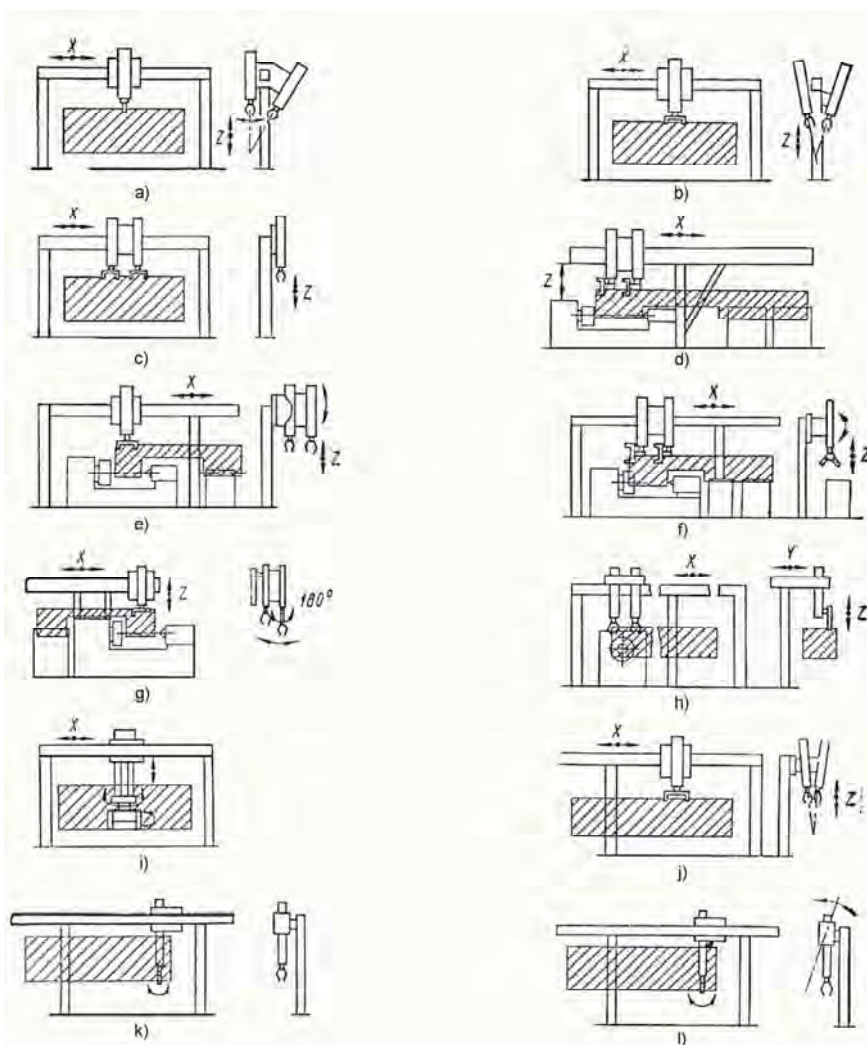
Według rodzaju głównych przemieszczeń odnośnie osi, stosowane w ESP roboty przemysłowe dzieli się na następujące grupy: pracujące w płaskim prostokątnym układzie współrzędnych, tj. portalowe lub montowane na wrzecienniku tokarki, przeznaczone do pracy z jedną obrabiarką (rys.10.2; 10.3; tab. 10.1); portalowe o kolumnowo - dźwigniowej konstrukcji manipulatora, pracujące w kątowym cylindrycznym układzie współrzędnych (rys. 10.4 – 10.6; tab. 10.2) i pracujące w cylindrycznym układzie współrzędnych (rys. 10.8,

10.9, tab. 10.3); typu uniwersalnego, pracujące w sferycznym (lub kątowym sferycznym) układzie współrzędnych (rys. 10.10; tab. 10.4) [40, 50, 61, 66].

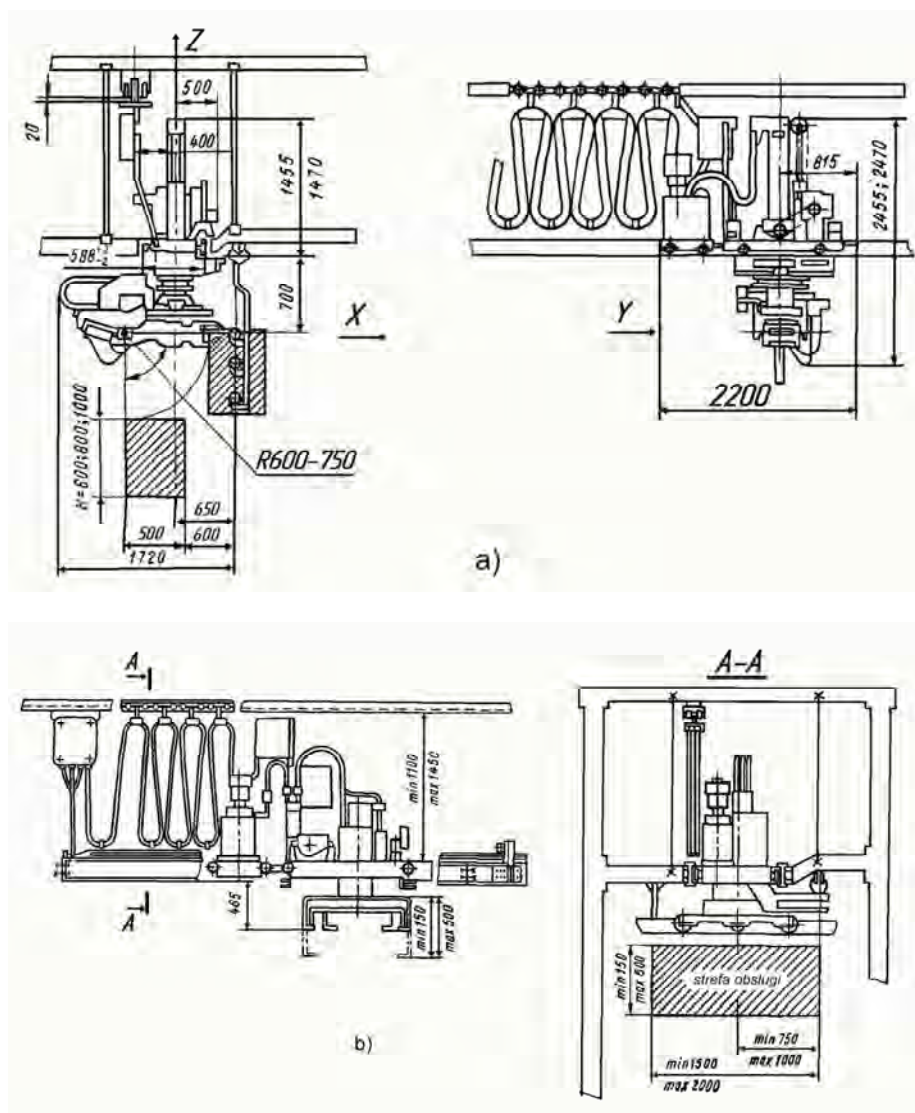
Jako urządzenia pomocnicze współpracujące z robotami przemysłowymi stosowane są stoły taktowe, magazyny - zasobniki i transportery taktowe. Stoły taktowe (rys. 10.11) przeznaczone są do transportowania części do strefy chwytu robota. Półfabrykat ustawiany jest bezpośrednio na stole lub w przyrządzie [53, 97].



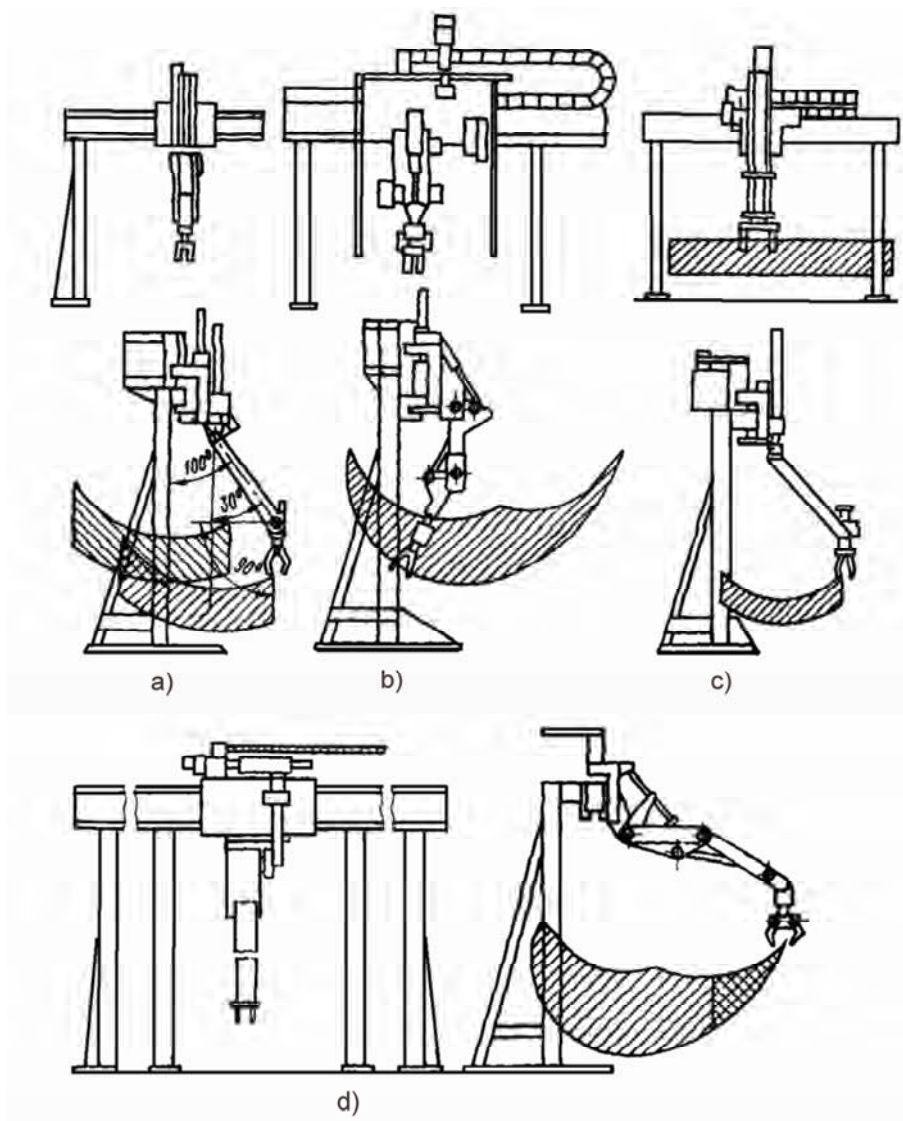
Rys. 10.1. Zautomatyzowane urządzenie załadownicze – wyładownicze do obrabiarki MR315 z urządzeniem do orientacji części



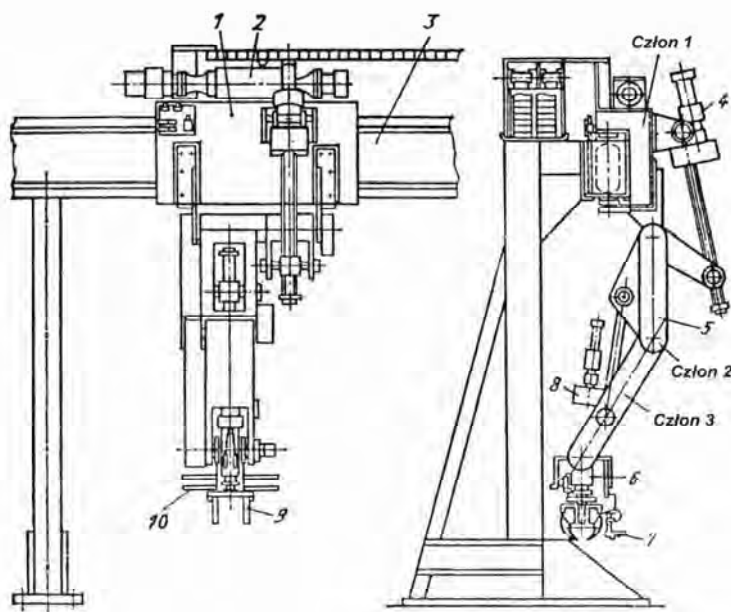
Rys. 10.2. Schematy robotów przemysłowych modeli: a) M-21; b) M63-34 i M40P.08.01; c) M63-64; d) MA80C05.15; e) MA80C49.01; f) MA80C49.25; g) SM80C48.11, CM80C48.15; h) RTP-25; i) MR 2R2; j) M63-02; k) MA80C2505; l) MA80C4817 z płaskim prostokątnym układem współrzędnych



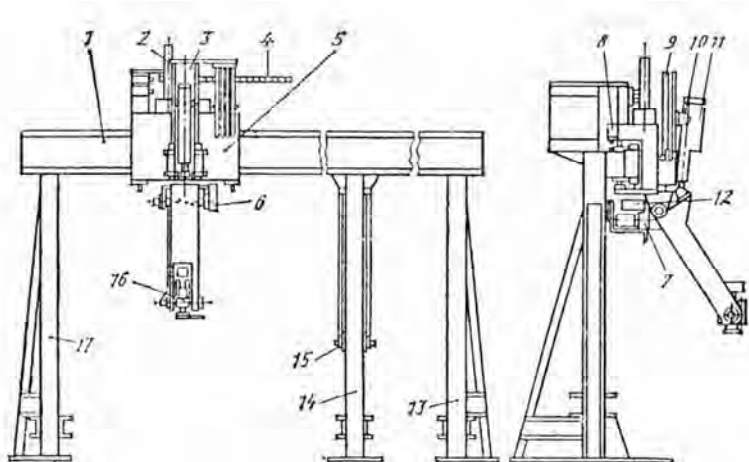
Rys. 10.3. Podwieszane roboty transportowe: a) MAK-1-50AM; b) MAK-2-320



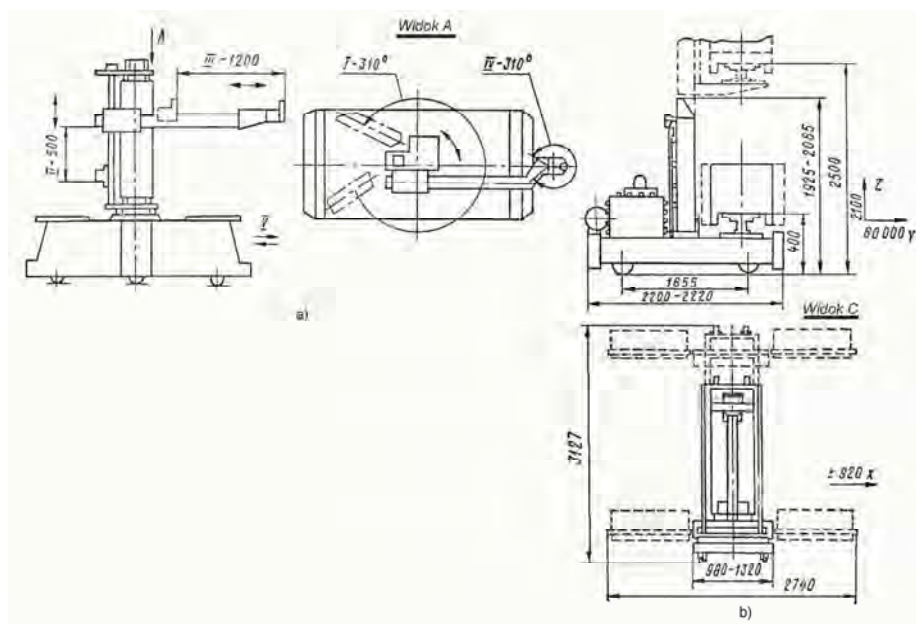
Rys. 10.4. Schematy bramowych robotów przemysłowych: a) M40P.05.02; b) SM40F2.80.01; c) MA160P.51.01; d) UM160F2.81.01, UM160 o kolanowo – dźwigniowej konstrukcji manipulatora



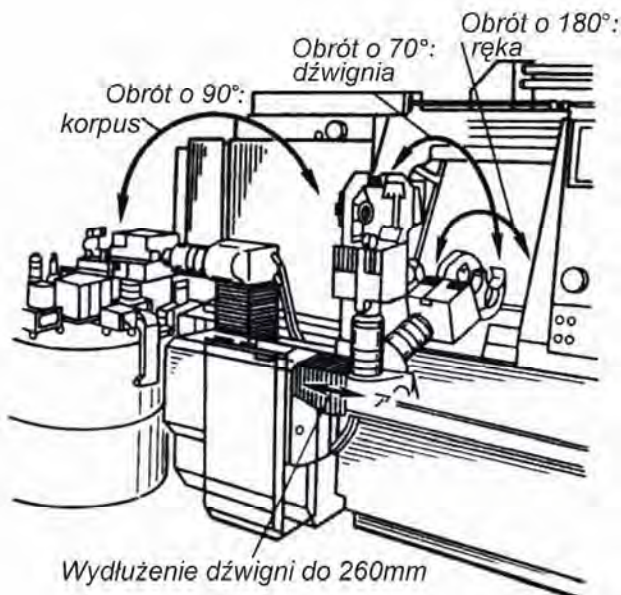
Rys. 10.5. Robot przemysłowy M16F280.01: 1 – karetki; 2 – napęd karetki; 3 – układ nośny; 4 – napęd ramienia; 5 – ręka; 6 – głowica; 7 – czujnik; 8 – napęd łokcia; 9 – urządzenie chwytające; 10 – urządzenie ochronne



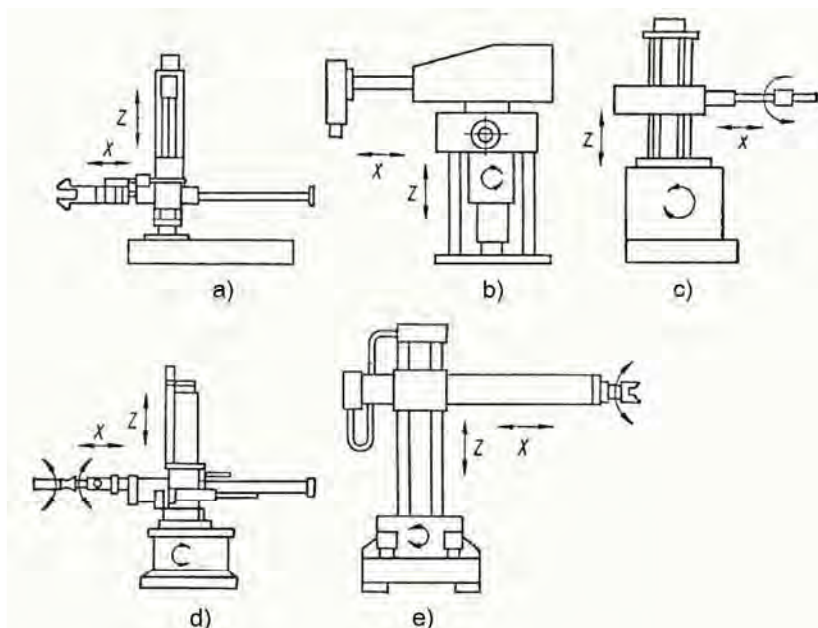
Rys. 10.6. Robot przemysłowy M40P05.01: 1 – szyna; 2 – napęd karetki; 3 – suwak; 4 – łańcuch doprowadzania energii; 5 – karetki; 6 – ręka; 7 – napęd wahania głowki; 8 – blok oporowy; 9 – napęd suwaka; 10 – wspornik napędu ręki; 11 – napęd wahania ręki; 12 – ustalacz; 13, 14, 17 – kolumny, 15 – urządzenie blokujące; 16 – głowka



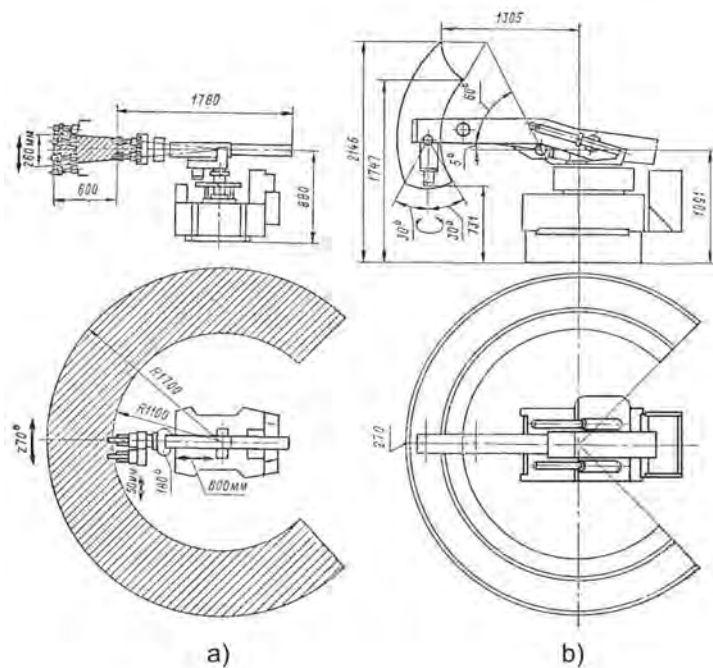
Rys. 10.7. Wolnostojące roboty transportowe: a) MP-14T; b) TPR-500



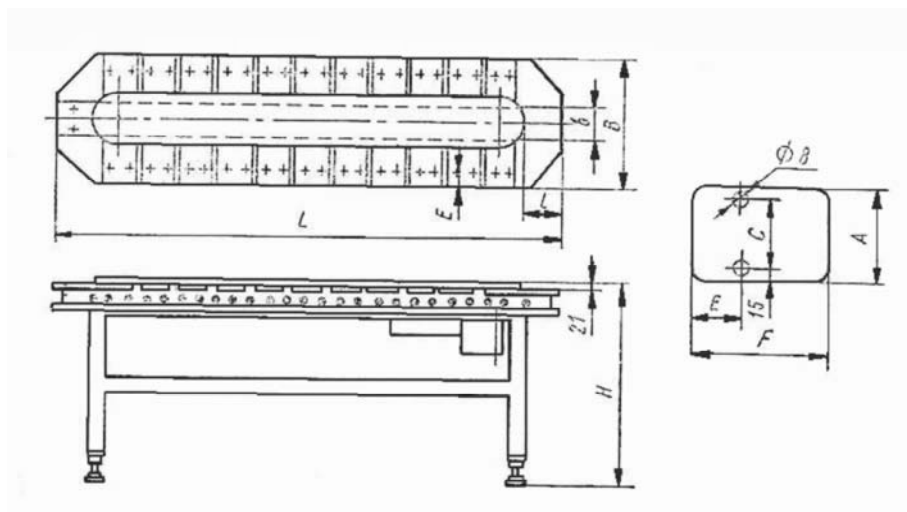
Rys. 10.8. Tokarka NC obsługiwana przez robot przemysłowy



Rys. 10.9. Schematy robotów przemysłowych: a) MR10/P; b) PM-104; c) M20P.40.01; d) IR5-15; e) PRAM-01 o cylindrycznym układzie współrzędnych



Rys. 10.10. Schematy robotów przemysłowych: a) R505B; b) PR030D i PR030F



Rys. 10.11. Stół taktowy

Tab. 10.1. Charakterystyki techniczne tokarskich zmechanizowanych uchwytów trójszczękowych

Parametry	MI-21	M163-34 (Czechy)	M140P.08.01	M163-64 (Czechy)	MA80C05.15	MA80C49.01	MA80C49.25	SM80C48.11	SM80C48.15	RTP-25	IR2P 2 (Czechy)	M163-02 (Czechy)	MA80112.505	MA80C4817
Udźwąg jednego ramienia, kg	6	20	20	15-20	40	40	40	40	40	50	60	63	80	80-160
Liczba stopni przesłuszczenia	4	2	4	2	7	6	8	4	5	4	4	2	3	4
Błąd pozycjonowania organu roboczego, mm	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±1,0	±1,0	±1,0	±1,5	±1,5	±0,5	±0,5	±1	±0,5	±0,5
Liczba manipulatorów	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1/2	2	1/2	1/2
Przemieszczenie liniowe po osiach, mm:														
X	2070	4240	2500	4250	2500	2600	2600	2070	2070	1700	7000	4600	3600	3600
Z	550	500	520	800	400	600	600	320	300	800	450	800	1000	1000
Liczba współrzędnych programowanych	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	4	1	3	6
Liczba jednocześnie sterowanych ruchów według stopni ruchliwości	2	2	1	2	1	1	1	1	1	4	4	2	3	6
Liczba komend w programie	48	511	100	511	33	30	33	24	24	48	—	511	224	224
Pojemność pamięci, kB	1	1	75	1	—	—	—	—	—	—	20	1	—	—
Liczba kanałów łączności z urządzeniami zewnętrznymi:														
na wejściu	23	192	13	192	8	12	8	6	6	48	48	192	6	6
na wyjściu	11	192	10	192	10	12	10	6	6	48	48	192	6	6
Średni czas pracy do uszkodzenia, h	500	—	1000	—	130	130	130	125	300	100	—	—	1000	1000
Zużywana moc, kWt	1,5	4,5	11	5,6	3,4	3,8	3,8	2,5	2,3	7	10,1	5,1	4,1	4,1
Wymiary gabarytowe, mm	6000 ×630 ×1230	6860 ×1000 ×3000	6200 ×4700 ×3500	7200 ×650 ×4000	4000 ×1050 ×1505	5700 ×1850 ×2800	5700 ×1450 ×3500	6230× ×3760 ×1230	2740 ×1470 ×870	1740 ×580 ×1730	8000 ×1000 ×4000	7000 ×3560 ×1230	6300 ×1300 ×3450	6300 ×1300 ×3450
Masa, kg	300	1450	2800	1665	805	902	980	260	448	900	2900	2125	2000	2000

Tab. 10.2. Charakterystyki techniczne robotów bramowych o konstrukcji kolanowo – dźwigniowej

Parametry	M40P. 05.02	SM40F2. 80.01	UM160 (Czechy)	MA160P. 51.01	UM160F2. 81.01
Udźwig, kg	40	40	160	160	160
Błąd pozycjonowania organu roboczego, mm	±0,5	±1,5	±1,5	±1,5	±1,5
Liczba stopni przemieszczenia	5	5	4	4	4
Przemieszczenie liniowe po osi X, mm	10000	10000	16000	15850	16000
Prędkość przemieszczeń liniowych po osi X, m/s	-	0,8	-	-	1,2
Liczba programowanych współrzędnych	3	3	-	3	3
Liczba kanałów łączności z urządzeniami zewnętrznymi:					
na wejściu	32	32	32	32	32
na wyjściu	15	15	15×4	64	60
Wymiary gabarytowe, mm	12240×2140 ×3600	12050×3400 ×4000	18000×2300 ×4288	18000×4830 ×2993	18000×3300 ×3900
Masa, kg	5410	5210	8300	7940	9480

Tab. 10.3. Charakterystyki techniczne robotów przemysłowych o cylindrycznym układzie współrzędnych

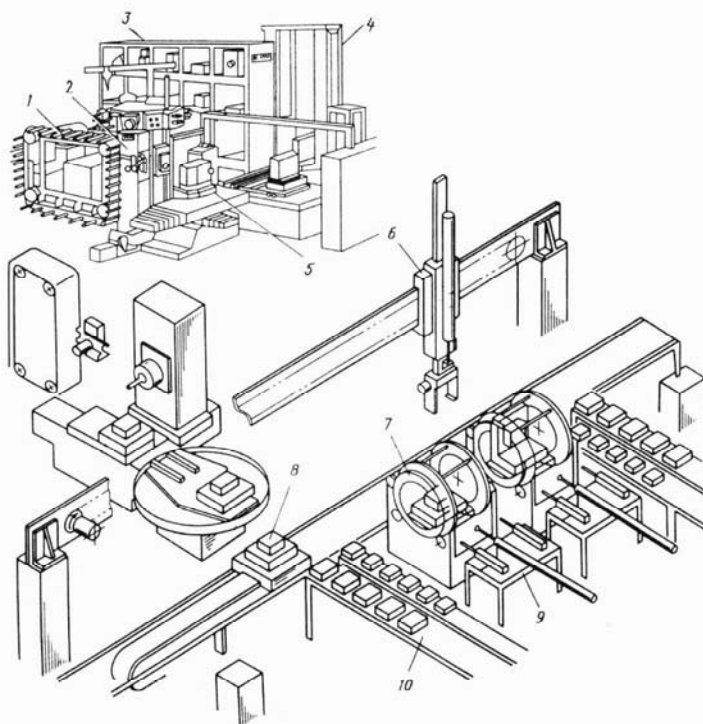
Parametry	MR10/P	PM-104	M20P.40. 01	IR5-15	PRAM- 01
Udźwig, kg	1,0	10	20,0	20,5	35
Błąd pozycjonowania, mm	±0,3	±0,5	±1,0	±0,5	±5
Liczba ruchów	5	4	5	5	5
Liczba manipulatorów	1	2	1	1	1
Przemieszczenie liniowe po osiach, mm:					
Y	400	410	500	850	950
Z	200	300	1100	600	650
Prędkość przemieszczeń liniowych, m/min.	0,3-0,6	2,0	1,0	0,5	1,0
Przemieszczenia kątowe, °	180	120	300	180	180
Prędkość przemieszczeń liniowych, °/s	180	30	0,06	90	90
Liczba programowanych współrzędnych	5	4	5	3	5
Liczba jednocześnie sterowanych przemieszczeń według stopni ruchliwości	3	3	3	3	3
Pojemność pamięci, kB	16	128	8	5	200 kroków
Liczba kanałów łączności z urządzeniami zewnętrznymi:					
na wejściu	6	7	15	136	16
na wyjściu	4	5	16	96	16
Sposób programowania	0	0, A	0	0	0
Średni czas pracy do uszkodzenia, h	-	250	200	-	100
Zużywana moc, kWt	0,3	3,0	2,0	5,0	2,0

Tab. 10.4. Charakterystyki techniczne robotów przemysłowych o sferycznym układzie współrzędnych

Parametry	M10P.62.01	R505B	PRO30D, PRO30F
Udźwig jednego chwytaka, kg	10	10	30
Błąd pozycjonowania organu roboczego, mm	±0,5	±0,5	±0,4
Liczba stopni ruchliwości	6	6	4
Liczba chwytaków	1	1;2	1
Liczba programowanych współrzędnych	5	6	3
Pojemność pamięci, kB	8	1	6
Liczba komend w programie	300	128	300...1500
Liczba kanałów łączności z urządzeniami zewnętrznymi:			
na wejściu	15	20	24
na wyjściu	16	12	24
Średni czas pracy do uszkodzenia, h	200	100	1000
Zużywana moc, kWt	2,0	0,5	10,0
Wymiary gabarytowe, mm	920×370×835	1780×880×1400	2700×900×1400
Masa, kg	110	650	1200

10.2. Zautomatyzowane magazyny

Zautomatyzowane magazyny ESP łącznie z urządzeniami transportowymi (rys. 10.12) są przeznaczone do realizacji następujących funkcji: przyjmowania z transportu wewnątrzzakładowego i wydziałowego surowców, materiałów, półfabrykatów, narzędzi, pustych pojemników i ich czasowego magazynowania; wydawania tych ładunków według wcześniej przygotowanego grafika lub przyjęcia w oparciu o komendy z układu transportowego ESP, gotowych wyrobów, odpadów produkcyjnych, wybrakowanej produkcji i ich czasowego przechowywania; przekazywanie do transportu wewnątrzzakładowego lub wydziałowego tych ładunków zgodnie z komendami lub w miarę podejścia środków transportowych.



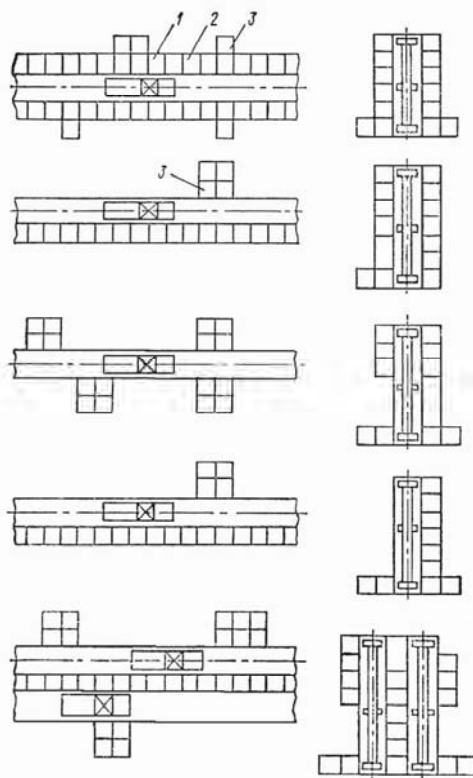
Rys. 10.12. Transportowanie i dostarczanie półfabrykatów do obrabiarki:
1 – łańcuchowy magazyn narzędziowy; 2 – obrabiarka wielofunkcyjna pozioma; 3 – magazyn-zasobnik; 4 – dźwignica; 5 – stół ze sterowaniem w ośmiu osiach; 6 manipulator; 7 – urządzenie zwrotne; 8 – platforma do przemieszczenia przyrządów; 9 – popychacz; 10 – transporter

W skład zautomatyzowanego technologicznego modułu magazynowego ZTMM-250AT (rys. 10.13) wchodzi dwa stelaże szkieletowe 1 z półkami 2 na pojemniki z ładunkiem, zautomatyzowana suwnica 3, przemieszczająca się po szynie 4; urządzenie przyjmujące, wykonane w postaci obrotowego stołu załadowniczo – wyładowniczego 5 z mechanizmem podnoszenia; urządzenie sterownicze z pulpitem sterowniczym 6; szafa z urządzeniami elektrycznymi 7, podwieszona na kablu 8 i wspornikach 9 oraz połączona z urządzeniem do układania.

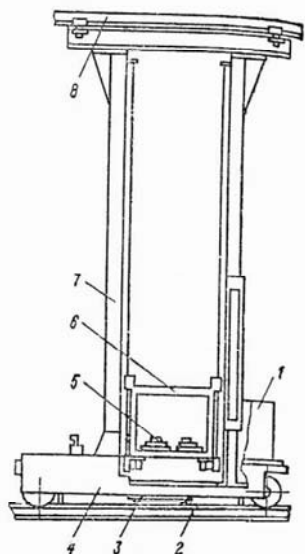


Urządzenie załadownicze składa się z kolumny z platformą do podnoszenia ładunków, na której zamontowany jest wysuwany stół teleskopowy 10 do ustawiania na nim pojemników z ładunkiem 11. Zgodnie z komendą od układu sterowania na załadunek magazynu, urządzenie załadownicze podaje do urządzenia przyjmującego puste pojemniki lub przyrządy, na których ustawiane są części, następnie transportowane do odpowiedniej komórki stelażu. Zgodnie z komendą na rozładunek magazynu manipulator zabiera półfabrykat razem z przyrządem lub pojemnikiem z komórki stelaża, której adres określany jest przez system sterowania, transportuje i ustawia na stole załadunku – rozładunku. Po zakończeniu obróbki według komendy gotowe części z przyrządem (lub w pojemniku) przekazywane są przez manipulator do określonej komórki stelaża. System sterowania magazynem powiązany jest komputerem z ESP. Tryb ustawczy i półautomatyczny realizowany jest od przycisków na pulpicie operatora urządzenia manipulacyjnego.

Typowe schematy konstrukcyjne zautomatyzowanych magazynów pokazane są na rys. 10.14, gdzie 1 – robot, 2 – stelaże, 3 – urządzenie przyjmujące – wydające.



Rys. 10.14. Typowe schematy konstrukcyjne zautomatyzowanych magazynów



Schemat robota do układania RS-500 przedstawiony jest na rys. 10.15. Rama 7, będąca konstrukcją podstawową, przemieszcza się (napęd 4 z urządzeniem hamulcowym 3) po dolnej oporowej 2 i górnej prowadzącej 8 belkach. Podnośnik 6 o podwójnym chwycaku 5 i podnoszenie uchwytu 1 mają wspólny napęd.

Układy sterowania magazynem są sterowane komputerowo.

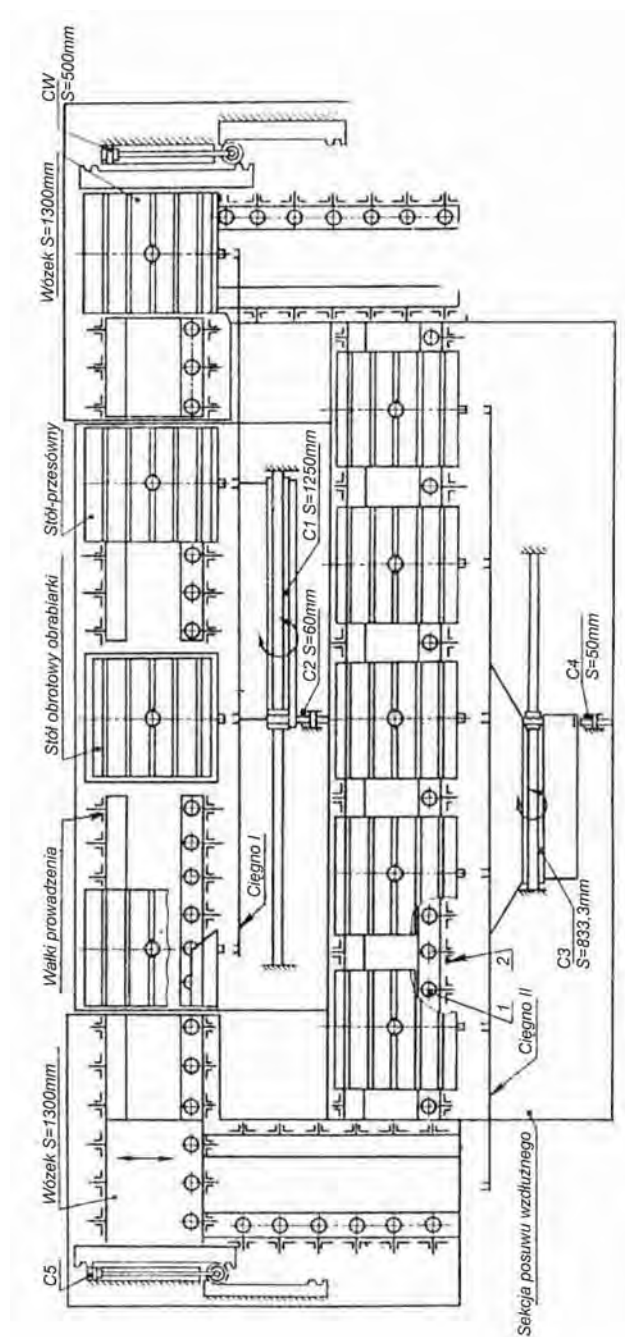
Rys. 10.15. Schemat robota do układania RS-500

10.3. Podsystemy transportowo – magazynowe

Automatyczne moduły transportowo – zasobnikowe realizują niezbędny podział strumieni transportowych w przestrzeni i czasie gwarantujący określone tempo pracy, zarówno EMP, jak i ESP w całości.

Strumienie transportowe ESP można podzielić na ciągłe i okresowe, a automatyczne środki transportowe – na środki do przemieszczania ciągłego i okresowego. W rzeczywistym systemie transportowym ESP najczęściej ma miejsce różne połączenie powyższych środków transportowych, z rozdzieleniem środków transportowych zasobnikami buforowymi lub przy zastosowaniu jako zasobników samych środków transportowych

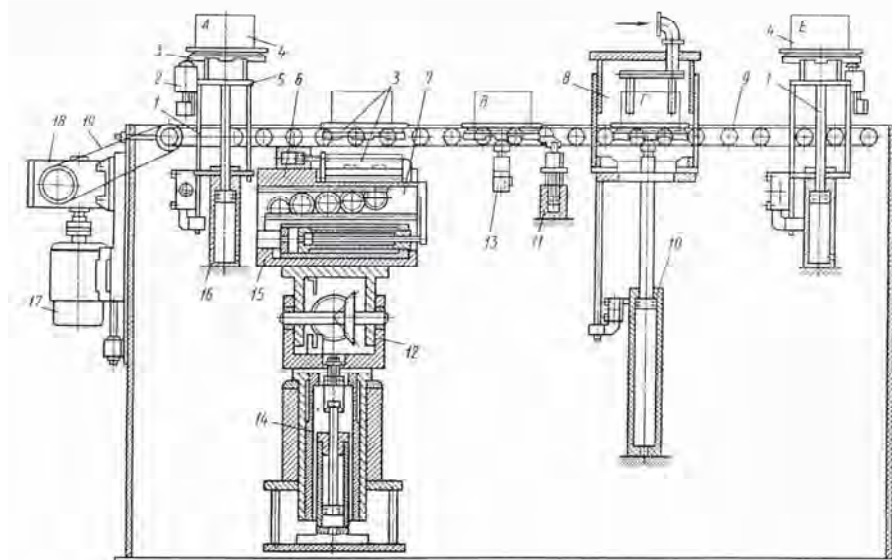
Zastosowanie układów transportowo - zasobnikowych uwarunkowane jest specyfiką ich konstrukcji przy uwzględnieniu rzeczywistego umiejscowienia EMP.



Rys. 10.16. Schemat urządzenia transportowo – zasobnikowego EMP na bazie obrabiarki MC 800

Schemat urządzenia transportowo – zasobnikowego EMP na bazie MC 800 pokazany jest na rys. 10.16. Przesunięcie stołów o jeden krok we wzłużnych sekcjach transportera realizowane jest od cylindrów hydraulicznych C1 i C3 po wstępny zwolnienie stołów. Po przesunięciu wszystkie stoły ustalane są w kolejnej pozycji przez ustalacze hydrauliczne C2 (C4). Przesunięcie stołów w sekcjach poprzecznych wykonywane jest na wózkach, napędzanych od cylindrów hydraulicznych C5 i C6. Razem z trzpieniem każdego z cylindrów hydraulicznych przemieszcza się po nieruchomej zębatce koło zębate, napędzając inną zębatkę, zamocowaną na wózku. Przy przesunięciu trzpienia cylindra o 500 mm, wózek mechanizmu przemieszcza się o 1300 mm [19, 37].

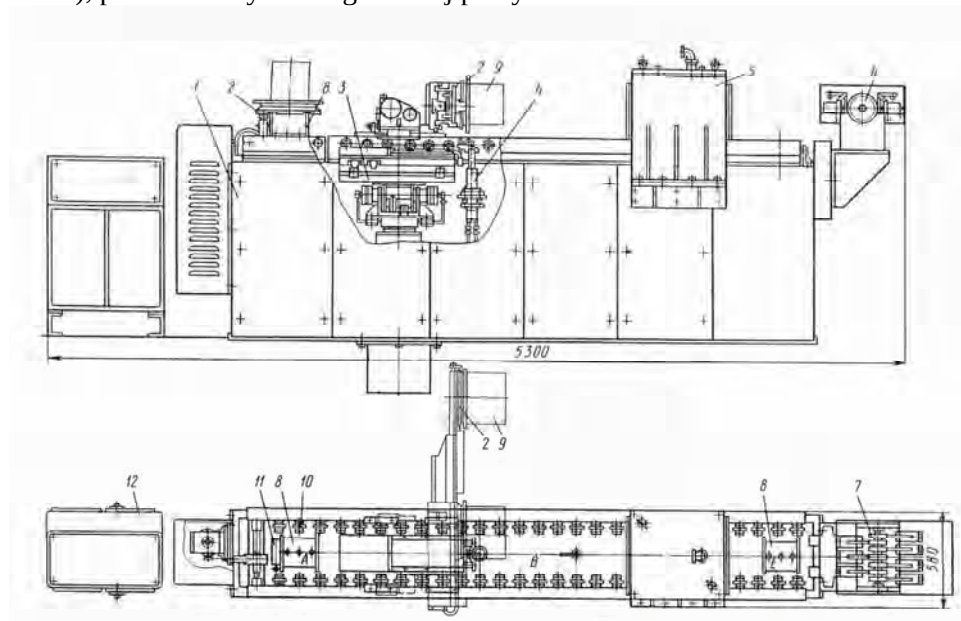
W zautomatyzowanym systemie transportowo – magazynowym części (przrzędów) ATM-2 stosowane są urządzenia przyjmujące – przekazujące (rys. 10.17, 10.18), przeznaczone do automatycznego załadunku przrzędów z obrabianymi częściami na obrabiarkach a także będące buforowymi zasobnikami przrzędów bezpośrednio przy obrabiarkach i miejscach pracy operatorów w pozycjach „Załadunek”, „Rozładunek”, „Kontrola”.



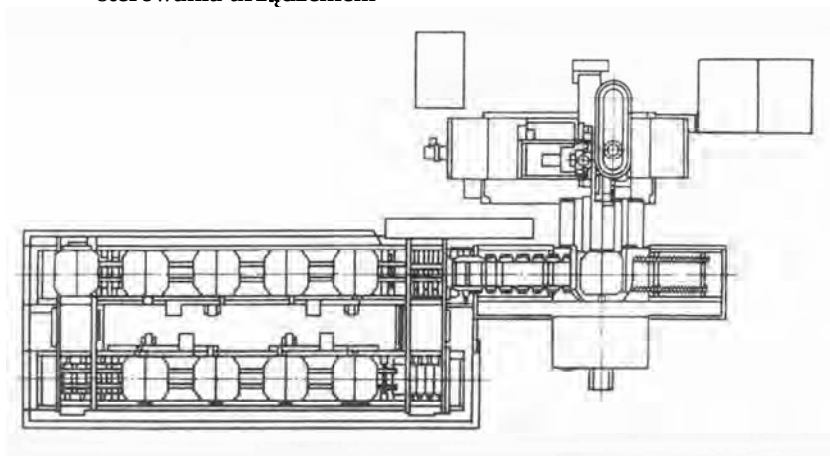
Rys. 10.17. Schemat kinematyczny urządzenia przyjmującego – wydającego przrzędów – ATM-2:

- 1 – Mechanizm przyjmowania przrzędów; 2, 13 – wyłączniki krańcowe kontroli przrzędów na platformie stołu teleskopowego; 7 – stół teleskopowy; 8 – komora oczyszczania przrzędów z półfabrykatami; 9 – wałek transportera; 10 – mechanizm podnoszenia i opuszczania rolet komory; 11 – mechanizm zatrzymania przrzędu na pozycji; 12 – obrotnica; 14 – mechanizm podnoszenia i obrotu manipulatora; 15 – manipulator; 16 – cylinder hydrauliczny; 17 – silnik elektryczny; 18 – reduktor; 19 – przekładnia łańcuchowa transportera

Jako przykład zasobnika przyrządów z urządzeniem ich wymiany i podawania różnorodnych półfabrykatów w dowolnej kolejności pokazano EMP (rys. 10.19), przeznaczony do długotrwałej pracy bez udziału człowieka.



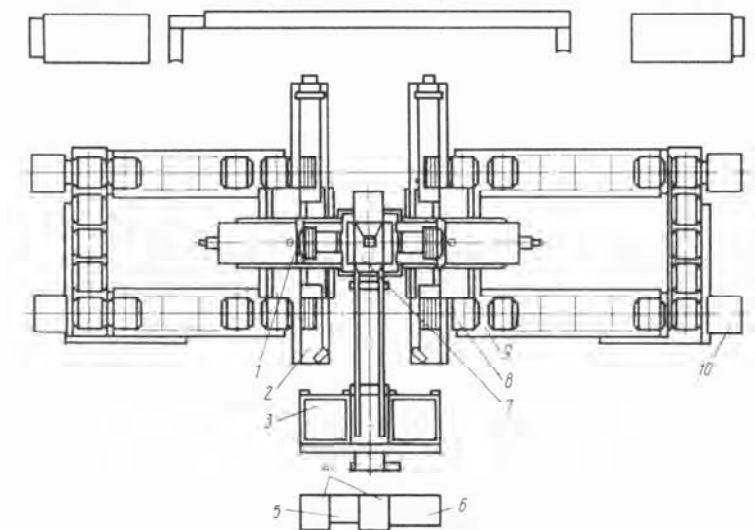
Rys. 10.18. Urządzenie przyjmująco – przekazujące przyrządy AST: 1 – korpus; 2 – przyrząd; 3 – manipulator; 4 – mechanizm zatrzymania przyrządu na pozycjach; 5 – komora do oczyszczania przyrządów z obrabianymi półfabrykatami; 6 – urządzenie sterownicze; 7 – krzywki tarczowe; 8 – mechanizm przyjmowania przyrządów; 9 – półfabrykaty; 10 – transporter rolkowy; 11 – czytnik kodu przyrządu; 12 – pulpit sterowania urządzeniem



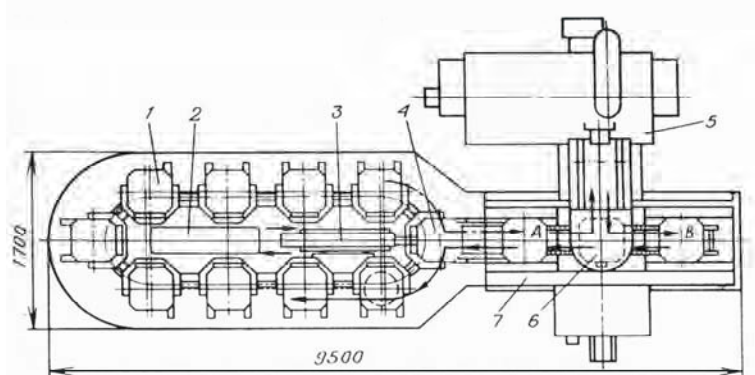
Rys. 10.19. Zasobnik przyrządów obrabiarki wielozadaniowej

Moduł produkcyjny firmy „Burchart i Weber” z wymiennymi skrzynkami wielowrzecionowymi (rys. 10.20) umożliwia niezależne prowadzenie obróbki z dwóch stron (wytaczanie i frezowanie). Elastyczność modułu zależy od pojemności zasobnika skrzynek wrzecionowych.

Zasobnik przyrządów z transporterem łańcuchowym japońskiej firmy „Hitachi Seiki” pokazany jest na rys. 10.21 [25].

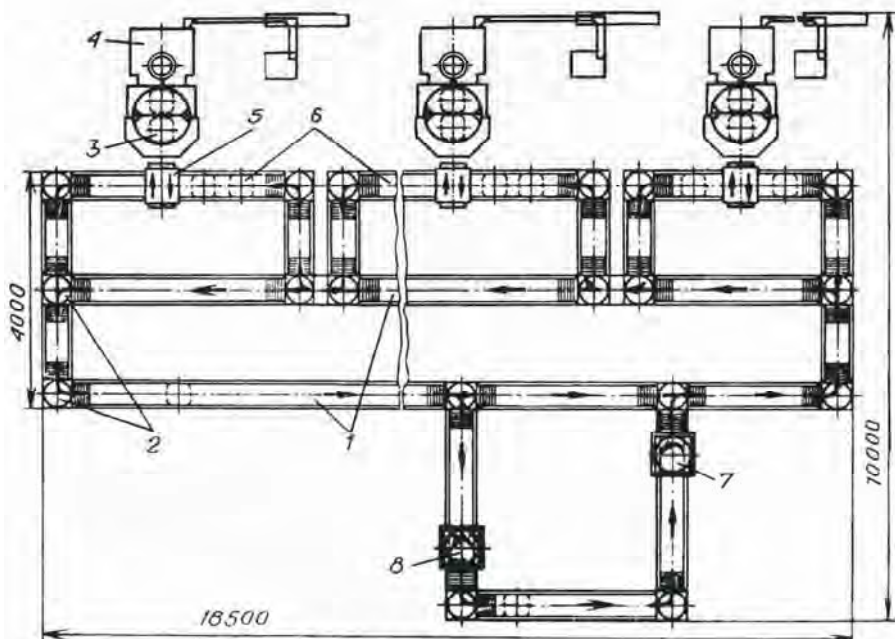


Rys. 10.20. Obrabiarka z wymiennymi skrzynkami wielowrzecionowymi firmy „Burchart i Weber”: 1 – zespół siłowy; 2 – urządzenie wymiany skrzynek; 3 – urządzenie do wymiany przyrządów; 4 – układ NC; 5 – główny pulpit sterowniczy; 6 – układ diagnostyki; 7 – stół; 8 – skrzynka; 9 – zasobnik skrzynek; 10 – pozycja załadunku – wyładunku skrzynek



Rys. 10.21. Zasobnik przyrządów o konstrukcji łańcuchowej firmy „Hitachi Seiki” (Japonia): 1 – transporter-zasobnik; 2 – napęd; 3 – mechanizm posuwu; 4 – przyrząd; 5 – obrabiarka wielozadaniowa; 6 – stół obrabiarki; 7 – urządzenie czółenkowe

Transportery – zasobniki rolkowe i rolkowe zasobniki buforowe stosowane są w amerykańskim EMP firmy „Cincinnati Milacron” (rys. 10.22) [12, 16, 28, 44].



Rys. 10.22. System transportowo - zasobnikowy przyrządów kompleksu obrabiarkowego firmy „Cincinnati Milacron” (USA):

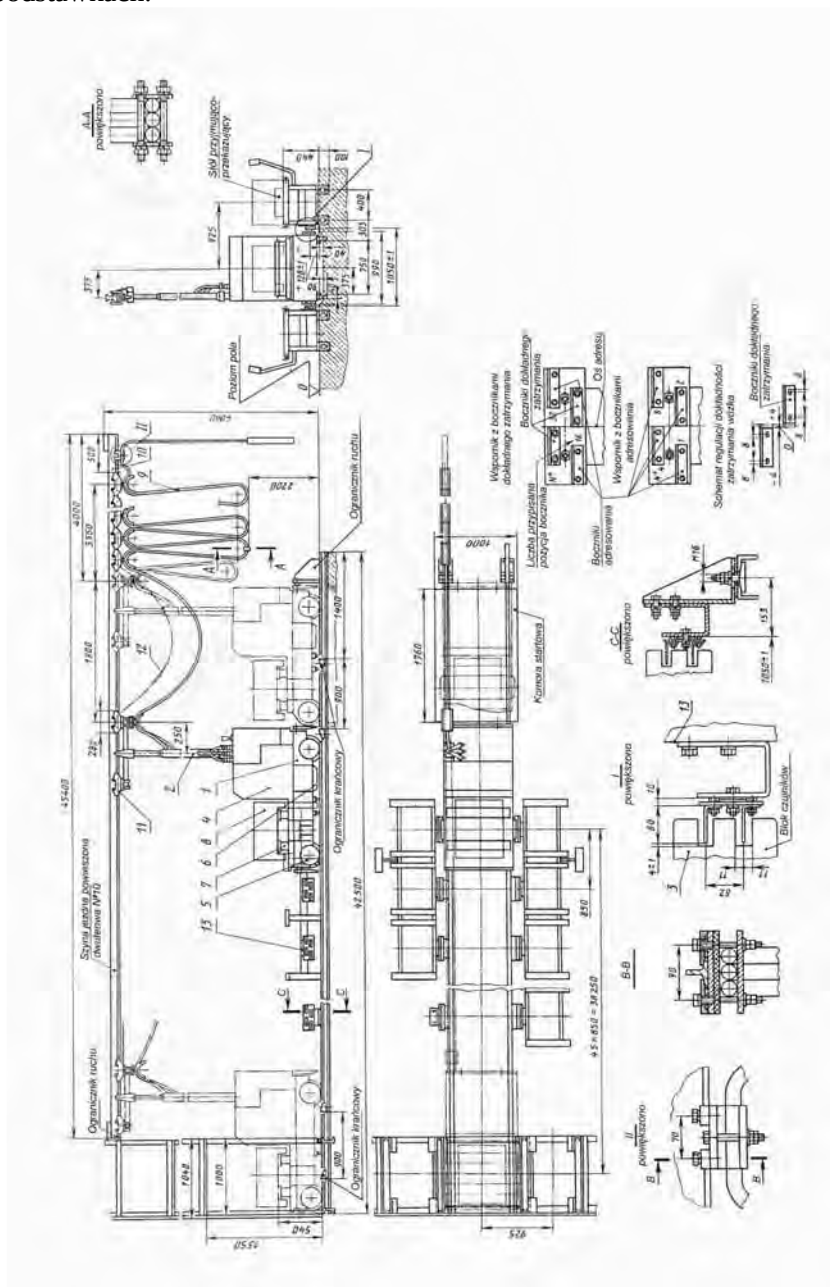
- 1 – transporter-zasobnik rolkowy; 2 – obrotowe urządzenie przyjmująco-przekazujące; 3 – pozycja oczekiwania; 4 – obrabiarka wielozadaniowa; 5 – urządzenie przyjmująco - przekazujące; 6 – buforowe zasobniki rolkowe; 7 – robocza pozycja załadunku; 8 – robocza pozycja wyładunku

10.4. Transportowe podsystemy międzyoperacyjne

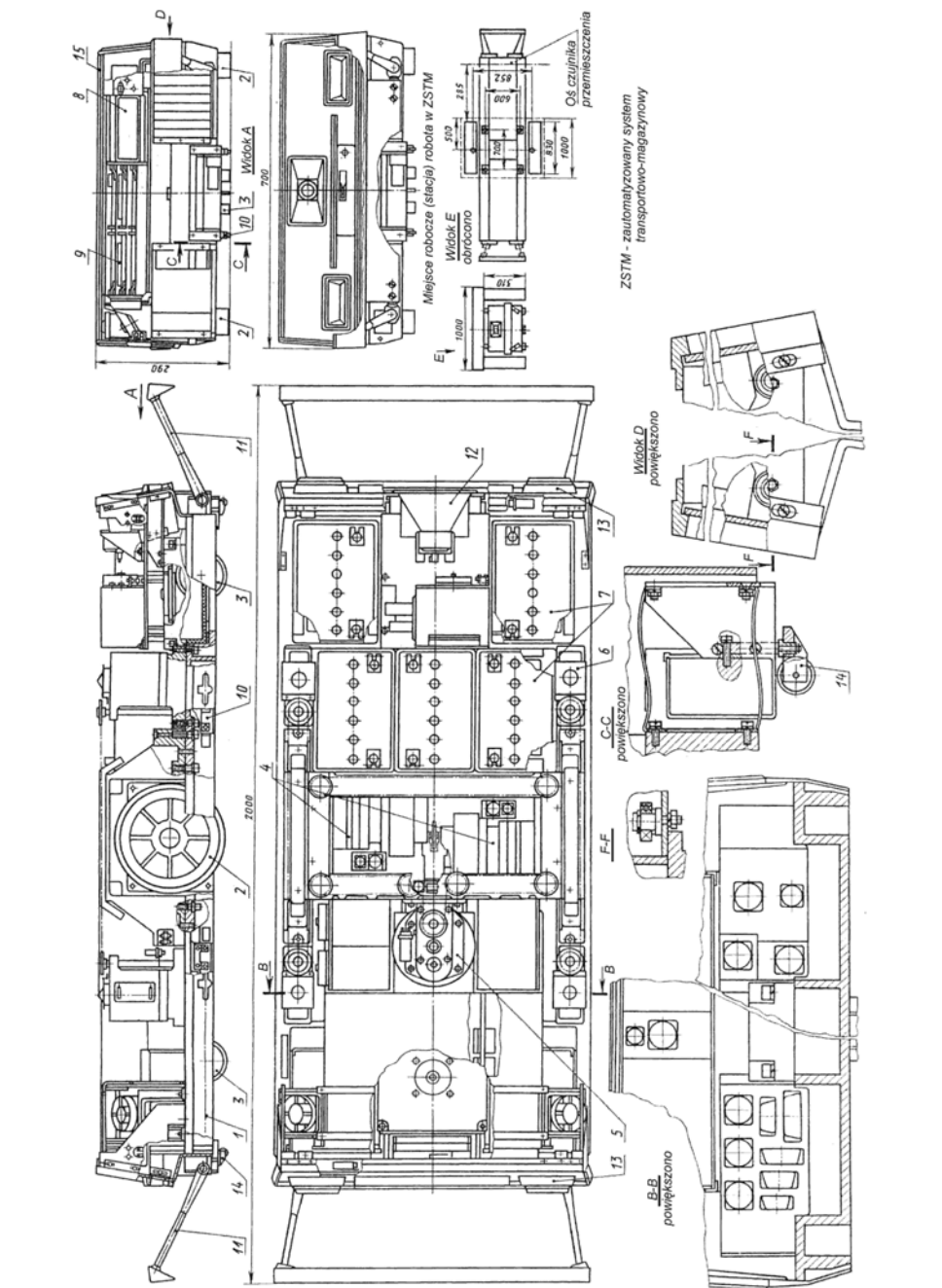
Transportowe systemy międzyoperacyjne przeznaczone są do pobierania półfabrykatów z magazynów i automatycznego transportowania ich do wskazanego miejsca roboczego, załadunku na miejsca robocze niezbędnych półfabrykatów, rozładunku miejsca roboczego i transportowania wyrobów do następnego miejsca roboczego lub magazynu, planowania optymalnych marszrut, obsługi miejsc roboczych zgodnie z podanym kryterium jakości i transportowania odpadów technologicznych. Wyroby mogą być transportowane na przyrządach, w kasetach, w specjalnych pojemnikach lub bez nich.

Szeroko rozpowszechnione są systemy transportowe z przemieszczaniem wyrobów na przyrządach lub w przypadku części o małych wymiarach w kasetach, ponieważ posiadają one dużą elastyczność i mobilność, upraszczają automatyczną wymianę półfabrykatów.

Transport na przyrządach stosowany jest głównie do części korpusowych, rzadziej – w przypadku części obrotowych. Wały przemieszczane są w rynnach lub podstawkach.



Rys. 10.23. Transportowy wózek szynowy OM9973



Rys. 10.25 Widok ogólny robota transportowego „Elektronika NCTM-25”

Jako międzyoperacyjne automatyczne środki transportowe najczęściej stosowane są transportery podłogowe i podwieszane - liniowe i zamknięte, roboty transportowe szynowe podłogowe i jednoszynowe podwieszane, automatyczne wózki transportowe. Podłogowe systemy transportowe budowane są najczęściej z uniwersalnych elementów modułowych, umożliwiających zestawianie dosyć złożonych systemów. Najszerzej rozpowszechnione są transportery łańcuchowe lub rołkowe i wózki szynowe, umożliwiające gromadzenie transportowanych elementów, w wyniku zatrzymywania prowadzących wałków napędowych lub rozłączenia zespołów napędowych wózków.

Na rys. 10.23 pokazano widok ogólny automatycznego transportowego wózka szynowego OM9973, przeznaczonego do przewożenia stołów – przyrządów z półfabrykatami, częściami i narzędziami z sekcji przyjmująco – przekazującej magazynu stelażowego na stoły przyjmująco – przekazujące obrabiarek i odwrotnie. Droga szynowa ułożona jest prostopadle do osi magazynu i umożliwia przemieszczanie się wózka bezpośrednio do strefy sekcji przyjmująco – wydającej [24, 28].

Na rys. 10.24 przedstawiony jest ogólny widok bezszynowego wózka transportowego S4234, przeznaczonego do transportowania pojemników i stołów - przyrządów z półfabrykatami, częściami, narzędziami i wyposażeniem technologicznym między przyjmująco – przekazującymi stołami obrabiarek, zautomatyzowanym magazynem, gniazdami narzędziowymi i kontrolno – pomiarowymi ESP do obróbki mechanicznej. Wózek transportowy posiada zautomatyzowane urządzenie załadowniczo – wyładownicze (autonomiczny manipulator transportowy). Manipulator transportowy wykonany jest na bazie wózka elektrycznego 1 z autonomicznymi blokami zasilania 2 i sterowania 3. Prowadnicą 4 podczas ruchu wózka jest ceownik, z którym współpracują wałeczki 5 mechanizmów śledzenia trasy. Tylne koła napędzane 6 obracają się w taki sposób, aby ich oś w trakcie obrotu pokrywała się z środkiem łuku prowadnicy 4. Wałeczki mechanizmu śledzenia przednich kół napędowych 7 poprzez ciągnio 8 są powiązane z dźwigniami pólsoi 9 kół, co gwarantuje pokrycie się pólsoi z promieniami łuku obrotu tych kół. Minimalny promień obrotu równy jest 2 m.

W górnej części wózka znajduje się bufor 10. Przy najechaniu na przeszkodę czujniki generują sygnał zatrzymania. Do hamowania wózka stosowany jest mechanizm sterowania hamulcem 11, znajdujący się na wale reduktora 12 mechanizmu napędu, zaciskający za pośrednictwem sprężyny koło pasowe. Zwolnienie szczęk hamulca realizowane jest od cylindra hydraulicznego 13 lub pedału 14.

Napędy hydrauliczne hamulca 11 mostka 15 i mechanizmów teleskopowych platform 16 do przemieszczania pojemników na rolkach stołu 17 zasilane są przez autonomiczną stację hydrauliczną 18, umieszczoną w tylnej części wózka.

Widok ogólny robota transportowego „Elektronika NCTM-25 pokazany jest na rys. 10.25.

Robot wyposażony jest w autonomiczne źródło zasilania, mikroprocesorowe urządzenie sterownicze (umożliwiające śledzenie trasy – pasma odbijającego światło) oraz stołu załadowniczo – rozładowniczego, na którym są ustawiane pojemniki i wymienne stoły – przyrządy z półfabrykatami, częściami, narzędziami lub wyposażeniem technologicznym. Robot transportowy przeznaczony jest do automatycznego przemieszczania wyrobów między magazynem, stanowiskami kompletowania i EMP.

W większości środków transportowych stosowany jest prowadzący przewód magnetyczny. W warunkach niezbyt częstego transportu i dużego obciążenia jednostek transportowych system ten jest ekonomiczny i umożliwia szybkie przystosowanie się do zmiennych warunków produkcyjnych przy dowolnym rozplanowaniu pomieszczeń produkcyjnych. Jedyne warunki jego zastosowania – to równa podłoga i wysoka kultura produkcji (brak występowania na trasie opilków mechanicznych i wiórów).

System transportowy o sterowaniu indukcyjnym, oprócz składu ruchomego zawiera również: generatory wysokiej częstotliwości i zakrzywione kontury marszrut transportowych; czujniki do zliczania i przekazywania informacji umożliwiającej przemieszczenie ruchomego składu zgodnie z podanym adresem: centralny pulpit sterowniczy i stację ładowania baterii akumulatorowych.

Trasa określona jest za pomocą przewodu (obwód zamknięty). Przewód układany jest w kanale o głębokości 20-32 mm, który następnie zalewany jest betonem lub innym wypełniaczem. Liczba tras ruchu określana jest ilością ułożonych zamkniętych konturów. Nie ma żadnych ograniczeń odnośnie geometrii układania przewodu w celu określenia tras.

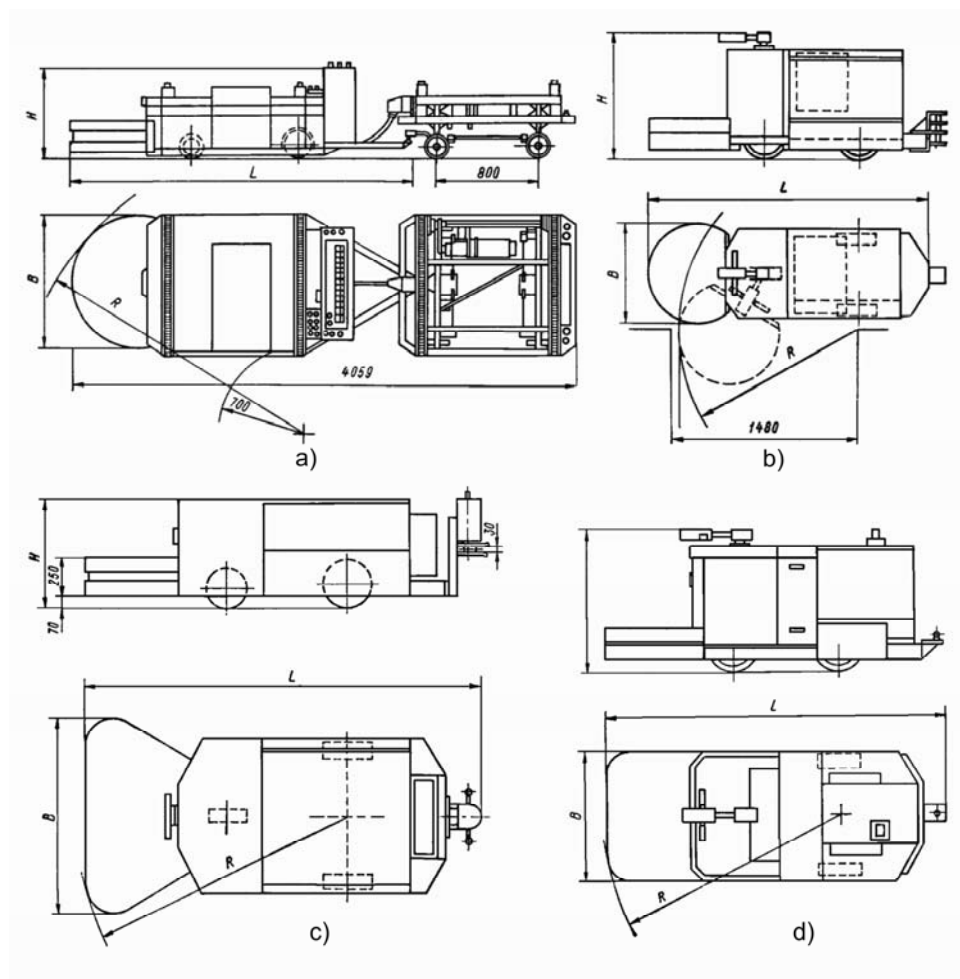
Do każdego konturu przez wysokoczęstotliwościowy generator podawany jest prąd o określonej częstotliwości (5-32 kHz). Wzdłuż przewodu określającego trasę ruchu, powstaje koncentryczne zmienne pole magnetyczne. Jako czułe urządzenia stosowane są dwie cewki elektromagnetyczne, umieszczone w dolnej części wózka. Siła elektromotoryczna powstała w cewkach przechodzi do elektronicznego sumatora, który w przypadku powstania różnicy przesyła sygnał do napędu elektrycznego sterowania kierownicy. Układ wyposażony jest w filtry wyboru częstotliwości, odpowiadającej danej trasie.

Do zatrzymania wózka w zakodowanych punktach (ręcznie lub zdalnie) i określenia jego położenia na trasie rozmieszczone są czujniki stałej informacji.

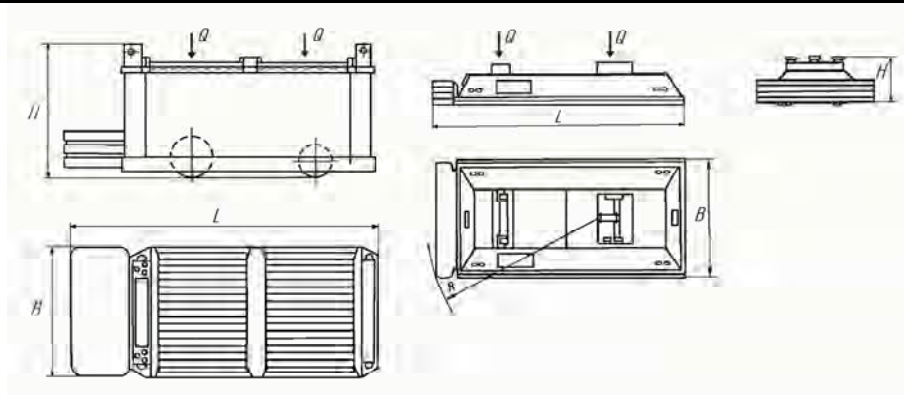
Oprogramowanie składa się z modułów podstawowych – włączenia sterowania, wymiany informacji z urządzeniami zewnętrznymi, obróbki przerw, programów standardowych i specjalnych.

Można wyróżnić następujące warianty transportu o sterowaniu indukcyjnym: ciągnik z doczepianymi wózkami, wózki platformowe, wózki o małym podnoszeniu widełek, wózki z różnorodnymi urządzeniami chwytającymi i wózki – kantowniki.

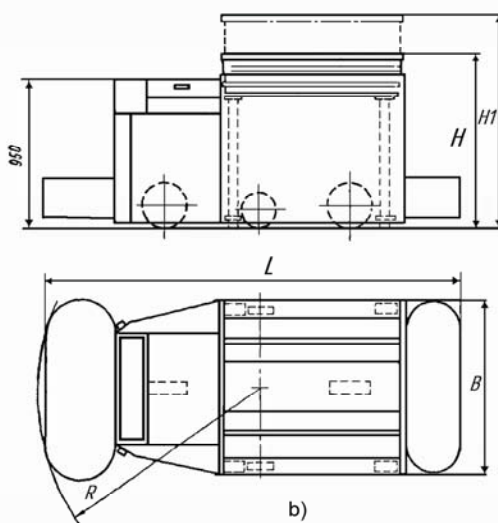
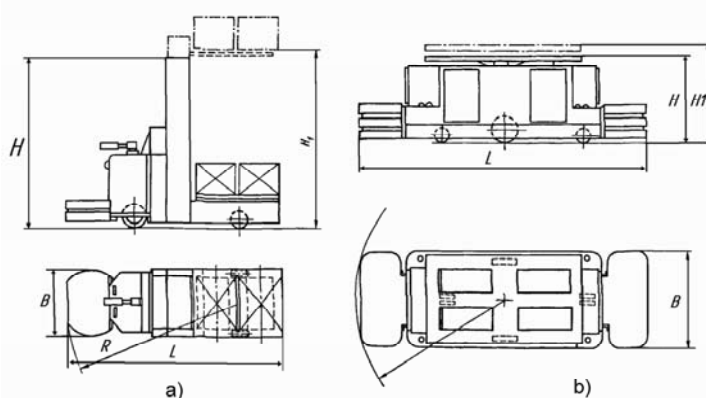
Podstawowe charakterystyki techniczne wózków transportowych firmy „Wagner” (Niemcy) (rys. 10.26 - 10.28) przedstawione są w tab. 10.5 - 10.7.



Rys. 10.26. Schematy wózków: a) EGZ1,0-SO; b) EGZ-Z1; c) EGZ-Z1-SO; d) EGZH-Z1



Rys. 10.27. Schematy platformowych wózków transportowych modeli:
a) EGZ-Z1-SO; b) EGY 600



Rys. 10.28. Schematy wózków transportowych:
a) EGHQ-Z1-R; b) EGN-Z1-R-SO; c) EG-Z1-R-SO

Tab. 10.5. Charakterystyki techniczne wózków – ciągników z przyczepianymi wózkami (rys. 10.26)

Parametry	EGZ1,0-SO	EGZ-Z1	EGZ-Z1-SO	EGZHy-Z1
Udźwig, kg	1000	4000	5000	5200
Wymiary gabarytowe, mm:				
L	2250	2220	2255	2350
B	1100	800	1200	900
H	750	1060	670	1100
Promień skrętu R, mm	2300	1400	1680	11680
Prędkość ruchu, m/s:				
z ładunkiem	1	0,75	0,9	0,9
bez ładunku	1,2	1,2	1,1	1,0
Masa, kg	750	1400	1600	2240
Szerokość kolei, mm	840	600	800	760
Moc napędu, kWt	1,0	1,0	2,2	2,2

Tab. 10.6. Charakterystyki techniczne wózków platformowych (rys. 10.27)

Parametry	EG-Z1-SO	EGY 600
Udźwig, kg	2×100	600
Wymiary gabarytowe, mm:		
L	2150	3400
B	900	1600
H	830	800
Promień skrętu R, mm	1500	2500
Prędkość ruchu, m/s	1,1	0,8
Masa, kg	887	900
Szerokość kolei, mm	750	—
Moc napędu, kWt	0,6	2×0,3

Tab. 10.7.-Charakterystyki techniczne wózków transportowych (rys. 10.28)

Parametry	EGHQ-Z1-R	EGN-Z1-R-SO	EG-Z1-R-SO
Udźwig, kg	2×250	600	1250
Wymiary gabarytowe, mm:			
L	2640	2200	2680
B	850	700	1100
H	1840	800	1065
Wysokość podnoszenia ładunku H_1 , mm	2600	880	1315
Promień skrętu R, mm	2360	1150	1400
Prędkość ruchu, m/s:			
z ładunkiem	—	0,7	0,4
bez ładunku	1,0	0,8	0,8
Masa, kg	—	950	1800
Szerokość kolei, mm	770	580	680
Moc napędu, kWt	4,0	5×0,2	0,7

11. Przenośniki do odprowadzania wiórów

11.1. Przenośniki mechaniczne

W ESP wióry odprowadzane są na różne sposoby. W zależności od konstrukcji stosowane są głównie dwa zautomatyzowane systemy odprowadzania wiórów:

- 1) przenośniki autonomiczne, odprowadzające wióry z obrabiarek do ogólnego transportera magistrali;
- 2) przenośnik magistralowy, wbudowany bezpośrednio w ESP lub linię produkcyjną.

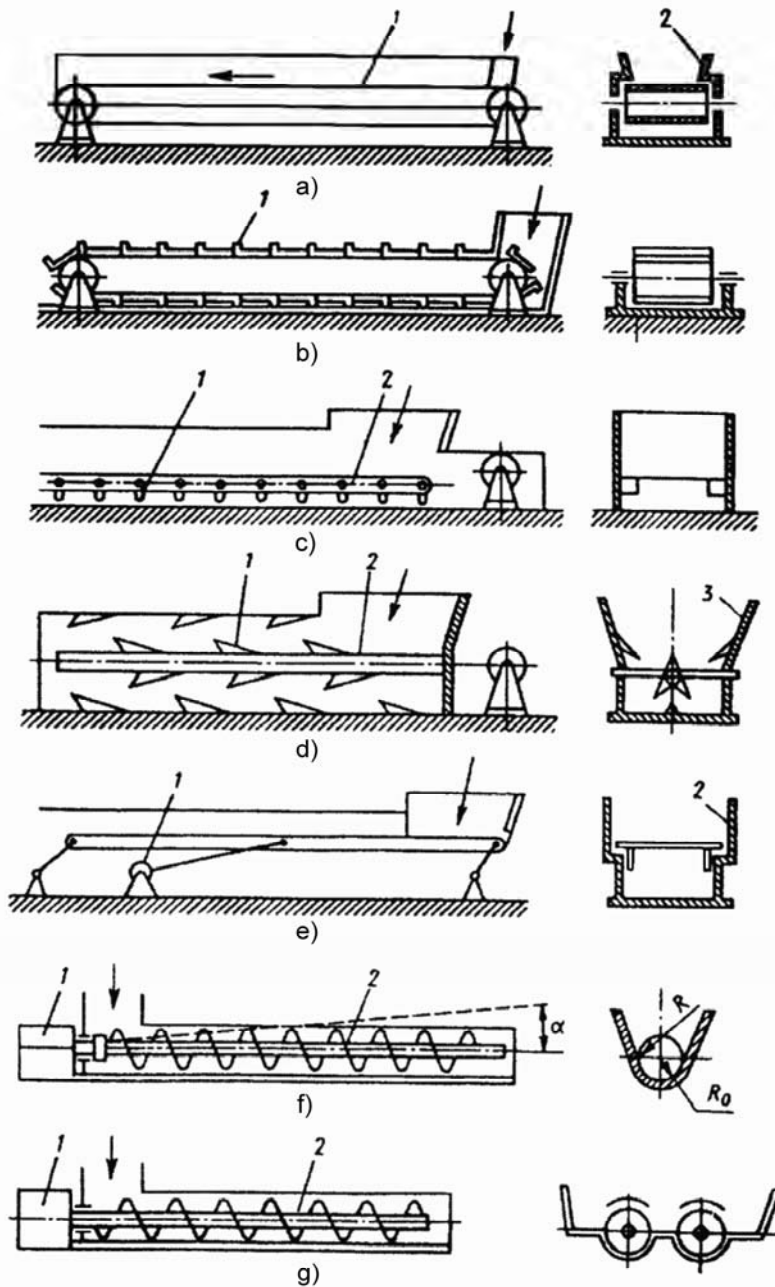
Najczęściej stosowane są transportery mechaniczne. Do nich zalicza się taśmowe o taśmie stalowej lub gumowej, zgarniakowe, hakowe, wibracyjne, ślimakowe.

Przenośniki taśmowe (rys. 11.1a) mają prostą konstrukcję, wysoką wydajność, są bezszumowe i ekonomiczne w eksploatacji. Jako wady przenośników tego typu należy wymienić zwiększone zużycie taśmy 1, a także możliwość wpadania części wiórów pod ramę 2 [35, 51].

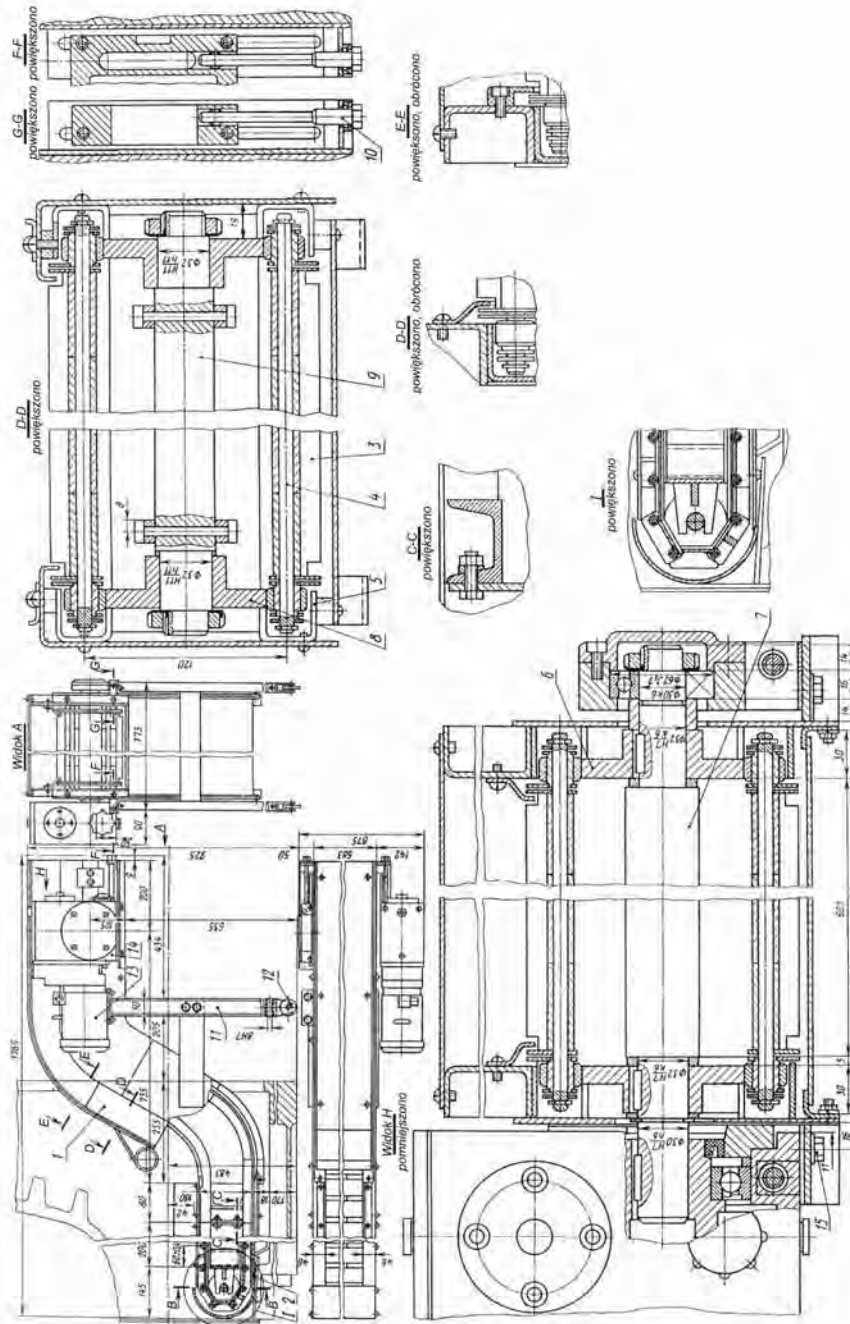
Przenośniki zgarniakowe (rys. 11.1b, c) stosowane są do transportowania drobnych wiórów. Przenośniki zgarniakowe mogą być wykonane w postaci taśmy (rys. 11.1b) z rozmieszczonymi na niej zgarniaczami lub w postaci pręta 2 (rys. 11.1c) ze zgarniaczami 1, wykonującymi przemieszczenie zwrotno – postępowe.

Przykład przenośnika zgarniakowego obrabiarki 1P756DZ3 do odprowadzania wiórów pokazano na rys. 11.2. Przenośnik umieszczony jest we wnęce pionowo do osi wrzeczona tak, aby wióry były odprowadzane w stronę tylnej ścianki obrabiarki do pojemnika. Umieszczony w spawanym korpusie 1 z metalu arkusowego przenośnik wykonany jest w postaci dwóch długich łańcuchów 2, do ogniw których przymocowane są zgarniacze 3, osadzone na osi 4. Łańcuch przemieszcza się po prowadnicach 5; napędowe koła łańcuchowe 6 sztywno osadzone są na wale napędowym 7, a napędzane 8 – na wale 9. Napięcie łańcucha realizowane jest od wkrętów 10 i kołków mocujących. Korpus 1 umieszczony jest na podwoziu 11 z wałeczkami 12, umożliwiającymi jego wysuwanie w celu obsługi i remontu. Przenośnik uruchamiany jest od silnika elektrycznego 13 z reduktorem ślimakowym 14, tworzącymi jednolity zespół silnik – reduktor.

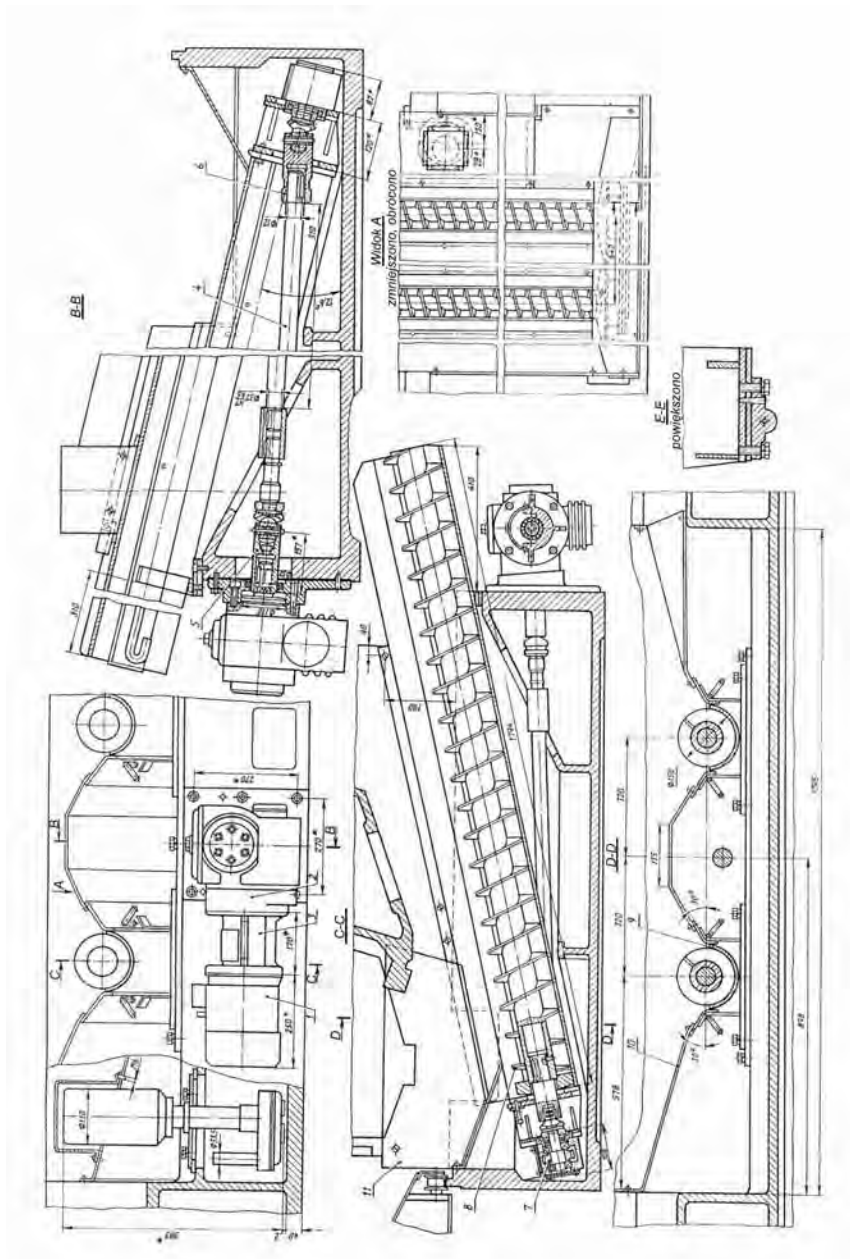
Przenośniki zgarniakowe umożliwiają transportowanie wiórów przy znacznym kącie nachylenia i efektywną pracę w przypadku niewielkich odległości.



Rys. 11.1. Przenośniki mechaniczne: a – taśmowe; b, c – zgarniakowe; d – hakowe; e – wibracyjne; f, g – ślimakowe



Rys. 11.2. Przenośnik zgarniakowy obrabiarki 1PP756DF3 do odprowadzania wiórów



Rys. 11.3. Przenośnik ślimakowy obrabiarki 1740RF3 do odprowadzania wiórów

Przenośniki hakowe (rys. 11.1d) wykonane są w postaci metalicznej rynny 3 z przyspawanymi wypustami. Wewnątrz rynny ruch postępowo - zwrotny wykonuje pręt 2 z hakami 1. W trakcie ruchu z prawa na lewo (ruch roboczy) pręt hakami zagarnia wióry i przemieszcza je do przodu. Podczas ruchu z lewa na prawo (ruch jałowy) pręt prześlizguje się po wiórach, które przytrzymywane są przez wypusty rynny. Ten typ przenośnika stosowany jest do transportowania wiórów ciągłych, wstęgowych.

Przenośniki wibracyjne (rys. 11.1e) składają się z rynny na podporach sprężystych 2, wykonującej ruch wibracyjny, i napędu wibracji 1 typu mechanicznego lub elektromagnetycznego. Są jednakowo efektywne, zarówno do transportowania wiórów odłamkowych, jak i wstęgowych.

Przenośniki ślimakowe (rys. 11.1f, g) zawierają metalową rynnę, w której znajduje się ślimak 2, obracający się od napędu 1. Ślimak obracając się przepycha wióry w rynnę. Przenośniki te mają jeden ślimak – jednoślimakowe lub dwa – dwuślimakowe.

Przykład dwuślimakowego przenośnika obrabiarki 1740RF3 pokazany jest na rys. 11.3. Przenośnik napędzany jest od silnika elektrycznego 1 przez reduktor ślimakowy 2 i sprzęgło 3. Napęd od reduktora przekazywany jest przez wał 4 i dwa sprzęgła przegubowe 5 i 6 przez skrzynkę rozdzielczą 7 do ślimaków 8. Ślimaki rozmieszczone są w rynnach 9 i 10, gdzie zbierają się wióry, które następnie transportowane są poza obrabiarkę. Szerokość każdej z dwu rynien wynosi 1000 mm, co gwarantuje dużą pojemność zasobnika wiórów.

Przenośniki ślimakowe pracują niezawodnie i są efektywne przy dowolnym rodzaju wiórów.

11.2. Urządzenia do odprowadzania wiórów – pneumatyczne i hydrauliczne

Urządzenia pneumatyczne mogą posiadać układ tłoczący, zasysający lub ssąco – tłoczący.

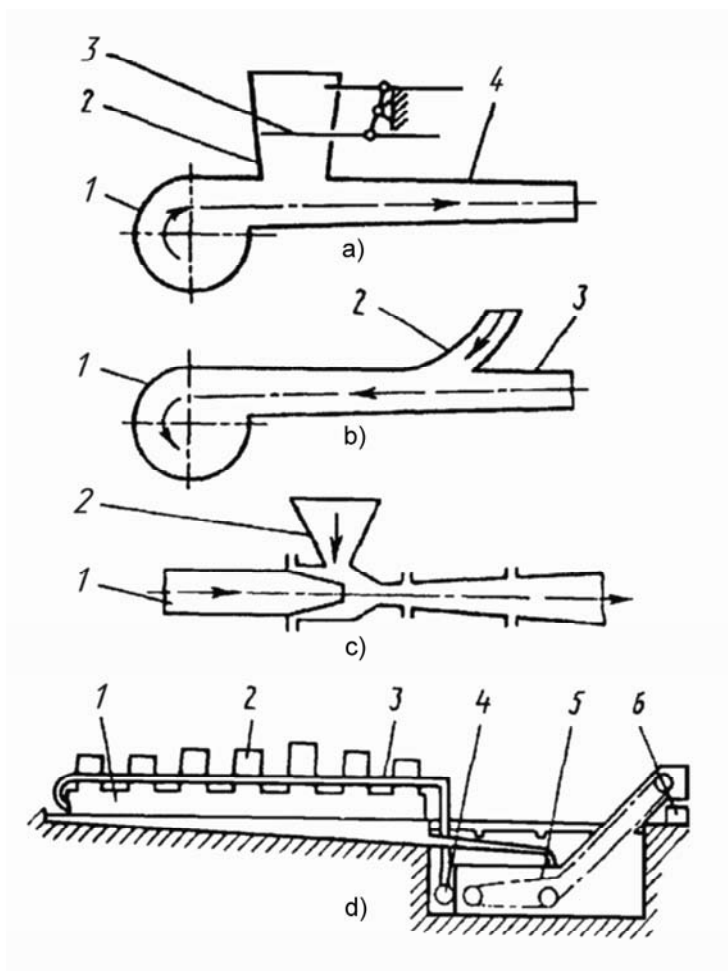
W systemie tłoczącym (rys. 11.4, a) wiór wchodzi do przewodu rurowego 4 z leja 2 przy pomocy stawidła śluzy 3, przeciwdziałającego wpływowi powietrza do leja. Strumień powietrzny, wytwarzany przez urządzenie 1, przepycha wióry przez przewód rurowy 4. Ciśnienie powietrza w strumieniu wynosi 0,03-0,04 MPa, a jego prędkość 25 m/s.

W układzie zasysającym (rys. 11.4b) wióry zasysane są przez lej 2 przy pomocy strumienia powietrza w rurze 3 przez pompę próżniową lub dmuchawę 1. Strumień powietrza powstaje w wyniku podciśnienia do 0,055 MPa, a jego prędkość osiąga wartość 25-65 m/s.

W systemie ssąco - tłoczącym (rys. 11.4c) wióry zasysane są z leja 2 w wyniku podciśnienia, wytwarzanego strumieniem tłoczonego powietrza 1.

Odprowadzanie wiórów przy pomocy urządzeń pneumatycznych szczególnie zalecane jest w warunkach, kiedy powstaje wiór pyłowy.

Urządzenia hydrauliczne stosowane są do transportowania wiórów (rys. 11.4d), które na obrabiarkach 2 zmywane są silnym strumieniem cieczy chłodząco - smarującej, oddzielanej następnie od wiórów i ponownie tłoczony przy pomocy pompy 4 i rury 3 do obrabiarek. Wióry przenośnikiem odprowadzane są do pojemnika 6. W ESP i liniach stosowane są kombinacje różnych typów urządzeń do odprowadzania wiórów.



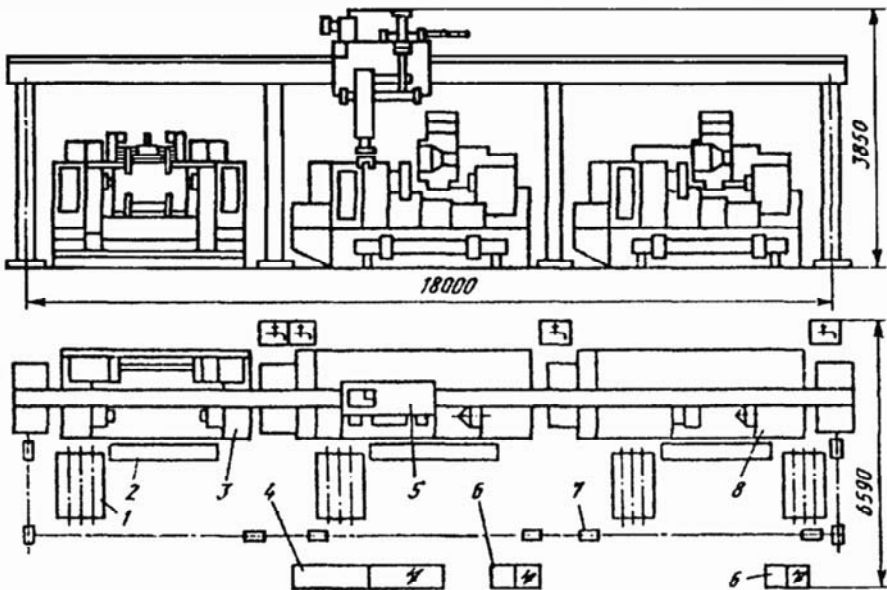
Rys. 11.4. Urządzenia do odprowadzania wiórów pneumatyczne (a-c) i hydrauliczne (d)

12. Rozwiązania konstrukcyjne ESP

12.1. ESP do obróbki części obrotowych

Do obróbki części obrotowych – w zależności od specyfiki ich konstrukcji, wymiarów gabarytowych, procesów technologicznych i stopnia zautomatyzowania urządzeń – stosowane są różnorodne warianty ESP.

W „ENIMS” (Moskwa) opracowano ESP ASWR-01 (rys. 12.1), przeznaczony do kompleksowej obróbki tokarskiej powierzchni bazowych, czół i średnic zewnętrznych części typu wały stopniowane. W skład ESP wchodzi: magazyn – zasobnik 1, pozycja pośrednia 2, frezarko – nakiełczarka 3 mod. MR-179, układ NC robota 4, robot przemysłowy 5 mod. UM160F281.01, układ NC obrabiarki 6, układ ochrony przed olśnieniem strefy roboczej 7, dwie tokarki NC 8 mod. 1B732F3.

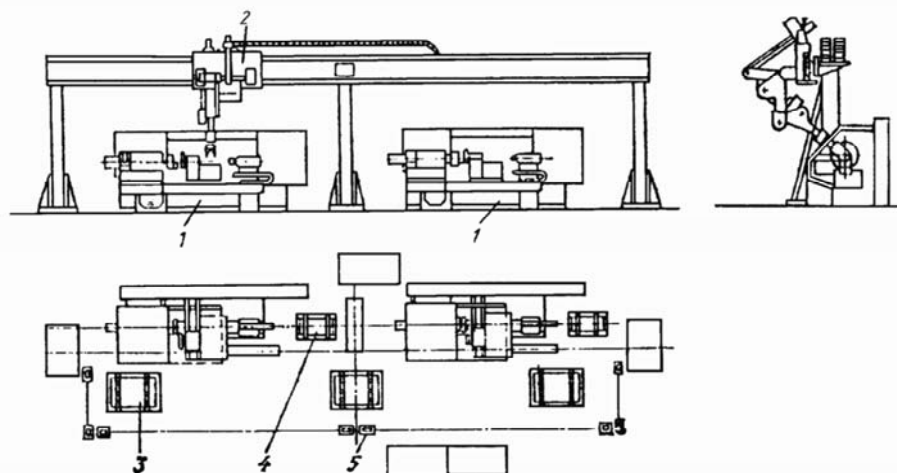


Rys. 12.1. ESP mod. ASWR-01: 1 – magazyn (pojemniki); 2 – pozycja przejściowa; 3 – frezarko – nakiełczarka MR-179; 4 – układ NC robota; 5 – robot bramowy; 6 – system sterowania obrabiarką; 7 – układ ochrony przed olśnieniem; 8 – tokarka NC

ESP przeznaczony jest do obróbki części ze stali o średnicy do 1400 mm i masie do 160 kg.

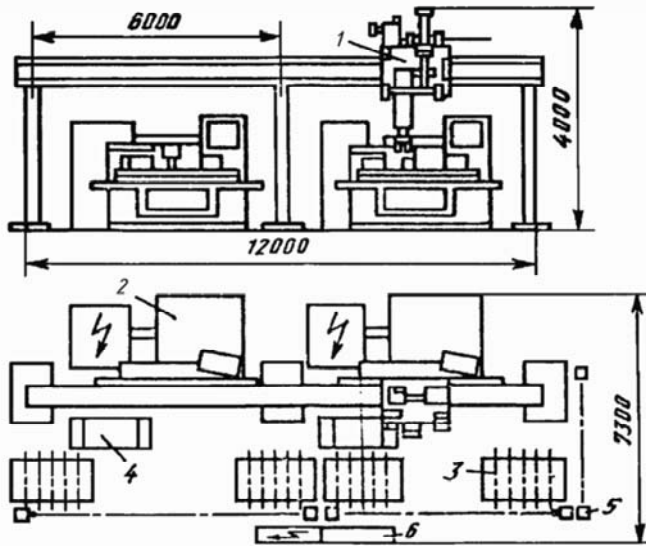
ESP ASWR-04 (rys. 12.2) przeznaczony jest do obróbki wałów o średnicy do 100 mm, długości do 800 mm i masie do 40 kg, w warunkach produkcji mało- i średnioseryjnej. Wały mogą być mocowane w uchwycie samocentrującym z podparciem konikiem i w kłach za pomocą uchwytu czołowego lub szczękowego z kłem samonastawnym.

ESP ASWR-06 (rys. 12.3) przeznaczony jest do automatyzacji procesu technologicznego obróbki wałów o masie do 40 kg w warunkach produkcji średnioseryjnej.



Rys. 12.2. ESP ASWR-04: 1 – obrabiarki; 2 – robot; 3 – pojemniki z podstawkami; 4 – pozycje pośrednie; 5 – urządzenie ochronne

ESP ŁAS-NC, którego widok ogólny pokazano na rys. 12.4, przeznaczony jest do obróbki tokarskiej różnorodnych wałów w produkcji małoseryjnej i seryjnej. System składa się z dwóch tokarek kłowo – uchwytowych NC (1, 2) mod. 1B732F3U3 lub 1740RF3. Obrabiarki są obsługiwane przez robot przemysłowy 3 mod. SM160F2.05.01. W składzie ESP są magazyny – zasobniki półfabrykatów 4 i obrobionych części 5; urządzenia NC 6, 8; szafy elektryczne 7, 9, 11; pulpit sterowniczy 10; stacje hydrauliczne 12, 13; stół 14 do kontroli i ustawiania narzędzi za pomocą przyrządu optycznego; ogrodzenie 15; układ hydrauliczny i elektryczny 16, 17, 18. Obrabiarki wyposażone są w przenośniki do odprowadzania wiórów.



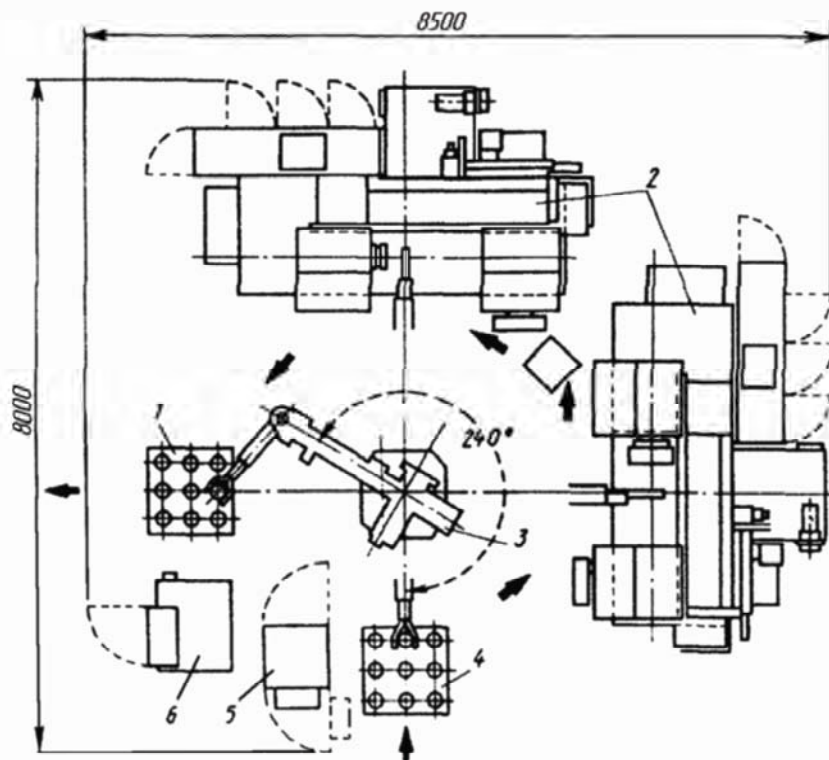
Rys.12.3. ESP ASWR-06: 1 – robot bramowy; 2 – szlifierka 3M151F2; 3 – magazyn – zasobnik; 4 – pośrednia pozycja kontroli; 5 – układ ochrony przed olśnieniem; 6 – układ sterowania

ESP firmy „Okuma” (rys. 14.5) zawierają przyrząd 1 z obrobionymi częściami; dwie tokarki 2; robot 3 firmy „Cincinnati Milacron” lub ASEA; przyrząd z półfabrykatami 4; panel sterowania 5; stację hydrauliczną robota 6. ESP przeznaczony jest do obróbki kołnierzy i wałów szerokiego asortymentu.

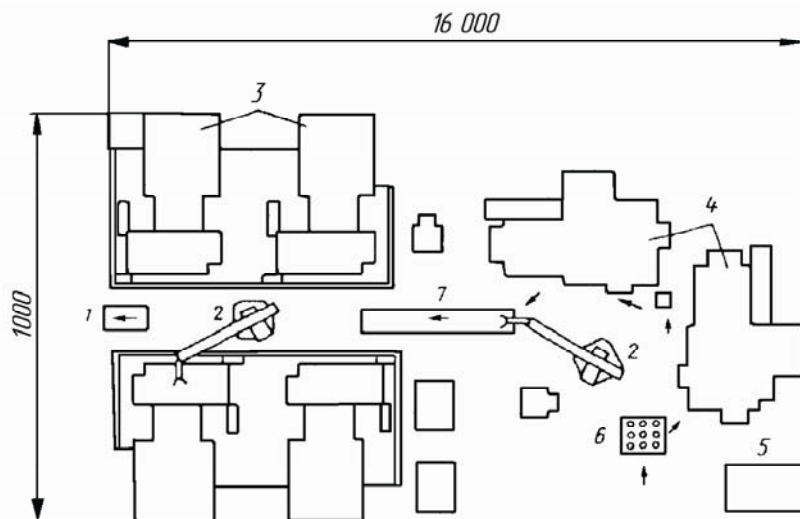
Do obróbki niewielkich półfabrykatów (o masie do 30 kg) w firmie „Okuma” opracowano ESP (rys. 12.6), zawierający transporter do części gotowych 1; roboty 2 firmy ASEA (Szwecja); centra obróbkowe 3 i tokarki 4; komputer - 5; przyrząd z półfabrykatami 6; przenośnik do półfabrykatów 7. Obrabiarki położone są w strefie pracy robota. Przy tym przewidziano niezbędną przestrzeń do wymiany narzędzi, obsługi eksploatacyjnej urządzeń a także do odprowadzania wiórów.

ESP do obróbki wałów korbowych do ciężkich silników Diesla 7 w fabryce samochodów „Volvo” (Szwecja) zawiera system transportowy 1 i zasobniki pośrednie 2 między czterema gniazdami obrabiarkowymi, obsługiwanymi przez roboty i portalowe urządzenia załadunkowe (rys. 12.7). Pierwsze gniazdo zawiera wyważarkę „Schenk” i tokarkę mod. „SWEDTURN-18 CNC” do wstępnej obróbki kołnierzy i czopów środkowych głównych. W drugim gnieździe znajduje się frezarka GFM i tokarka do wstępnej obróbki przeciwcieżarów.

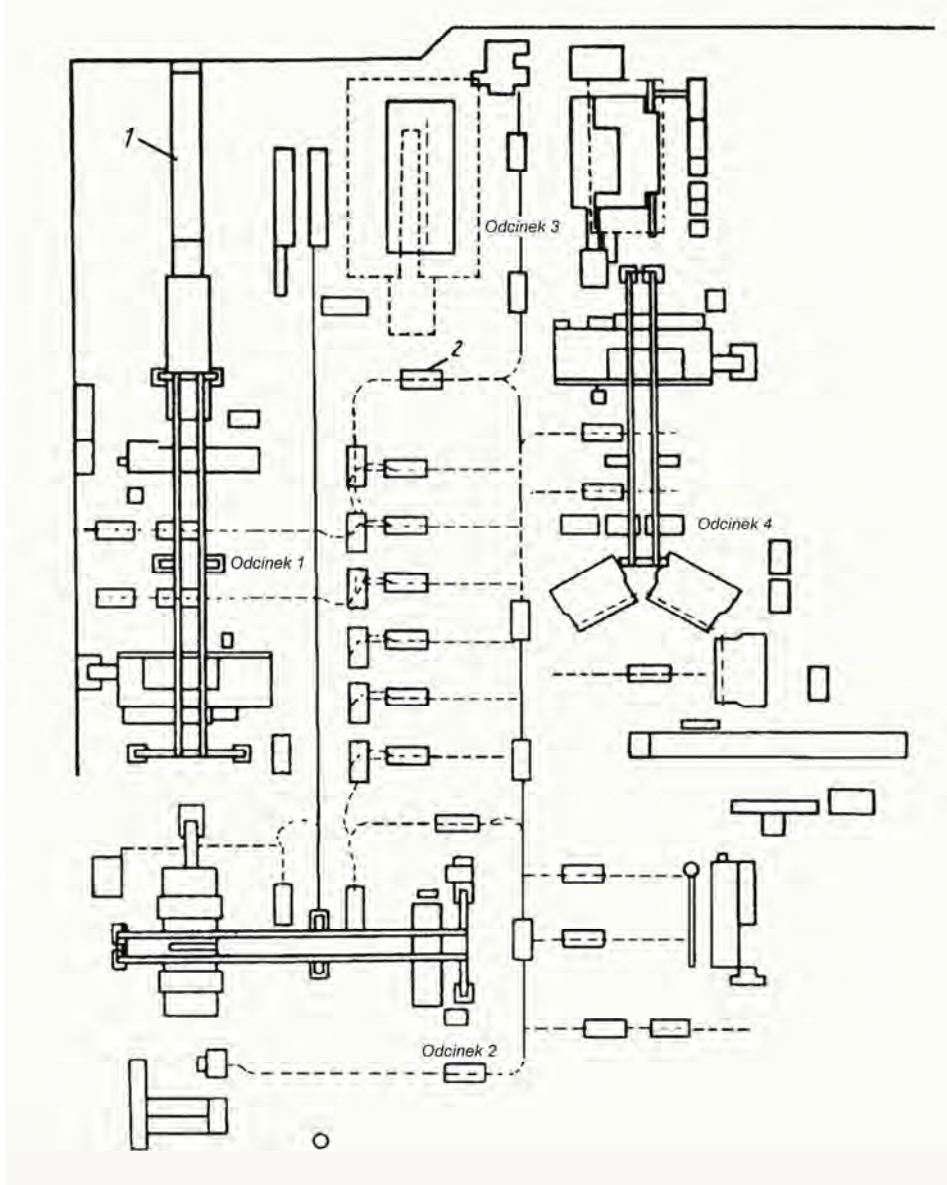




Rys. 12.5. ESP firmy „Okuma” (Japonia) do obróbki kołnierzy i wałów



Rys. 12.6. ESP firmy „Okuma”



Rys. 12.7. Gniazda obrabiarkowe w ESP firmy „Volvo” do obróbki wałów korbowych silników Diesla

Znajdująca się w trzecim gnieździe frezarka firmy „VDF Boehringer” (Niemcy) przeznaczona jest do frezowania czopów korbowych, a tokarka NC - do obróbki powierzchni czołowych wału korbowego. Obróbka zgrubna kończona jest w czwartym gnieździe, gdzie znajduje się tokarka NC i frezarka.

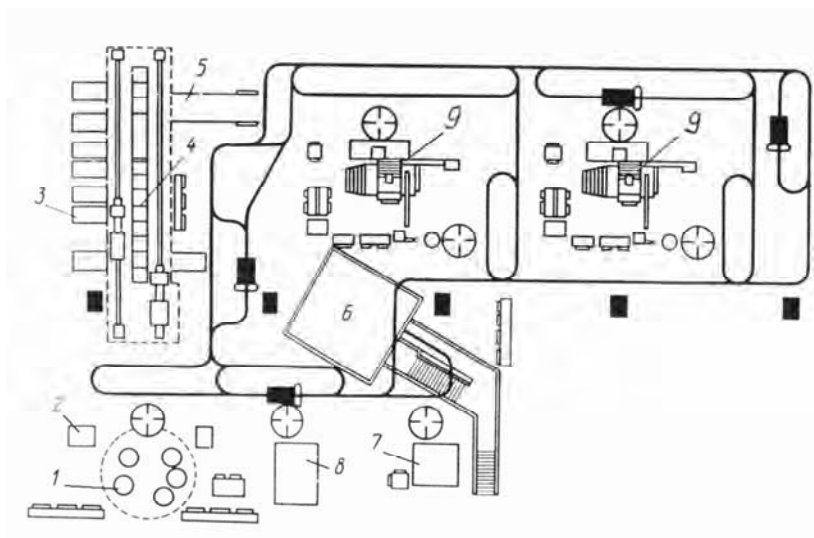
Takie rozplanowanie jest najbardziej efektywne przy tworzeniu specjalizowanej linii obrabiarek. Na duże silniki Diesla istnieje cały czas zapotrzebowanie, a więc produkcja raz uruchomionych wyrobów kontynuowana jest przez wiele lat. W trakcie eksploatacji systemów w konstrukcji silników dokonano wiele niewielkich zmian, w trakcie ich realizacji unaocznily się zalety ESP. W tym przypadku podstawowa korzyść z ich elastyczności – to możliwość wykonywania kilku typów wymiarowych wałów korbowych na małej ilości obrabiarek przy niewielkiej liczbie personelu obsługującego.

12.2. ESP do obróbki części korpusowych

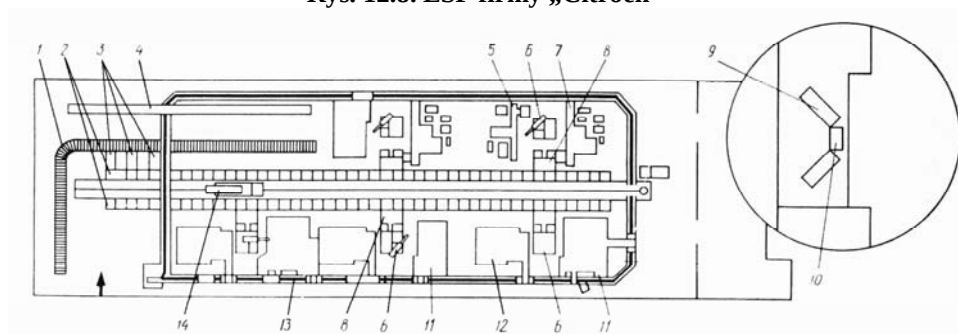
Części korpusowe wyróżniają się dużym względnym udziałem czasu głównego w czasie jednostkowym, co spowodowało, że ESP w największym stopniu są stosowane do obróbki tego typu części. Części korpusowe są kosztowne, mają długi cykl produkcyjny, są obrabiane głównie na obrabiarkach wielozadaniowych. Przy ich obróbce są stosowane jednolite zasady bazowania oraz urządzenia transportowe na bazie przyrządów do transportowania i obróbki, co uzasadnia utworzenie wielofunkcyjnych systemów obróbkowych o szerokich możliwościach technologicznych.

Praktyka pokazuje, że istnieje wiele konstrukcji tego typu systemów różnych firm.

ESP firmy „Citroen” (Francja) przeznaczony jest do wytwarzania części i zespołów samochodowych w produkcji małoseryjnej (rys. 12.8) z półfabrykatów o wymiarach do 500×500×500 mm. W skład ESP wchodzi magazyn narzędziowy 1; gniazdo wstępnego nastawiania narzędzi 2; stanowisko przygotowania narzędzi 3; magazyn przyrządów 4; tunel do oczyszczania cieczy smarująco – chłodzącej i wiórów 5; maszynownia 6; maszyna kontrolna – pomiarowa 7; myjka 8. Są również dwie pięcioosiowe obrabiarki wielozadaniowe 9 „Graffenstaden”, obsługiwane przez robokary. W celu umożliwienia pracy ESP bez obsługi na trzeciej zmianie przewidziano magazyn, umożliwiający przechowywanie 56 przyrządów. W ciągu dwóch pozostałych zmian załadunek i zdejmowanie półfabrykatów jest wykonywany przez dwóch operatorów.



Rys. 12.8. ESP firmy „Citroen”

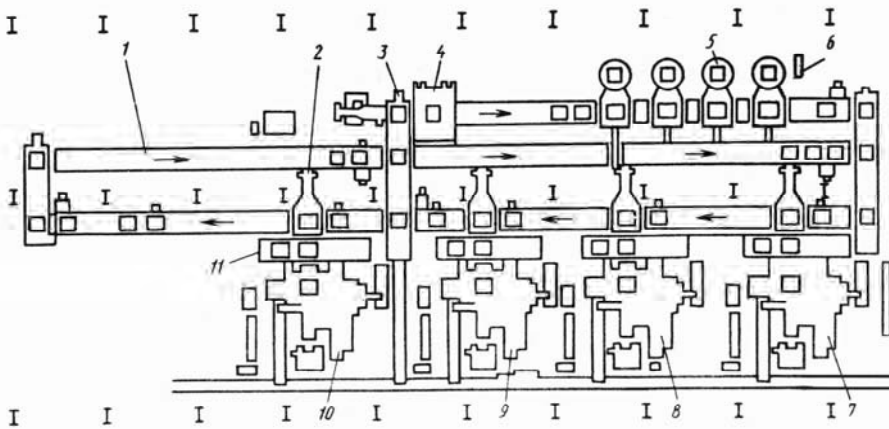


Rys. 12.9. ESP firmy „Nakamura – Tome Precision Industry” (Japonia)

ESP (rys. 12.9) firmy „Nakamura – Tome Precision Industry” (Japonia) zawiera przenośnik rolkowy – 1; magazyn surowców i produkcji w toku – 2; transporter – 3; magazyn wielopoziomowy z automa-tycznym składowaniem i poszukiwaniem – 4; szlifierkę do płaszczyzn NC – 5; robot „FANUC M-1 – 6; szlifierkę do części obrotowych NC – 7; pozycję roboczą – 8; komputer – 9; centralny panel sterowniczy – 10; wielofunkcyjne urządzenie mechaniczne – 11; obrabiarkę wielozadaniową – 12; transporter – 13 i suwnicę – 14. Zastosowanie systemu umożliwia nie tylko zaoszczędzenie powierzchni produkcyjnej, ale również daje możliwość powiększenia ESP w wyniku przedłużenia magazynu [25].

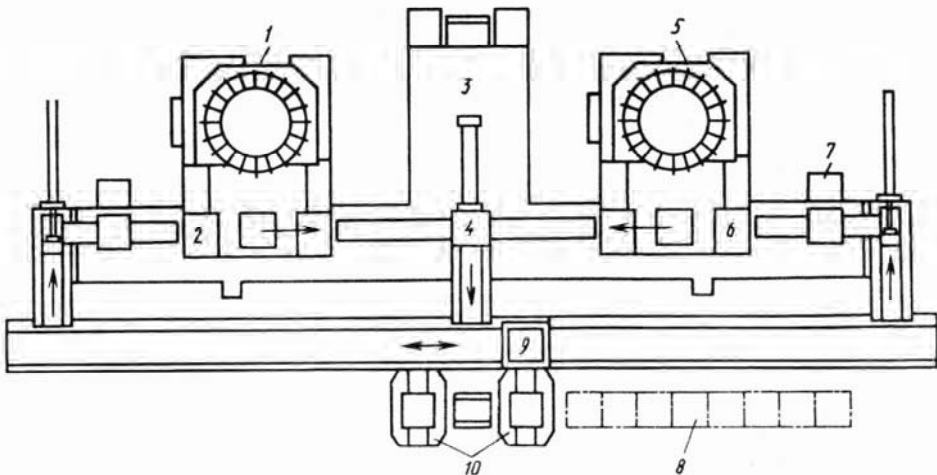
ESP firmy „Toyota Koki” TY-4 (Japonia) przedstawiony na rys. 12.10 przeznaczony jest do automatycznej obróbki i transportowania części korpusowych silników Diesla. System zawiera transporter powrotny 1; urządzenia technologiczne 2-10; urządzenie do wymiany przyrządów 11.

Na każdej z obrabiarek obsługiwanej przez automatyczne urządzenie wymiany przyrządów realizowana jest maksymalnie możliwa ilość operacji [25].



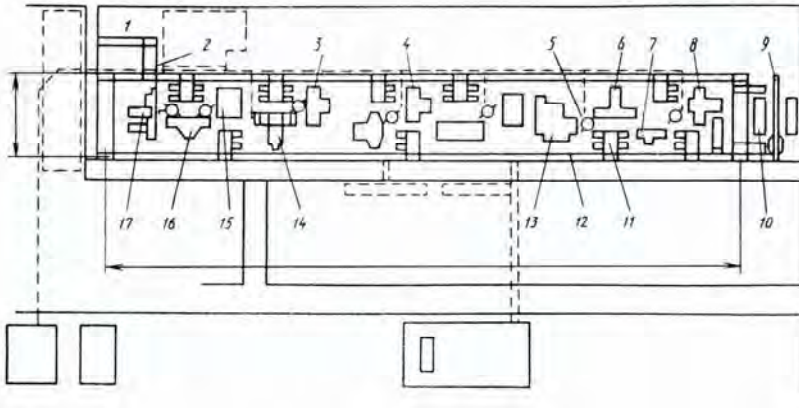
Rys. 12.10. ESP firmy „Toyota Koki” mod. TY-4

Inny ESP „Toyota Koki” typu TY-6 (rys. 12.11) przeznaczony jest do produkcji urządzeń kancelaryjnych. System zawiera poziome obrabiarki wielozadaniowe 1, 5; urządzenia wymiany przyrządów 2; pulpit sterowniczy 3; myjnię 4; urządzenie do czytania numeru przyrządu 7; magazyn przyrządów 8; wózek szynowy 9; stację załadunku – rozładunku 10. Obrabianych jest 20 rodzajów korpusów z aluminium o maksymalnych wymiarach gabarytowych 500×500×400 mm [25].



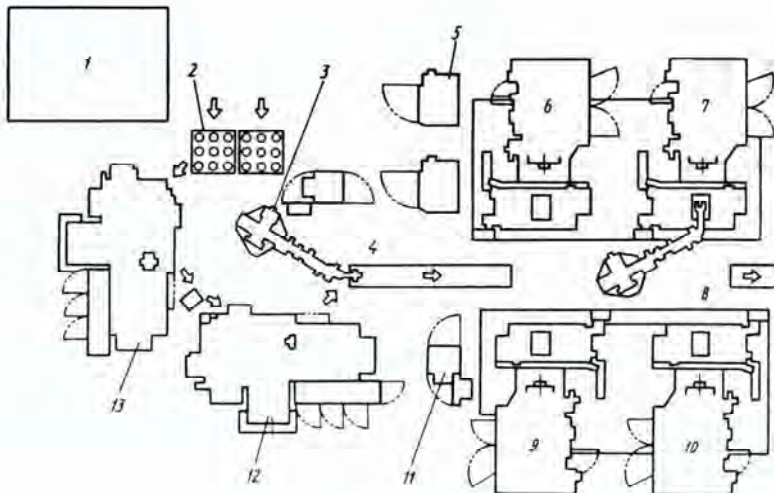
Rys. 12.11. ESP firmy „Toyota Koki” mod. TY-6

ESP firmy „Hitachi Seiki” HS-1 (Japonia) przeznaczony jest do obróbki 80 rodzajów części korpusowych do obrabiarek skrawających (rys. 12.12). W systemie jest stacja rozładunku 1; stacja załadunku 2; frezarki pionowe 3, 4; tokarka rewolwerowa 5; frezarka uniwersalna 7; dźwig 9; pozycja oczekiwania na przenośniki 10; pozycja oczekiwania przy obrabiarkach 11 (zasobniki buforowe); transporter 12; poziome obrabiarki wielozadaniowe 13, 14; wiertarka promieniowa 16; pionowa obrabiarka wielozadaniowa 17. Obrabiane wyroby transportowane są w kontenerach. Półfabrykaty podawane są na obrabiarkę ręcznie. Kontenery stosowane są również do transportowania narzędzi i wiórów [25].



Rys. 12.12. ESP firmy „Hitachi Seiki” HS-1

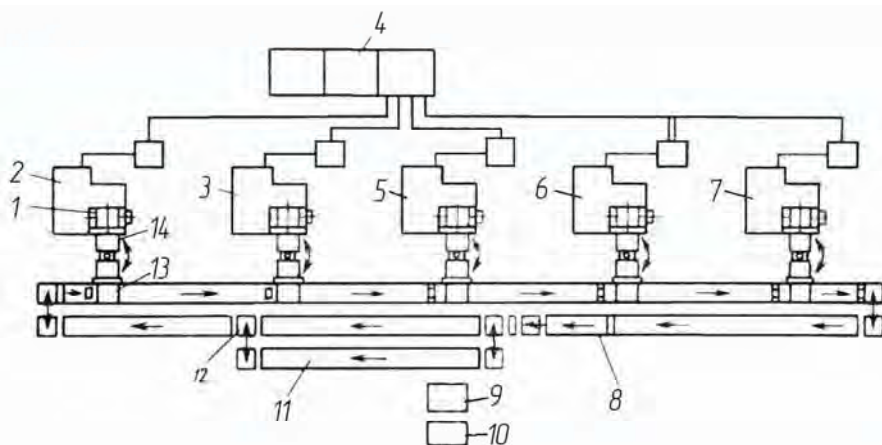
ESP firmy „Okuma Tekkosho” OK-2 (Japonia) przeznaczony jest do obróbki wyrobów o złożonym kształcie ze stali wysokostopowych (rys. 12.13) [25].



Rys. 12.13. ESP firmy „Okuma Tekkosho” OK-2

ESP zawiera system komputerowy 1; przyrządy wielomiejscowe 2; roboty 3; transporter 4; blok zasilania robota 5; poziome obrabiarki wielozadaniowe 6, 7, 9, 10; transporter odprowadzający 8; blok sterowania robotem 11; tokarki NC 12, 13. Jeden robot obsługuje dwie tokarki, drugi – cztery obrabiarki wielozadaniowe, transporter wiąże wyodrębnione grupy obrabiarek.

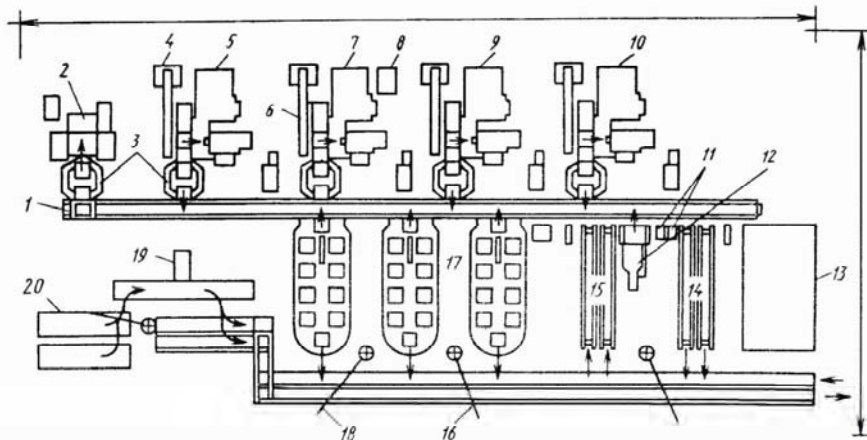
ESP firmy „Makino” MF-1 z obrabiarek wielozadaniowych (rys. 12.14) przeznaczony jest do obróbki głowic cylindrów silników Diesla o niewielkiej mocy. System zawiera stację ustawiania przyrządu 1; poziome obrabiarki wielozadaniowe 2, 3, 5, 6, 7; blok sterowania 4; myjnię 8; pulpit sterowniczy 9; urządzenie do kontroli narzędzi 11; manipulator 12; dźwig 13; automatyczne urządzenie wymiany przyrządów 14 [25].



Rys. 12.14. ESP firmy „Makino” MF-1 (Japonia)

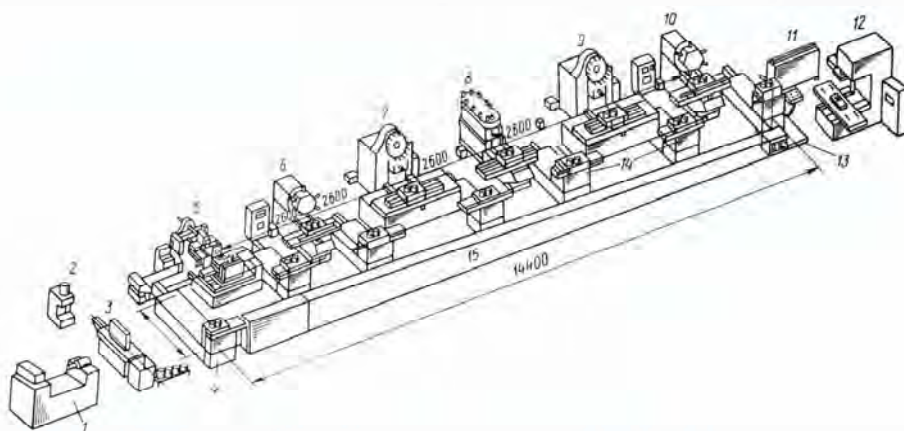
W skład systemu wchodzi pięć obrabiarek MSR108-A60-AS o wymiarach stołu 550x550 mm i magazynach narzędziowych na 60-100 narzędzi. Pomiar prądu w uzwojeniach silników elektrycznych napędów głównych, w zależności od siły skrawania, umożliwią regulację posuwu.

ESP firmy „Niigata Tekkosho” NT-1 (rys. 12.15) przeznaczony jest do obróbki głowic cylindrów silników Diesla o średniej i dużej mocy. ESP zawiera wózek szynowy 1; tokarkę karuzelową 2; obrotnice do wymiany przyrządów 3; przenośnik do odprowadzania wiórów 4; poziome obrabiarki wielozadaniowe 5, 7, 9, 10; układ NC 6; monitor 8; magazyn buforowy 11; manipulator 12; system komputerowy 13; transporter odprowadzający 14; transporter podający 15; suwnicę 16; magazyn przyrządów 17; transporter wałkowy 18; frezarkę 19; podajnik materiałów 20. Każda część przechodzi przez 4 - 6 operacji technologicznych. W ciągu dnia system jest obsługiwany przez cztery osoby, w nocy pracuje bez obsługi [25].



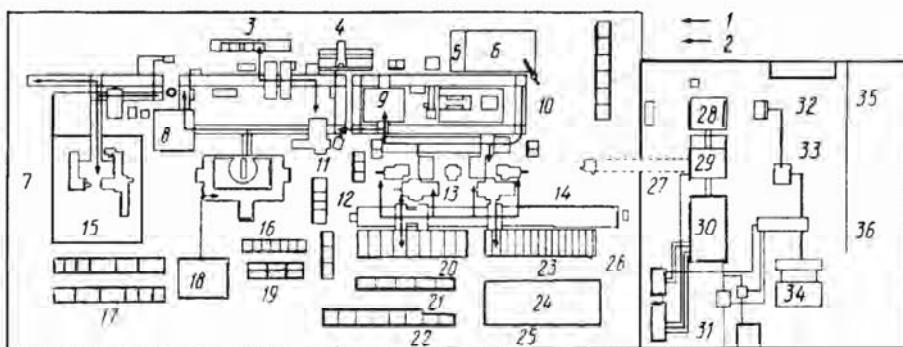
Rys. 12.15. ESP firmy „Niigata Tekkosho” NT-1 (Japonia)

ESP firmy „Hitachi Seiki”, przeznaczony do obróbki obudów sprężarek klimatyzatorów, pokazany jest na rys. 12.16. W jego skład wchodzi honownica 5; frezarki rewolwerowe 6, 10; poziome obrabiarki wielozadaniowe 7, 9; frezarka 8; manipulator do podawania przyrządów 11; pionowa obrabiarka wielozadaniowa 12; zmieniacz przyrządów 14; transporter 15. Maksymalne wymiary gabarytowe części: średnica 180 mm, długość 170 mm, masa 6 kg. Wydajność - 250 wyrobów dziennie (przy wielkości każdej z siedmiu partii 200 szt.) [25].



Rys. 12.16. ESP firmy „Hitachi Seiki” do obróbki obudów

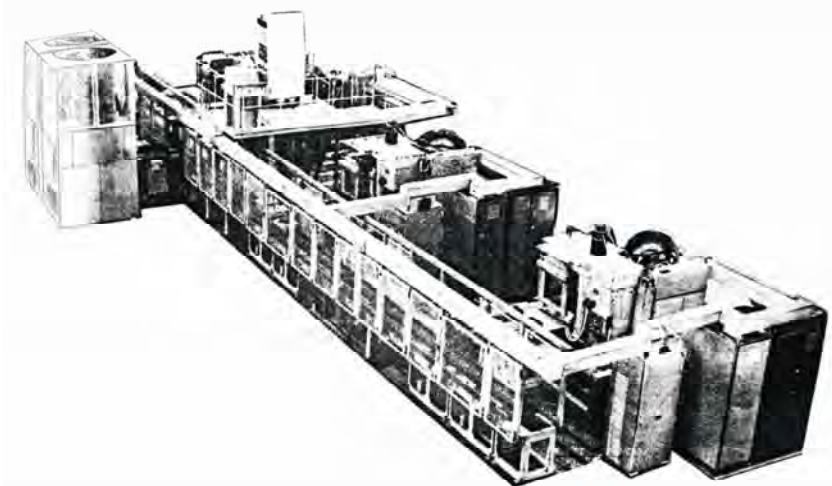
Zintegrowany ESP z urządzeniem laserowym jest przedstawiony na rys. 12.17. Części 1 kierowane do montażu, znajdujące się na stelażu 3, są podawane przez urządzenie 4. W skład ESP wchodzi również: strefa materiałów 5, strefa przygotowania 6, komora dźwiękoszczelna 7; laser o średniej mocy 8, myjnia 9; strefa odprowadzania wiórów 10. Urządzenie transportowe 11 dostarcza część do strefy zintegrowanej obróbki mechanicznej 12 i urządzenia pomiarowego 13. Obróbka laserowa przebiega w strefie 16, kontrola - w strefach 17 i 19. W ESP jest także: zasobnik narzędzi montażowych - 18; stelaż na zespoły - 20; układ NC - 21; urządzenie sterownicze - 22; zasobnik - 23; narzędziownia - 24; urządzenie wymiany bloków - 25, wymiany magazynów - 26. Światłowód laserowy 27 stosowany jest przy spawaniu - cięciu 28 w rozdzielaczu 29, powiązany z generatorem 30 (5 kWt) i urządzeniem chłodniczym 31. Spawanie laserowe wykonywane jest w pozycji 32, obróbka laserowa jest sterowana przez urządzenie 33. System zawiera również podstawę 34, oddział remontowy 35 i kompresor 36. Powierzchnia produkcyjna ESP wynosi 1500 m² [25].



Rys. 12.17. ESP zintegrowany z urządzeniem laserowym (Japonia)

W Odeskiej Fabryce Obrabiarek Precyzyjnych znajduje się system ASK-O (rys. 12.18). Jest przeznaczony jest do kompleksowej obróbki złożonych części z żeliwa, stali, materiałów kolorowych, stopów lekkich i tworzyw polimerowych o wymiarach do 400x400x400 mm w cyklu w pełni zautomatyzowanym. W skład systemu wchodzi od 2 do 10 wiertarko – frezarko – wytaczarek 2204WM1F4, 2254WM1F4, OP2G4AMF4M, od 1 do 4 zasobników; system transportowy do przemieszczania umieszczonych na przyrządach części; od 3 do 14 manipulatorów do podawania/zdejmowania części na/z obrabiarek i zasobników, centralny komputerowy system sterowania ESP. Skład ESP, jego rozplanowanie, modele i liczbę obrabiarek, manipulatorów i zasobników są określone w każdym konkretnym przypadku w zależności od warunków produkcyjnych zlecienniodawcy.

Zastosowanie ESP typu ASK-0 umożliwia zwiększenie współczynnika obciążenia obrabiarek nie mniej niż o 1,4 razy w porównaniu z niezależnie pracującymi obrabiarkami, zmniejszenie zatrudnienia wysoko wykwalifikowanych pracowników, zwiększenie wydajności obróbki od 150 do 300%.

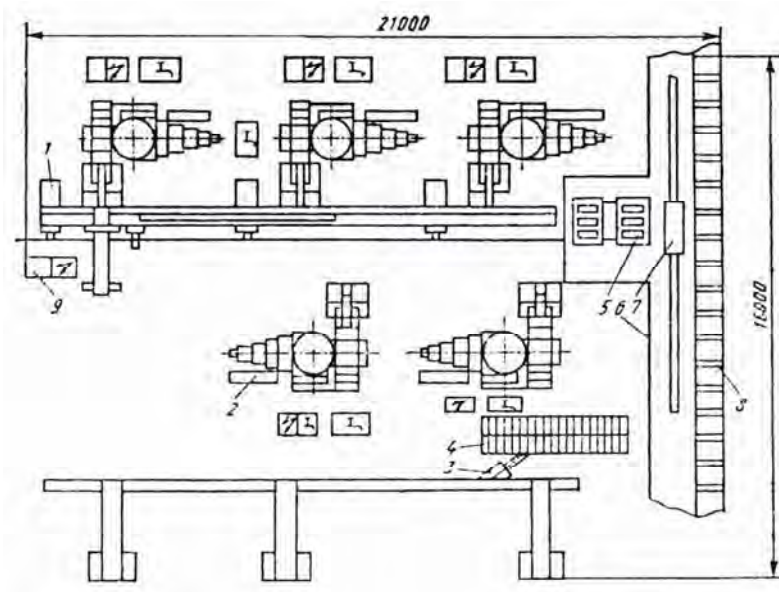


Rys. 12.18. ESP typu ASK-0 do obróbki części korpusowych

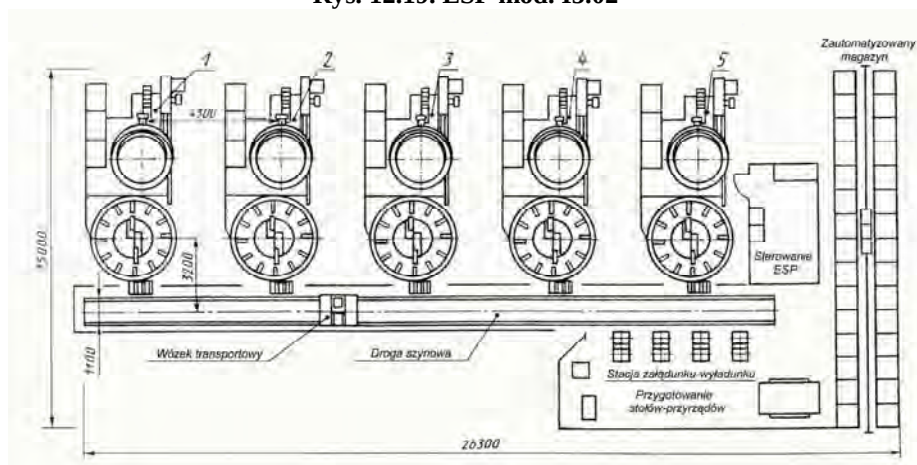
ESP mod. I5.02 (rys. 12.19) przeznaczony jest do automatyzacji obróbki mechanicznej korpusów o masie do 92 kg. W skład systemu wchodzi robot portalowy 1; obrabiarki 2 mod. IR500MF4; manipulator 3; przenośnik rolkowy 4; stół obrotowy 5; ogrodzenie 6; suwnica 7; magazyn – zasobnik 8; system sterowania robotem przemysłowym 9.

Robot przemysłowy służy do załadunku obrabiarek, podawania części w trybie automatycznym z operacji na operację i przemieszczania części obrobionych do magazynu – zasobnika. Z przenośnika rolkowego na myjkę części przekazywane są przez manipulator elektromechaniczny.

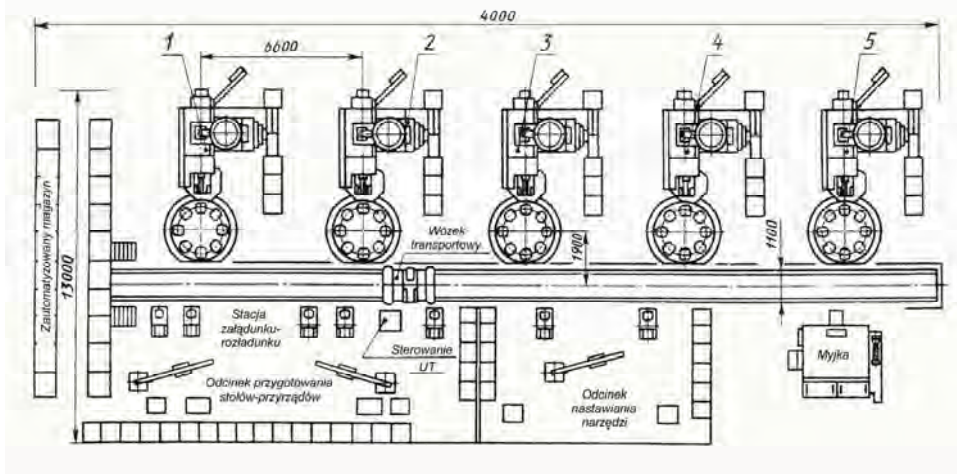
ESP typu „Talka 320”, przeznaczony do obróbki małych i średnich korpusów, pokazany jest na rys. 12.20. W składzie ESP jest pięć ustawionych liniowo EMP (1-5) IR320PMF4 i system transportowy typu TS320. System transportowy umożliwia dostarczanie półfabrykatów na stołach – przyrządach z miejsca załadunku – rozładunku do 12-pozycyjnych zasobników karuzelowych, wchodzących w skład bazowych EMP. Po zakończeniu obróbki system transportowy przekazuje stoły – przyrządy z częściami z zasobników do stacji załadunku – rozładunku, a także dostarcza na obrabiarki urządzenia wymiany narzędzi.



Rys. 12.19. ESP mod. I5.02



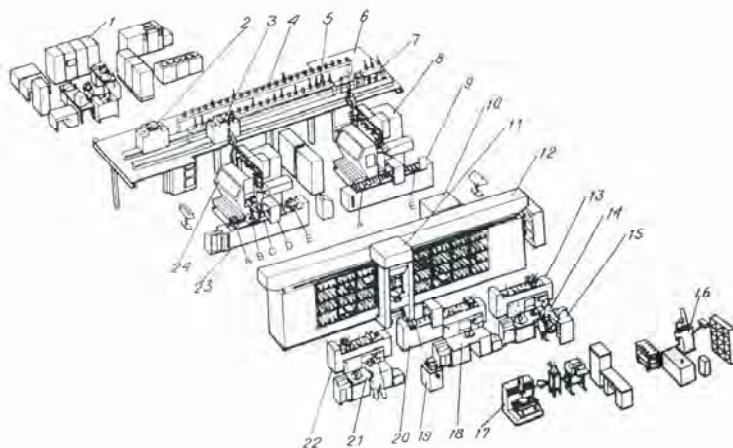
Rys. 12.20. ESP typu „Talka 320”



Rys. 12.21. ESP typu „Talka 500.3”

Schemat ESP „Talka 500.3”, w skład którego wchodzi 5 EMP IR500PM1F4, wzajemnie ze sobą połączonych z zautomatyzowanym magazynem transportowym wózkiem szynowym pokazano na rys.12.21. Oprócz tego wózek transportowy łączy dane gniazdo obróbki mechanicznej z innymi gniazdami elastycznego wydziału produkcyjnego.

Elastyczne systemy produkcyjne mod. ALP-3-1 (rys. 12.22) i ALP-3-2 (rys. 12.23 i 12.24) zbudowane są na bazie EMP jednego typu, które wyróżniają się dużymi możliwościami technologicznymi, umożliwiającymi obróbkę mechaniczną części korpusowych o różnym kształcie i o założonych parametrach technologicznych. Elastyczne moduły produkcyjne poprzez specjalne urządzenia automatyczne współpracują ze zautomatyzowanymi systemami transportowo – zasobnikowymi obrabianych półfabrykatów i narzędzi.



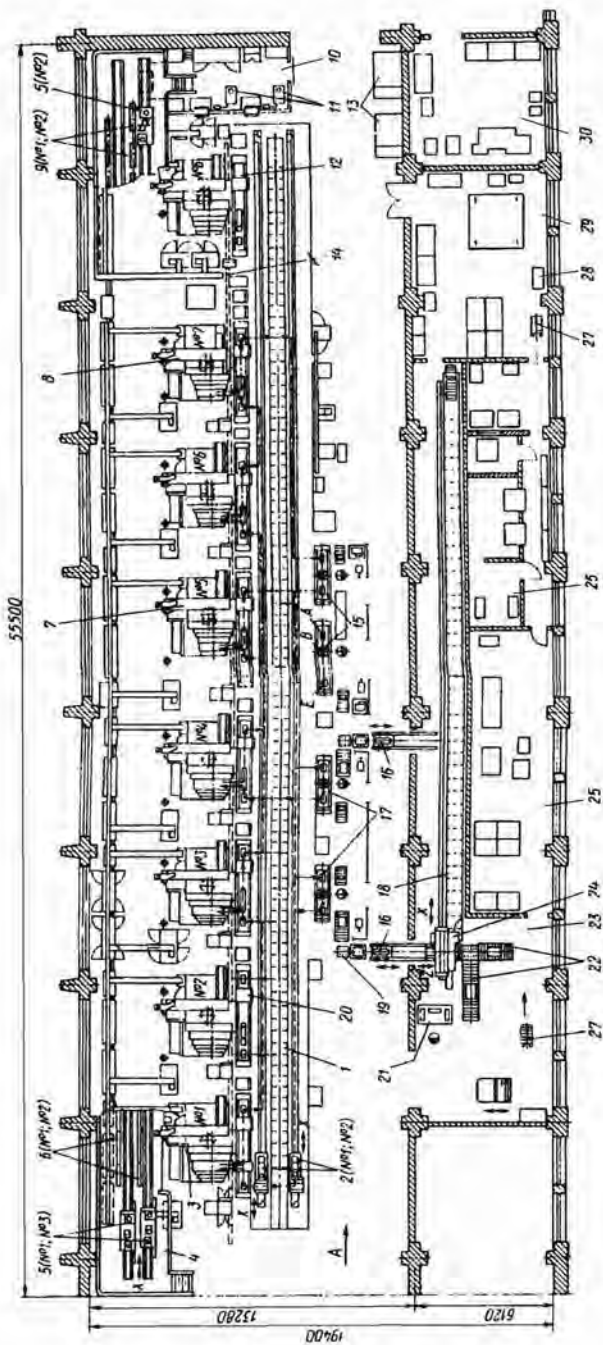
Rys. 12.22. ESP mod. ALP-3-1

ESP mod. ALP-3-1 (rys. 12.22) zawiera kompleks sterująco – obliczeniowy 1; roboty - autooperatory 2, 3; zasobniki narzędzi 4, 5; systemy transportowo – magazynowe narzędzi CIO-16; zespół ruchomych kaset 7; sześćoosiową obrabiarkę wielozadaniową 8 mod. SM400F4.5; urządzenia przyjmujące – przekazujące 9, 13, 20, 22, 23; orientowniki 10, 11; zautomatyzowany system transportowo – magazynowy 12 (ATS-1); pozycję kontroli 14; pulpit sterowniczy 15; przyrząd do ustawiania narzędzi 16; trójosiową maszynę pomiarową 17; pozycję rozładunku 18; drukarkę 19; pozycję załadunku przyrządów 21; sześćoosiową obrabiarkę wielozadaniową 24 mod. APRS-1M.

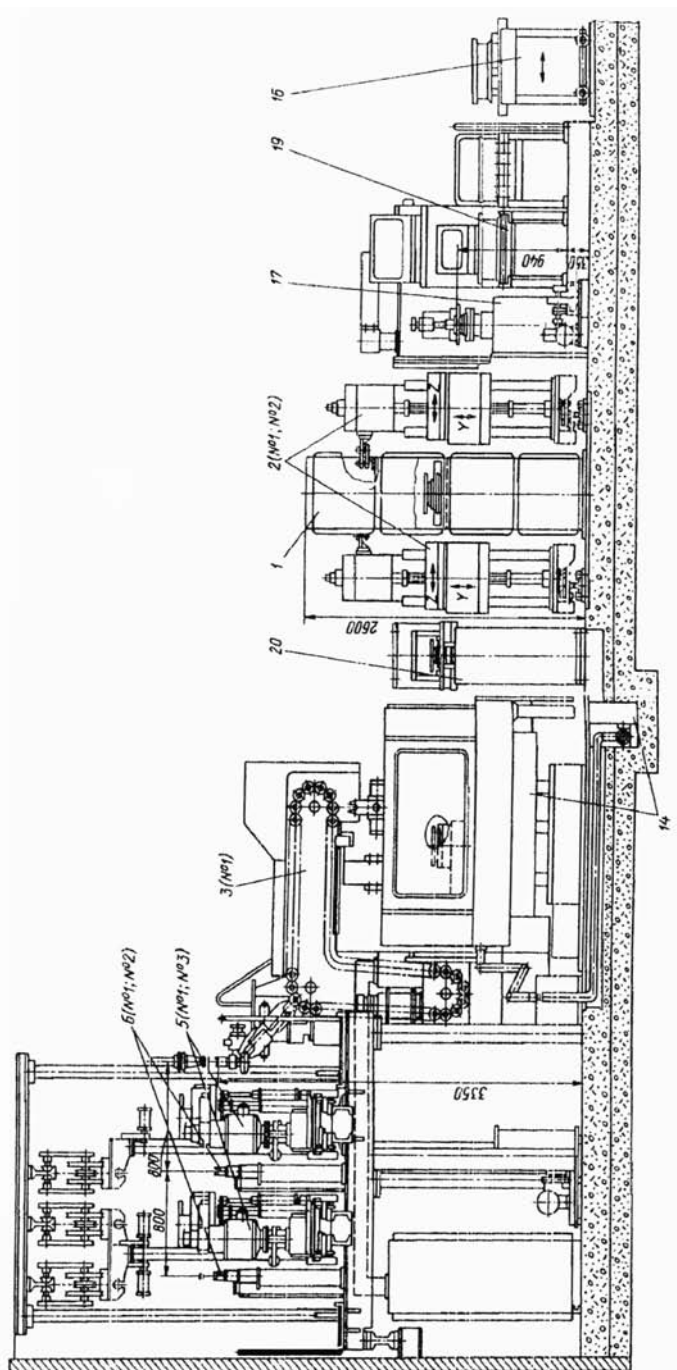
ESP mod. ALP-3-2 (rys. 12.23 i 12.24) przeznaczony jest do obróbki mechanicznej części korpusowych szerokiego asortymentu o wymiarach gabarytowych do 250x250x250 mm; posiada analogiczne funkcje jak system ALP-3-1, ale jest czterokrotnie wydajniejszy.

ESP zawiera: zautomatyzowany system transportowy 1 (ATS-2); orientowniki 2; obrabiarki wielozadaniowe 3 (SM360F4.4) i 7 (SM400F4.5); narzędziowy system transportowo – magazynowy 4 (CIO-1); autooperatory narzędziowe; zasobnik nastawień narzędziowych 6; specjalizowaną wiertarkę do wiercenia głębokiego 8 (SG400F4.5); zestawy kaset narzędziowych 9; oddział ustawiania narzędzi i przyrządów 10; przyrządy do nastawiania narzędzi 11; urządzenia przyjmujące – przekazujące 12, załadunku – wyładunku półfabrykatów (przyrządów) na obrabiarkach 20; magazyny elewatorowe narzędzi 13; układ automatycznego odprowadzania wiórów 14; zespoły przyjmujące – przekazujące 15, 17; automatyczne podłogowe wózki transportowe 16; stelaż – zasobnik półfabrykatów 18; stół 19; pulpit sterowania układem transportowym półfabrykatów 21; orientowniki 22; stanowisko kompletowania półfabrykatów 23; orientownik 24; stanowisko obróbki ręcznej części 25; stanowisko mycia części 26; wózki ręczne podłogowe 27; stanowisko techniczne 28; maszynę współrzędnościowo – pomiarową 29; stanowiska obsługi urządzeń 30.

Charakterystyki techniczne obrabiarek wielozadaniowych, wchodzących w skład ALP-3-2, przedstawiono w tab. 12.1.



Rys. 12.23. ESP mod. ALP-3-2



Rys. 12.24. ESP mod. ALP-3-2 (widok A)

Tab. 12.1. Charakterystyki techniczne obrabiarek wielozadaniowych ESP ALP-2

Parametry	SM360F4.4	SM400F4.5	SG400F4.5
Wymiar powierzchni roboczej przyrządu do ustawiania i zamocowania półfabrykatu, mm	360×360		
Liczba osi sterowanych:			
liniowych	4	4	3
kątowych	1	2	2
Największe przemieszczenie stołu, mm:			
wzdłużne po osi X	630		630
poprzeczne po osi Z	1000		945
wrzeciennika po osi Y	350		370
karetki po osi U	6; 20; 50		—
Obrót stołu wokół osi, °:			
A	—	+360	+360
B	+360	+360	−95
Dokładność przemieszczenia po osiach:			
liniowego, mm	±0,015		
kątowego, °	±10		
Moc napędu wrzeciona, kWt	7,8	8	23,5
Częstość obrotowa wrzeciona, min. ^{−1}	50...3150	9...2240	1000...8000
Prędkość przemieszczeń szybkich, mm/min.	4800		
Prędkość posuwu, mm/min.	5...3000		
Wymiary gabarytowe, mm	6450×5140×3300		
Masa, kg	16000		

W wyniku bezpośredniego sterowania numerycznego urządzeń od centralnego komputera można uzyskać: podwyższenie niezawodności ESP dzięki drugiemu procesorowi komputera centralnego, możliwość zastosowania w EMP uproszczonych urządzeń NC, zwiększenie ilości zastosowanych narzędzi i liczby korekcji, automatyczną kontrolę trwałości narzędzia, automatyczne przejście na obróbkę dowolnej z wytwarzanych części bez strat czasu na przezbieranie, możliwość operatywnego oddziaływania na proces obróbki.

Uwzględniając doświadczenia eksploatacji ESP, w nowych rozwiązaniach należy: powiększyć przyobrabiarkowe buforowe magazyny przyrządów; wprowadzić podłogowe wózki transportowe o sterowaniu indukcyjnym zamiast sztywnych szynowych; kształt półfabrykatów przybliżyć do gotowej części (minimalne naddatki), co znacznie skróci czas obróbki mechanicznej; wprowadzić narzędzia skrawające o podwyższonej odporności na zużycie; wdrożyć system kontroli czasu pracy narzędzi; wyposażyć moduły obrabiarkowe w system odprowadzania wiórów ze strefy skrawania przed zmianą przyrządów.

Dalszy rozwój elastycznych systemów produkcyjnych powinien być nakierowany na zwiększenie efektywności ich wykorzystania, na rozpowszechnienie idei elastycznej technologii obróbki mechanicznej na inne rodzaje produkcji (spawalniczą, plastyczną, galwaniczną), a także na budowę elastycznych produkcyjnych systemów montażowych.

Do ogólnych zalet ESP dowolnego typu zalicza się: wysoki współczynnik wykorzystania urządzeń produkcyjnych, krótkie cykle realizacji zamówień, zmniejszenie zapasów materiałów i liczebności obsługującego personelu.

LITERATURA

1. Arslan M.C., Catay B., Budak E.: A Decision Support System for Machine Tool Selection, *Journal of Manufacturing Technology Management* (2004), Vol. 15, No. 1, pp. 101-109.
2. Аверьянов О.И.: Модульный принцип построения станков с ЧПУ/ О. И. Аверьянов. М.: Машиностроение, 1987.
3. Азбель В.О.: Гибкое автоматическое производство /В. О. Азбель, В. А. Егоров, А. Ю. Звоницкий; Под ред. С. А. Майорова. Л.: Машиностроение, 1985.
4. А. с. 1144791 СССР, МКИ4 В23 В 31/04. Резьбонарезной патрон / Ф.Н. Канареев, С. П. Машин, А. О. Харченко (СССР). №348724/25-08; Заявл. 03.09.82; Оpubл. 15.03.85, Бюл. №10 //Открытия. Изобретения. 1985, №10.
5. А. с. 1151370 СССР, МКИ4 В23 В 31/40. Оправка/ Ф. Н. Канареев, А. О. Харченко (СССР). №3669398/25-08; Заявл. 06.12.83; Оpubл. 23.04.85, Бюл. №15 //Открытия. Изобретения. 1985, №15.
6. А. с. 1298003 СССР, МКИ4 В23 В 31/40. Оправка/ Ф. Н. Канареев, А. О. Харченко (СССР). № 3970729/31-08; Заявл. 25.10.85; Оpubл. 23.03.87, Бюл. №11 //Открытия. Изобретения. 1987, №11.
7. А. с. 1407709 СССР, МКИ4 В23 G 1/16. Резьбонарезное устройство /Ф. Н. Канареев, А. О. Харченко (СССР). №4182436/25-08; Заявл. 19.01.87; Оpubл. 07.07.88, Бюл. №25 //Открытия. Изобретения. 1988, №25.
8. А. с. 1748990 СССР, МКИ5 В23 Q 3/155. Многоцелевой станок с автоматической сменой инструмента /А. О. Харченко, А. В. Белозуб (СССР). №4823813/08; Заявл. 14.02.90; Оpubл. 23.07.92, Бюл. №27 //Открытия. Изобретения. 1992, №27.
9. Balaji C. M., Gurumurthy A., Kodali R.: Selection of Machine Tool for FMS Using ELECTRE III, *Automation Science and Engineering* (2009).
10. Banaszak Z., Jampolski L. S.: Komputerowo wspomagane modelowanie elastycznych systemów produkcyjnych. Warszawa: WNT, 1991.
11. Bednarek M. i inni: Obrabiarki sterowane numerycznie. Podstawy eksploatacji. Warszawa: WNT, 1985.
12. Беянин П. Н.: Гибкие производственные системы: Учеб. пособие для машиностроительных техникумов /П. Н. Беянин, М. Ф. Идзон, А. С. Жогин. М.: Машиностроение, 1988.
13. Burek J.: *Maszyny technologiczne*. Rzeszów: Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 1999.
14. Хартли Дж.: ГПС в действии: Пер. с англ. /Дж. Хартли. М.: Машиностроение, 1987.

15. Харченко А. О.: Атлас кинематических схем и конструкций станков с ЧПУ и оборудования гибких производственных систем /А. О. Харченко, И. Ю. Леснинов. Севастополь: Изд-во СевГТУ, 2000.
16. Харченко А. О. Модульные конструкции многооперационных станков с ЧПУ /А. О. Харченко //Technologia i automatyzacja montażu. Rzeszów -Smerek. 1999, nr 4, s. 22-23.
17. Харченко А. О. Новые конструкции многооперационных станков с ЧПУ /А. О. Харченко //Technologia-1999: Сб. тр. VI междунар. науч.-техн. конф. Bratislava, 1999, с. 515-517.
18. Харченко А.О.: Прогрессивное оборудование для обработки внутренних резьб /А. О. Харченко //Obróbka skrawaniem i narzędzia. IV Międzynarodowe symposium. Kraków, 1999, s. 53-60.
19. Харченко А.О.: Разработка гибких производственных модулей с учетом надежности технологических систем /А. О. Харченко. К.: Об-во „Знание” УССР, 1989.
20. Choroszy B.: Technologia maszyn. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2000.
21. Dorf R., Kusiak A.: Handbook of Design, Manufacturing and Automation, John Wiley & Sons Inc., New York 2000.
22. Федоренко И. Г.: Эксплуатация многоцелевых станков /И. Г. Федоренко, И. С. Шур, В. Н. Давыгора. Под ред. В. А. Федорца. К.: Техника, 1988.
23. Feld M.: Podstawy projektowania procesów technologicznych typowych części maszyn. Warszawa: WNT, 2009.
24. Гавриш А. П.: Роботизированные механообрабатывающие комплексы машиностроительного производства /А. П. Гавриш, Б. М. Воронец. К.: Техника, 1984.
25. Гибкие производственные системы Японии /Пер. с яп. А. Л. Семенова; Под. ред. Л. Ю. Лицинского. М.: Машиностроение, 1987.
26. Gola A., Świć A.: Brief preliminary design for a method of FMS machine tools subsystem selection, PAMM (2010) Vol. 9, Issue 1, pp. 663-664.
27. Gola A., Świć A.: Intelligent Decision Support System for FMS Machine ToolSubsystem Design, [w:] Z.Banaszak, J.Matuszek, Applied Computer Science. Enterprise Application Integration (2007), Vol. 3, No 1, Technical University of Koszalin, pp. 109-124.
28. Honczarenko J.: Elastyczna automatyzacja wytwarzania. Obrabiarki i systemy obróbkowe. Warszawa: WNT, 2000.
29. Honczarenko J.: Obrabiarki sterowane numerycznie. Warszawa: WNT, 2008.
30. Karpiński T.: Inżynieria produkcji. Warszawa: WNT, 2004.
31. Knosala R. (red.): Zastosowania metod sztucznej inteligencji w inżynierii produkcji. Warszawa: WNT, 2002.
32. Колка И.А.: Многооперационные станки /И.А. Колка, В.В. Кувшинский. М.: Машиностроение, 1988.

33. Kosmol J.: Automatyizacja obrabiarek i obróbki skrawaniem. Warszawa: WNT, 2000.
34. Krzyżanowski J.: Wprowadzenie do elastycznych systemów wytwórczych. Wrocław: Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 2005.
35. Kulisz H.: Elastycznie zautomatyzowane obrabiarki i systemy obróbkowe. Opole: Wydawnictwo Politechniki Opolskiej, 2003.
36. Кузнецов Ю. И.: Инструментальная оснастка для станков с ЧПУ /Ю. И. Кузнецов, Р. Э. Сафраган, Н. А. Кармышкин; Под ред. Р. Э. Сафрагана. К.: Техника, 1988.
37. Кузнецов Ю. И.: Станочные приспособления для металлорежущих станков с ЧПУ /Ю. И. Кузнецов, Р. Э. Сафраган, Б. А. Гончаренко; Под ред. Р. Э. Сафрагана. К.: Техника, 1984.
38. Кузнецов Ю. И.: Конструкции приспособлений для станков с ЧПУ: Учеб. пособие для СПТУ /Ю. И. Кузнецов. М.: Высш. шк., 1988.
39. Кузнецов Ю. Н.: Повышение эффективности токарных автоматов /Ю. Н. Кузнецов, Л. Н. Срибный. К.: Техника, 1986. 168 с.
40. Кузнецов Ю. Н.: Станки с ЧПУ: Учеб. пособие /Ю. Н. Кузнецов. К.: Выща шк., 1991.
41. Кузнецов Ю. М.: Верстати з ЧПК та верстатні комплекси. Ч.2: Навч. посібник /Ю. М. Кузнецов. К. – Тернопіль: ТОВ „ЗМОК”. ПП „Гнозис”, 2001.
42. Кузнецов Ю. М.: Цільові механізми верстатів-автоматів та верстатів з ЧПК. ЧЗ.: Навч. посібник / Ю. М. Кузнецов. К.; Тернопіль: ТОВ „ЗМОК”. ПП „Гнозис”, 2001.
43. Кузнецов Ю. М.: Агрегатно-модульне технологічне обладнання. В 3-х ч.: Навч. посібник /В. А. Крижанівський, Ю. М. Кузнецов; Під ред. Ю. М. Кузнецова. Кіровоград: Вид-во КДТУ, 2003.
44. Leszczyńska A., Gola A.: Konceptualizacja wiedzy dla potrzeb doboru podsystemu obrabiarek ESP, Przegląd Mechaniczny, nr 5/2007, Suplement, s. 76-79.
45. Леценко В. А.: Станки с числовым программным управлением (специализированные) /В. А. Леценко, Н. А. Богданов, И. В. Вайнштейн; Под ред. В. А. Леценко. М.: Машиностроение, 1988.
46. Lis S., Santarek K., Strzelczak S.: Organizacja elastycznych systemów produkcyjnych. PWN: Warszawa, 1994.
47. Лоскутов В. В.: Шлифовальные станки /В. В. Лоскутов. М.: Машиностроение, 1988.
48. Matuszek J.: Inżynieria produkcji. Bielsko-Biała: Wyd. Politechniki Łódzkiej – filia w Bielsku-Białej, 2000.
49. Методические указания к лабораторным работам по станкам с ЧПУ /Разраб. А. О. Харченко, П. К. Сопин, А. Ф. Пиденко. Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2002.

50. Mikulczyński T.: Automatyizacja procesów produkcyjnych. Warszawa: WNT, 2006.
51. Модульное оборудование для гибких производственных систем механической обработки: Справочник /Р. Э. Сафраган, Г. А. Кривов, В. А. Татаренко; Под ред. Р. Э. Сафрагана. К.: Тэхніка, 1989.
52. Пат. 21763 Україна, МКП5 В23 Q 3/155. Багатоцільовий верстат /О. О. Харченко, С. В. Торлін, А. П. Фалалєєв (Україна). №94053269; Заяв. 11.05.94; Опубл. 30.04.98, Бюл. №2. 1998.
53. Полищук М. Н.: Наладка промислових роботів і автоматических ліній: Справ. посібник /М. Н. Полищук, Ю. Г. Васюков; Под ред. Л. С. Ямпольского. К.: Тэхніка, 1987.
54. Пуховский Е. С.: Технологические основы гибкого автоматизированного производства: Учеб. пособие /Е. С. Пуховский. К.: Выща шк., 1989.
55. Пуш В. Э.: Автоматические станочные системы /В. Э. Пуш, Р. Пигерт, В. Л. Сосонкин. Под ред. В. Э. Пуша. М.: Машиностроение, 1982.
56. Sawik T.: Optymalizacja dyskretna w elastycznych systemach produkcyjnych. Warszawa: WNT, 1992.
57. Shah R.: Sterowanie numeryczne obrabiarek. Poradnik. Warszawa: WNT, 1975.
58. Сергиевский Л. В.: Пособие наладчика станков с ЧПУ /Л. В. Сергиевский, В. В. Русланов. М.: Машиностроение, 1991.
59. Соломенцев Ю. М.: Роботизированные технологические комплексы и гибкие производственные системы в машиностроении: Альбом схем и чертежей /Ю. М. Соломенцев, К. П. Жуков, Ю. А. Павлов; Под ред. Ю. М. Соломенцева. М.: Машиностроение, 1989.
60. Standing G., Flores B., Olson D.: Understanding Managerial Preferences In Selection Equipmment, Journal of Operation Management (2001), Vol. 19, pp. 23- 37.
61. Станочное оборудование гибких производственных систем: Справ. пособие /Е. С. Пуховский, А. Б. Кукарин, И. В. Вовченко; Под ред. Е. С. Пуховского. К.: Тэхніка, 1990.
62. Сухоруков Р. Ю.: Создание и внедрение гибких автоматизированных производств в машиностроении /Р. Ю. Сухоруков, В. Ю. Шишмарев. М.: ЦНИИТЭИ приборостроения, 1984.
63. Szron L., Bogucki W., Świć A., Taranenko W.: Eksploatacja i remont maszyn technologicznych w elastycznych systemach produkcyjnych. Lublin: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 2007.
64. Świć A. Gola A.: Elements of Design of Production Systems – Methodology of Machine Tool Selection in Casing-Class FMS, Management and Production Engineering Review, Vol. 1, No. 2, pp. 73-81.

65. Świć A.: Elastyczne systemy produkcyjne. Technologiczno-organizacyjne aspekty projektowania i eksploatacji. Lublin, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 1998.
66. Świć A., Taranenko W.: Projektowanie technologiczne elastycznych systemów produkcyjnych. Lublin: Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, 2003.
67. Świć A., Szulżyk-Cieplak J.: Koncepcja doboru maszyn technologicznych elastycznego systemu produkcyjnego, V Konferencja Robotyki, Tom 2, Prace Naukowe Instytutu Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 1996.
68. Świć A.: Wpływ struktury podsystemu obrabiarek na efektywność obróbki w elastycznym systemie produkcyjnym. Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej im. St. Staszica nr 1313. Automatyka Zeszyt 49. Kraków: Wyd. AGH, 1989.
69. Świć A.: Optymalizacja struktury podsystemu obrabiarek elastycznego systemu produkcyjnego. II Krajowa Konferencja Robotyki. Wrocław: Wyd. Polit. Wrocławskiej, 1988.
70. Таратынов О.В.: Металлорежущие системы машиностроительных производств: Учеб. пособие для вузов /О. В. Таратынов, Г. Г. Земсков, И. М. Баранчукова; Под ред. Г.Г. Земскова. М.: Высш. шк., 1988.
71. Торлин В. Н.: Финишные операции в ГПС /В. Н. Торлин, В. С. Багалин. К.: Техника, 1984.
72. Wang T. Y., Shaw C. F., Chen Y. L.: Machine Selection in Flexible Manufacturing Cell: a Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Approach, International Journal of Production Research (2000), Vol. 38, No. 9, pp. 2079 - 2097.
73. Warnecke J.H., Vettin G.: Technical Investment Planning of Flexible Manufacturing Systems – the Application of Practice Oriented Methods, Journal of Manufacturing Systems (1982), Vol. 1, pp. 89-98.
74. Wrotny L. T.: Rozwój elastycznie zautomatyzowanego wytwarzania w obróbce skrawaniem – od obrabiarek NC do komputerowo zintegrowanej produkcji (CIM). Mechanik nr 10, 1991. s. 333-338.
75. Zawadzka L.: Podstawy projektowania elastycznych systemów sterowania produkcją. Problemy techniczno-ekonomiczne. Gdańsk: Wyd. Politechniki Gdańskiej, 2000.