

WIERTŁA - WIERTARKI

WIERTŁA

WIERTARKI

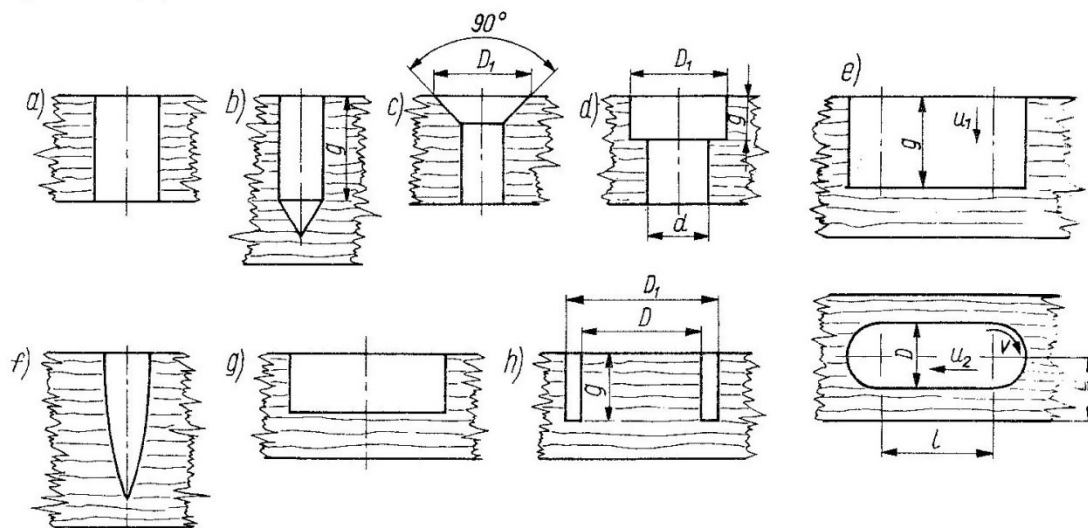
12. Wiertła, pogłębiaki, wiertarki i wiertarko-frezarki

12.1. Wprowadzenie

Obróbka wierceniem jest stosowana przede wszystkim *do wykonywania otworów a, c, d (rys. 12-1) i gniazd*, tj. otworów ślepych, z dnem — b, e, f, g, h — na śruby, wkręty, kołki, zawiasy, czopy, pierścienie itp. elementy łączące, pożyty — do usuwania wadliwych miejsc przez ich wywiercenie (g) i do wykonywania zatyczek, korków itp. drobnych przedmiotów o kształcie walcowym (h).

Do wiercenia są stosowane wiertła i pogłębiaki pracujące ruchem roboczym obrotowym przy posuwie równoległym do osi obrotu. Pogłębianie to odmiana wiercenia mająca na celu wykonanie przy końcu otworu lub gniazda *zagłębienia walcowego (d) lub stożkowego (c)* do pomieszczenia w nim łba śruby, wkręta lub innej części. Pogłębianie może być wykonywane samoistnymi narzędziami zwanymi pogłębiakami (po uprzednim wykonaniu otworu wiertłem) lub pogłębiakami nasadzanymi na wiertła.

Otworki i gniazda wykonane wiertłami i pogłębiakami mają zawsze przekrój poprzeczny okrągły — najczęściej kołowy lub pierścieniowy (h). W przekroju podłużnym są to przekroje walca (a), walca ze stożkiem (c) lub cylindra (h). Dno gniazd bywa płaskie (g, h) lub stożkowe (b).



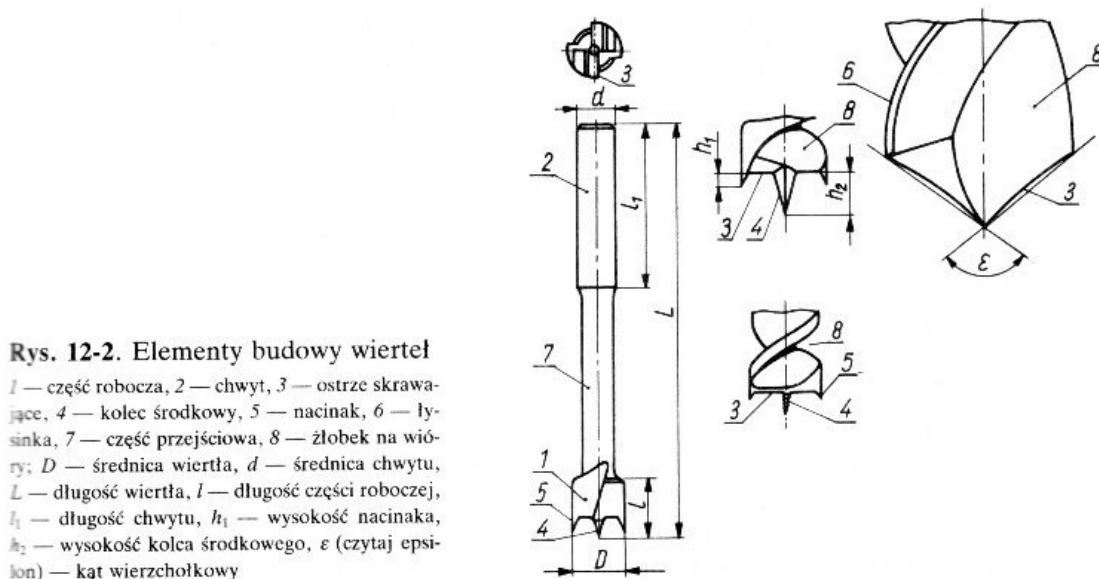
Rys. 12-1. Przykłady otworów i gniazd wykonanych na wiertarce i wiertarko-frezarce

Wiertarko-frezarki to obrabiarki uniwersalne; mogą pracować wiertłami, jak wiertarki, lub frezami trzpieniowymi (z reguły walcowymi) ścinowymi lub zataczanymi mającymi również ostrza boczne, dzięki czemu — przy drugim posuwie u_2 prostym do osi obrotu — można uzyskać otwór lub gniazdo e poprzecznie wydłużone do wymiaru l .

12.2. Wiertła i pogłębiaki — charakterystyka i zastosowanie

Na rysunku 12-2 pokazano podstawowe wymiary i elementy budowy powtarzające się w różnych rodzajach wiertel.

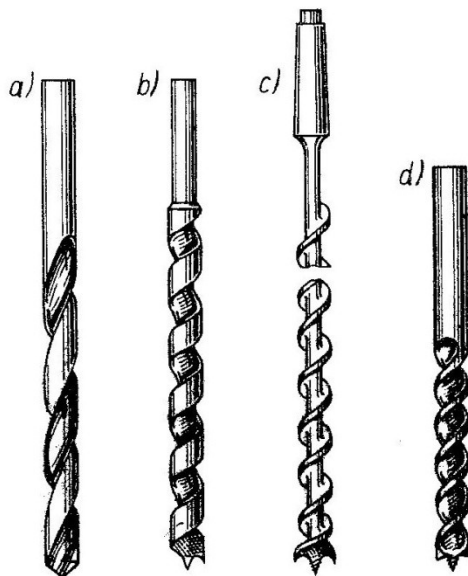
Ze względu na przystosowanie budowy części roboczej wiertel do warunków skrawania rozróżnia się wiertła do wiercenia wzdłuż i w poprzek włókien. Cechy kształtu ogólnego części roboczej stanowią podstawę do rozróżnienia wiertel śrubowych, krętych, środkowców, łyżkowych, ślimakowych i cylindrycznych. Tylko w wiertłach cylindrycznych występuje wymiennosc całej części roboczej. W środkowcach stosuje się wymienne noże w postaci przykręcanych płytek z węglików spiekanych, a wiertła śrubowe i środkowce są wykonywane jako wiertła niejednolite z lutowanymi nakładkami z węglików spiekanych.



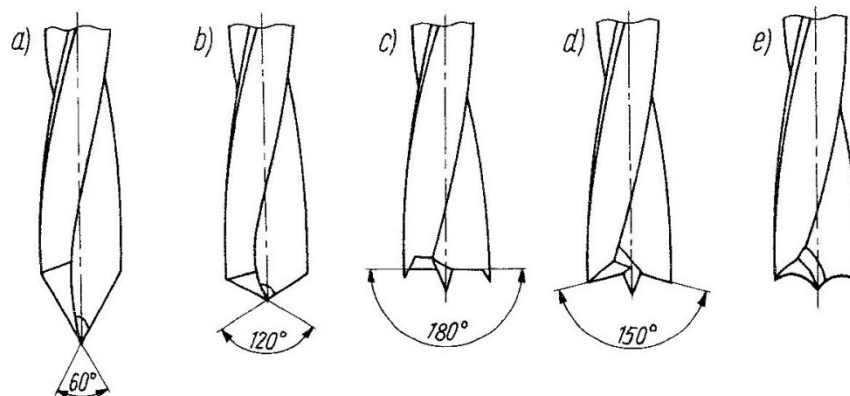
Rys. 12-2. Elementy budowy wiertel
 l — część robocza, 2 — chwyt, 3 — ostrze skrawające, 4 — kołec środkowy, 5 — nacinak, 6 — łyśinka, 7 — część przejściowa, 8 — żłobek na wióry; D — średnica wiertła, d — średnica chwytu, L — długość wiertła, l — długość części roboczej, l_1 — długość chwytu, h_1 — wysokość nacinaka, h_2 — wysokość kołca środkowego, ε (czytaj epsilon) — kąt wierzołkowy

W odniesieniu do najczęściej spotykanych rodzajów wiertel można podać wskazania dotyczące ich zastosowania oraz uwagi na temat przydatności ich konstrukcji do zadań technologicznych. Zastosowano skrótowe oznaczenia jakości obróbki: zgr — zgrubna, śr — średnia, gł — gładka, bgł — bardzo gładka, a ponadto: wzdł — wiercenie wzdłuż włókien, pop — w poprzek; informacje o wymiarach podano posługując się symbolami według rys. 12-2.

1. **Wiertła śrubowe** (rys. 12-3a) — najczęściej stosowane; $D = 3 \div 20$, $L = 70 \div 200$ mm; śr i gł wiercenie wzdł i pop drewna miękkiego, twardego i tworzyw do głębokości $g < 10 D$. Do wiercenia pop drewna miękkiego — kołec środkowy i nacinaki według rys. 12-4; do drewna twardego pop $\varepsilon = 120^\circ$, a wzdł $60 \div 80^\circ$.

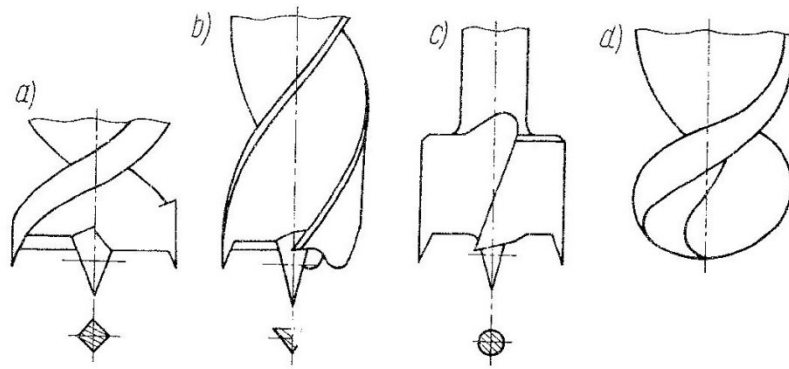


Rys. 12-3. Wiertła śrubowe i kręte: a) wiertło śrubowe, b) wiertło kręte jednozwojne taśmowe, c) wiertło kręte jednozwojne z rdzeniem, d) wiertło kręte dwuzwojne



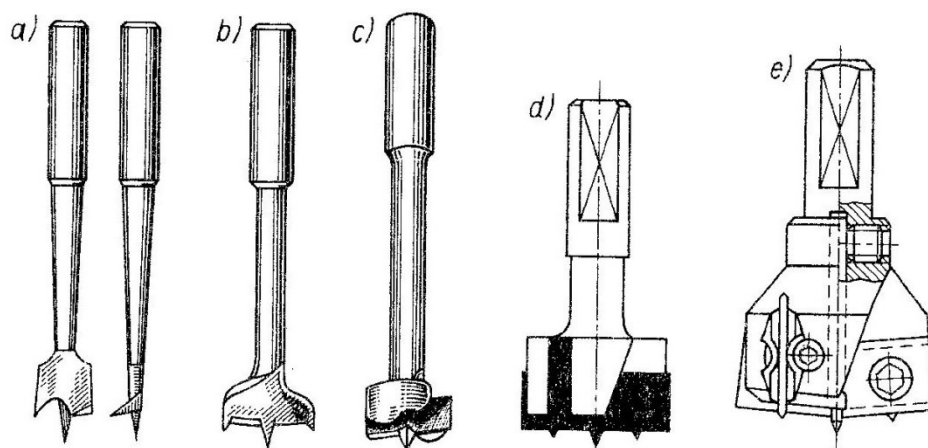
Rys. 12-4. Przystosowanie kształtu i położenia ostrzy wiertel śrubowych do różnych warunków obróbki: a) wzdłuż włókien, b) w poprzek w drewnie twardym, c) w poprzek, gładkie otwory w drewnie twardym, d) średnia gładkość w poprzek włókien w drewnie miękkim, dobra — w twardym i oklejonym, e) dla najmniejszych średnic, trudnych do ostrzenia

2. **Wiertła kręte** (rys. 12-3b, c, d); $D = 4 \div 63$, $L = 90 \div 1250$ mm. Ze względu na dużą pojemność żłobka na wióry — do zgr i śr wiercenia głębokich otworów; do śr wiercenia pop — kołec środkowy, nacinaki, ostrza skrawające prostopadłe do osi otworu (rys. 12-5a); do śr wiercenia wzdł — łukowe ostrza skrawające (rys. 12-5d). W wiertłach na rys. 12-3c do wiertarek przenośnych do robót ciesielskich — kołec środkowy z nacięciami śrubowymi.



Rys. 12-5. Przykłady występowania kolca środkowego i nacinaków w wiertłach do wiercenia w poprzek włókien: a) przy dwóch lub czterech ostrzach skrawających — w drewnie twardym, b) przy trzech lub sześciu ostrzach skrawających, c) do drewna miękkiego, d) do otworów pod kątem różnym od prostego względem powierzchni przedmiotu

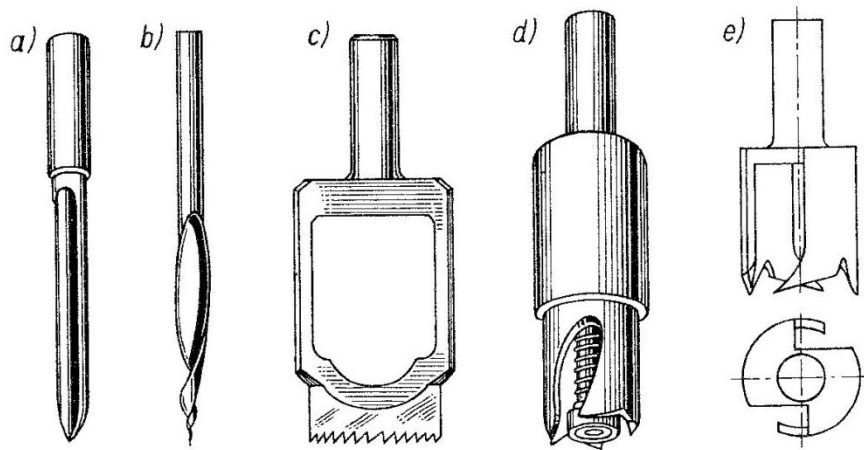
3. **Środkowce** (rys. 12-6) — do wiercenia pop niezbyt głębokich otworów w drewnie litym i tworzywach drzewnych; $D = 10 \div 100$ mm. Środkowiec płaski (rys. 12-6a) — zgr; środkowiec kręty (b) — zgr, lecz lepsze warunki odprowadzania wiórów. Środkowiec walcowy dwuostrzowy (c) — gł; gdy wymagane jest wiercenie bgł w drewnie litym, należy stosować środkowce-sedniki z zębatą lub gładką krawędzią nacinającą. Środkowiec z nakładkami (d) — do gł wiercenia w tworzywach drzewnych, zwłaszcza laminowanych. Środkowiec (e) — ze wstawianymi częściami roboczymi — zastosowanie jak (d), lecz wymiennosć noży dwukrotnego użycia korzystna tam, gdzie nie ma warunków do ostrzenia środkowców z nakładkami.



Rys. 12-6. Wiertła środkowce: a) środkowiec płaski, b) środkowiec kręty dwuostrzowy, c) środkowiec walcowy dwuostrzowy, d) środkowiec walcowy z nakładkami z węglików spiekanych, e) środkowiec walcowy ze wstawianymi częściami roboczymi z węglików spiekanych

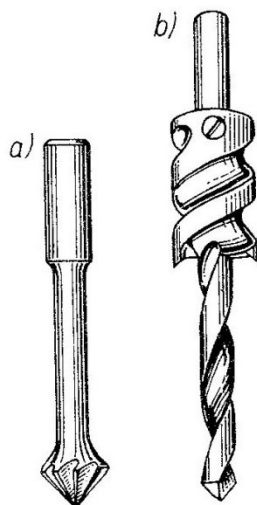
4. **Wiertła łyżkowe** (rys. 12-7a) i **ślimakowe** (b) do gł wiercenia wzdł; łyżkowe $D = 2 \div 50$, $l = 20 \div 250$; ślimakowe $D = 3 \div 12$, $l = 50 \div 100$ mm.

5. **Wiertła cylindryczne** (rys. 12-7c, d, e); $D = 10 \div 70$, $l = 10 \div 50$ mm; do gł (c), śr (d) i zgr (e) wiercenia pop w drewnie litym. Wiertło z wypychaczem (d) — do wykonywania korków i zatyczek; średnicą nominalną D jest średnica wewnętrzna; sprężyna wypycha zatyczkę wchodzącą do wnętrza przy wierceniu. W przypadku wiertła (c) zatyczka wypada w bok przez otwartą część przejściową. Wiertło (e) ma tylko jeden nacinak zewnętrzny (na rysunku — po prawej) i jeden wewnętrzny, dlatego jednakowa jest jakość obróbki po obu stronach, ale tylko zgrubna.



Rys. 12-7. Inne wiertła: a) wiertło łyżkowe, b) wiertło ślimakowe, c) wiertło cylindryczne piłkowe z płaską otwartą częścią przejściową, d) wiertło cylindryczne z wypychaczem, e) wiertło cylindryczne uniwersalne

6. **Pogłębiaki stożkowe i walcowe** (rys. 12-8). Pogłębiak stożkowy samoistny (a) służy do stożkowego pogłębiania otworów wcześniej wywierconych: większa liczba ostrzy zapewnia zadowalającą gładkość. Wiertło śrubowe z pogłębiakiem nasadzonym (b) służy do walcowego pogłębiania jednocześnie z wierceniem. Ustawienie (mocowanie wkrętem) w dowolnej odległości od czoła wiertła umożliwia pogłębianie nie tylko otworów, ale również gniazd. Pogłębiaki nasadzone do obróbki otworów mogą być zastępowane wiertłami śrubowym: dwustopniowymi.

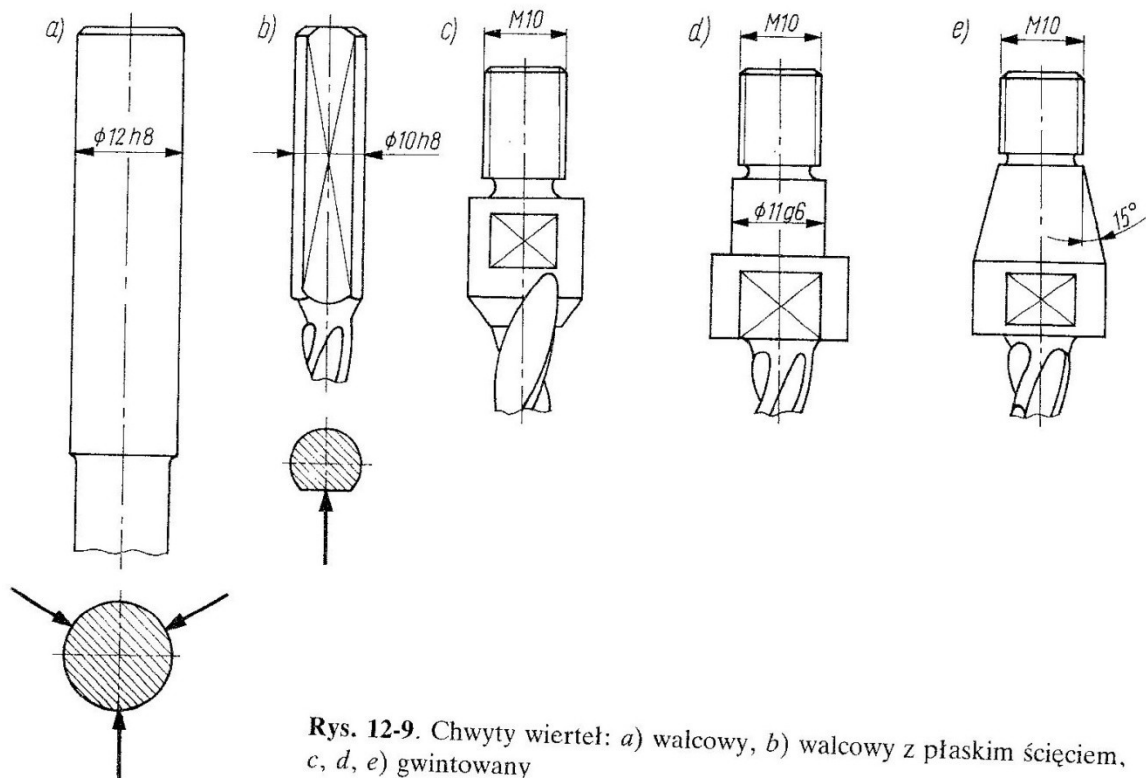


Rys. 12-8. Pogłębiaki: a) stożkowy samoistny, b) walcowy nasadzony na wiertło śrubowe

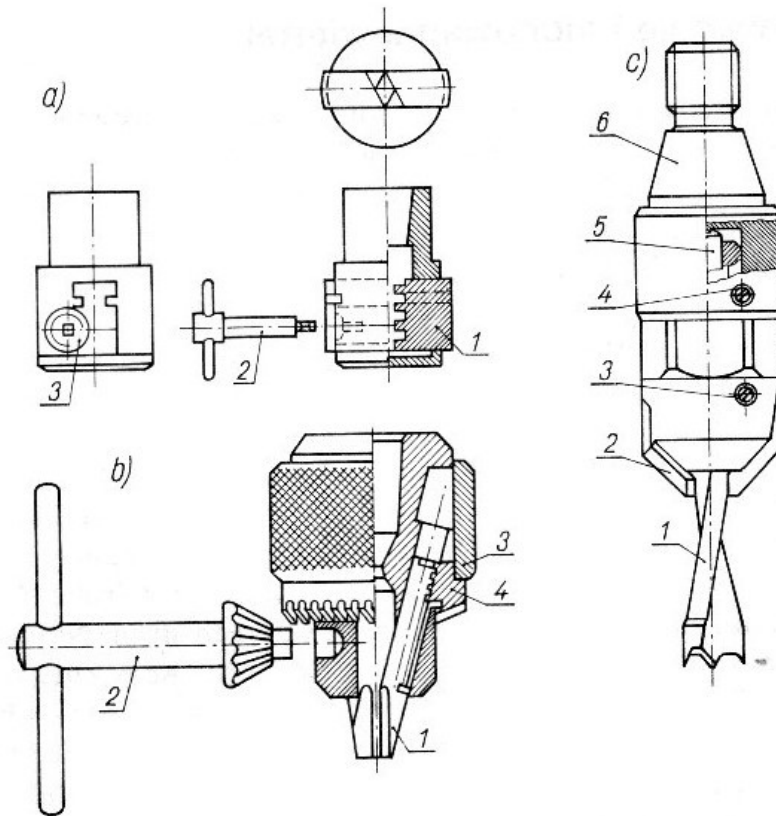
12.3. Ustawianie i mocowanie wiertel

O dokładności wiercenia współdecyduje dokładne ustawienie i zamocowanie wiertła polegające na ustawieniu współosiowym z wrzecionem i na zaciśnięciu z siłą umożliwiającą pokonanie oporów skrawania oraz dającą dostateczną pewność zamocowania w warunkach pracy (drgania).

Na rysunku 12-9 pokazano typowe **chwyty wiertel**. Chwyt stożkowy Morse'a jest stosowany tylko w długich wiertłach krętych według rys. 12-3c używanych do robót ciesielskich w wiertarkach przenośnych. Wiertła z chwytym *walcowym* (a) są mocowane w uchwycie tulejowym pokazanym na rys. 10-7c. Również w uchwycie trzyszczekowym (rys. 12-10b) chwyt taki jest z trzech stron zaciskany szczękami 1 przesuwanymi ku osi uchwytu nakrętką 4 obracaną kluczem zębatym 2. Natomiast w uchwycie dwuszczekowym (rys. 12-10a), w którym elementem mocującym są szczęki 1 przesuwane prostopadle w kierunku osi uchwytu przez obracaną kluczem 2 śrubę 3 z gwintem lewym i prawym, szczęki wywierają nacisk z czterech stron. Najmniejszą dokładność ustawienia daje chwyt *walcowy z płaskim ścięciem* (rys. 12-9b), wsuwany w cylindryczne gniazdo i dociskany z jednej strony wkrętem, co powoduje zawsze jednostronne skasowanie luzu pasowania chwytu z uchwytem. W wiertarkach wielowrzecionowych, zwłaszcza gdy chodzi o małe (32 mm) odległości między sąsiednimi wrzecionami, stosuje się wiertła z *chwytym gwintowanym* (rys. 12-9c, d, e). Obracane kluczem wiertło wkręca się w gwintowane gniazdo we wrzecionie. Chwyt (c) zajmuje przy tym poło-



Rys. 12-9. Chwyty wiertel: a) walcowy, b) walcowy z płaskim ścięciem, c, d, e) gwintowany



Rys. 12-10. Uchwyty do mocowania wiertel: a) dwuszcękowy, b) trzyszcękowy, c) typowy dla wiertarek wielowrzecionowych

żenie obarczone błędem luzu połączeń gwintowych. Chwyt (d) nie jest ustawiany na gwincie, lecz na pasowanej ciasno obrotowo średnicy $\varnothing 11g6$ walcowej części chwytu wciąganej gwintem w cylindryczne gniazdo do końcówki wrzeciona pasowanej $\varnothing 11H7$. Niestety, w miarę eksploatacji pasowanie zmienia się (na suwliwe) i dokładność ustawienia pogarsza się. Nie ma tej wady chwyt (e), którego część stożkowa zachowuje w dużo większym stopniu właściwości samocentrujące po nieuniknionym zużyciu współpracujących stożków.

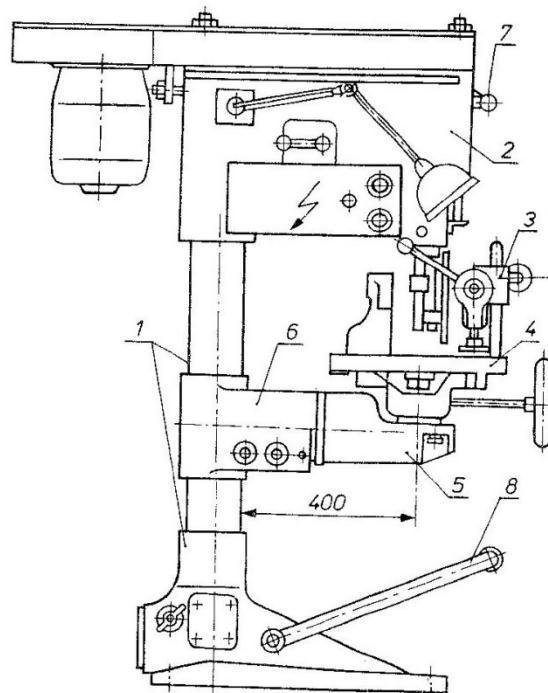
Na rysunku 12-10c pokazano typowe w wiertarkach wielowrzecionowych mocowanie wiertła śrubowego 1 z nasadzonym pogłębiakiem stożkowym 2 łączonym z wiertłem wkrętem 3. Walcowy chwyt z płaskim ścięciem jest mocowany w cylindrycznym gnieździe uchwyty 6 wkrętem 4 dociskającym chwyt od strony spłaszczenia. Wkręt 5 wkręcony w osiowy gwintowany otwór chwytu wiertła na odpowiednią głębokość ułatwia ustawienie kilkunastu wiertel pracujących w tym samym zespole roboczym tak, by dawały tę samą głębokość gniazd. Tak ustawione wiertła z uchwyty (z pogłębiakami lub częściej — bez pogłębiaków) są mocowane we wrzecionach wiertarki. Jest to rozwiązanie prostsze niż nastawność wrzecion.

Największą pewność zamocowania dają chwyt walcowe mocowane w uchwyty tulejowych i chwyt gwintowane (zwłaszcza pokazany na rys. 12-9e). Dość duża jest pewność zamocowania chwytu z płaskim ścięciem, nato-

miast gładki chwyt walcowy mocowany w uchwycie szczękowym wymaga silnego zaciśnięcia i częstej kontroli w czasie pracy. Możliwości wyboru rodzaju chwytu i uchwytu są ograniczone; decyzja zapada zwykle przy wyborze obrabiarce, ponieważ z reguły nie ma możliwości zamiany rodzaju połączenia wiertła z wrzecionem. Jednak znajomość cech różnych połączeń przydaje się w eksploatacji maszyn i narzędzi.

12.4. Wiertarki jednowrzecionowe

Prosta wiertarka pionowa jednostronna jednowrzecionowa z posuwem ręcznym pracuje wg schematu pokazanego na rys. 7-6, omówionego w rozdz. 7.7. Kadłub 1 wiertarki (rys. 12-11) stanowi kolumna osadzona w podstawie. Wrzeciennik 2 zamocowany w górnej części kolumny jest połączony przekładnią pasową z silnikiem. Obrabiany przedmiot układa się na stole 4 i mocuje zaciskiem mimośrodowym 3. Koło ręczne i przekładnia zębatkowa umożliwiają poprzeczne przesunięcie stołu po prowadnicach jego podstawy, co ułatwia np. *wywiercenie dwóch otworów w ustalonej między nimi odległości* (lub traktowanie wiertarki jako wiertarko-frezarki). Przy *wierceniu otworów skośnych* podstawę stołu 5 można wychylić na poziomym czopie stanowiącym zakończenie wspornika 6. Wspornik ten daje się przesunąć w kierunku pionowym mechanizmem zębatkowym — stosownie do wysokości obrabianego elementu i głębokości gniazda. Posuw wrzeciona ręczny dźwignią 7 lub pedałem 8 wykonuje się przesuwając wrzeciono względem tulei napędzanej i połączonej teleskopowo wielowypustowo z wrzecionem.



Rys. 12-11. Wiertarka jednowrzecionowa — widok ogólny [9]

Przygotowanie wiertarki jednowrzecionowej do pracy przebiega w następującej kolejności: 1) ustawienie i zamocowanie wiertła; 2) wychylenie — jeśli jest to potrzebne — stołu; 3) ustawienie i zamocowanie obrabianego przedmiotu na stole (omówione w rozdz. 7.7); nastawienie podstawy stołu na głębokość wiercenia; 5) obróbka.

Ruch dźwignią 7 ku górze daje hamowanie wrzeciona hamulcem tarczowym. Wrzeciono wraca w górne położenie samoczynnie pod działaniem sprężyny ściskanej, połączonej z dźwigniowym zespołem posuwu i znajdującej się wewnątrz kolumny 1. Do seryjnej obróbki wiertarka jest wyposażona w pneumatyczno-hydrauliczny zespół posuwowy i wtedy pedał wykorzystuje się tylko do włączenia cyklu posuwu zmechanizowanego. W tej i w innych obrabiarkach uruchamianych pedałem powinna być stosowana obudowa pedału wykluczająca możliwość przypadkowego zadziałania. Najczęściej obudowa taka ma kształt strzemienia nad pedałem; stopę wsuwa się pod strzemie ruchem poziomym.

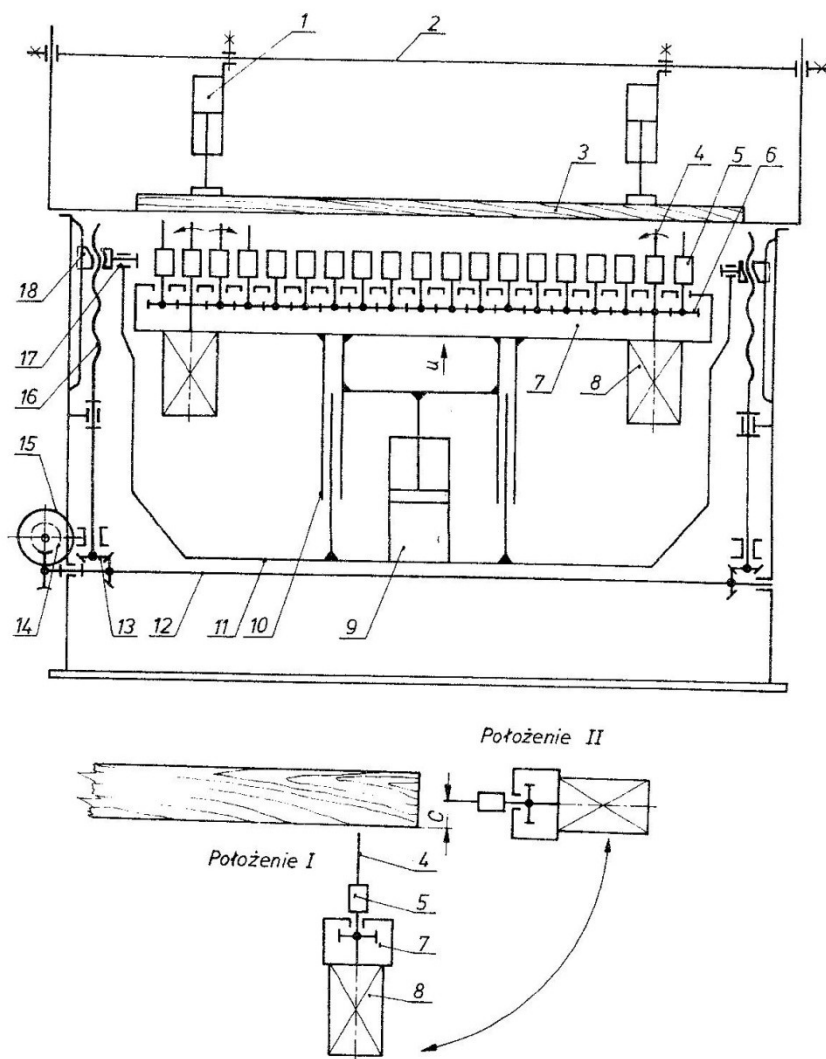
Są również stosowane wiertarki jednowrzecionowe poziome z posuwem ręcznym i zmechanizowanym — wygodne do wiercenia otworów w bokach elementów płaskich.

12.5. Wiertarki wielowrzecionowe

Rozpowszechnienie płyt w konstrukcji mebli, w których płyty są połączone na kołki, sprawia, że szerokie zastosowanie znajdują wiertarki wielowrzecionowe, umożliwiające jednoczesne wykonanie *kilkunastu otworów* lub *gniazd z każdej strony płyty*. Oprócz jednostronnych są stosowane wiertarki dwustronne, a nawet sześciostronne.

Zespół roboczy wiertarki wielowrzecionowej jednostronnej stanowi najczęściej belka skrzynkowa 7 (rys. 12-12), w której są ustawione rzędem wrzeciona 5 napędzane dwoma silnikami 8 za pośrednictwem przekładni zębatych 6. Sąsiednie wrzeciona zazębiają się bezpośrednio kołami zębatymi — stąd ich przeciwny kierunek obrotów i konieczność używania wiertel 4 lewych i prawych (z chwytem gwintowanym odpowiednio lewym i prawym). Płytę obrabianą 3 ustawia się na stole, mocując zaciskami pneumatycznymi 1 ustawianymi przesuwnie na belce 2. Posuw zmechanizowany całego zespołu roboczego daje siłownik pneumatyczny 9, którego cylinder jest zamocowany na poprzeczce ramy 11, a wysuwające się tłoczysko jest połączone z tulejkowymi prowadnicami 10, zapewniającymi prostoliniowy tor posuwu. Wiertarka jest pokazana w położeniu pionowym (I) zespołu roboczego, co daje możliwość wiercenia otworów w szerokiej płaszczyźnie płyty. Do wiercenia gniazd na kołki w czole płyty jest potrzebne położenie poziome (II). W związku z tym rama 11 daje się obrócić dokoła poziomych czopów 17 do położenia poziomego lub dowolnego skośnego.

Przy położeniu poziomym zachodzi potrzeba nastawienia odległości c

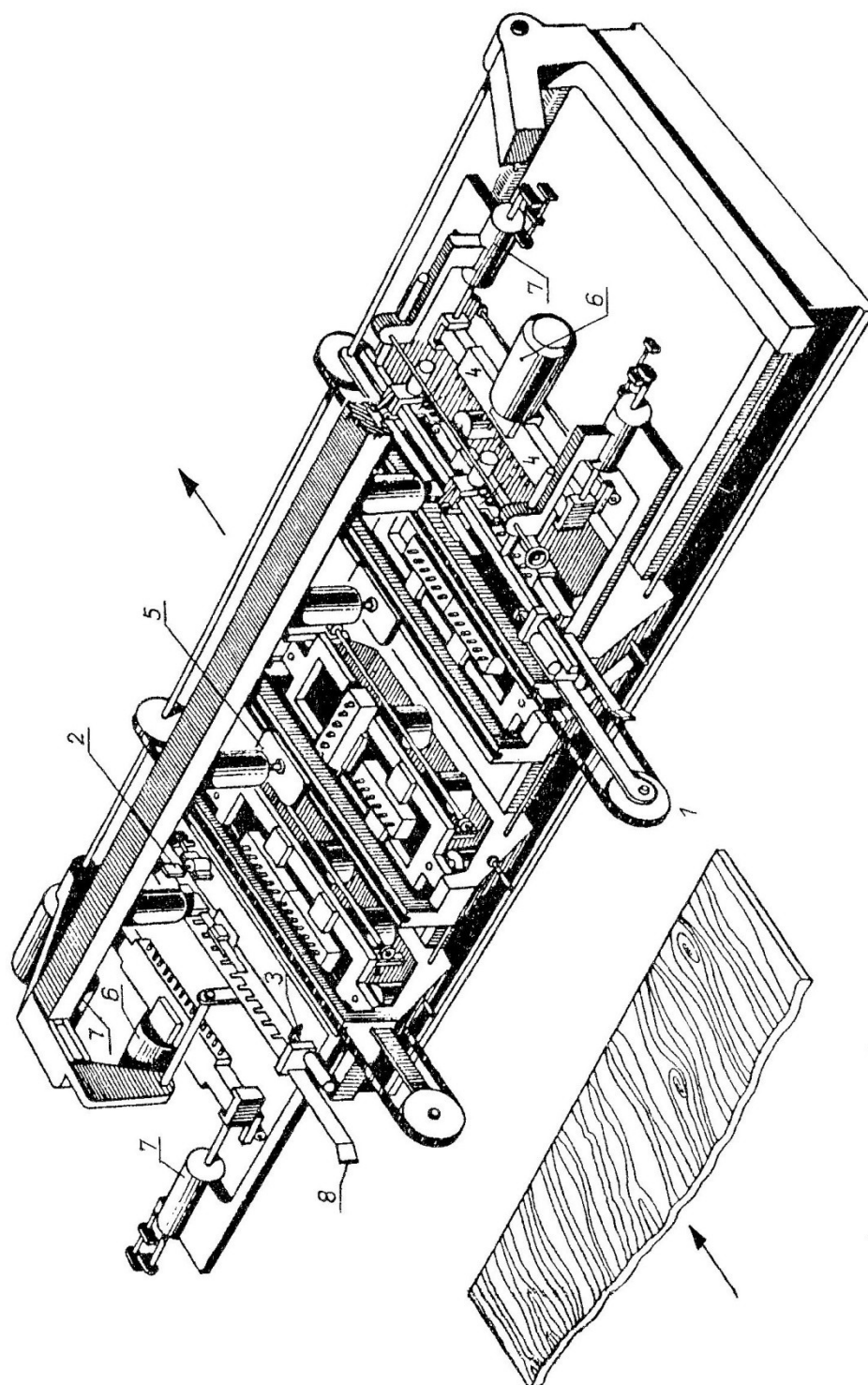


Rys. 12-12. Schemat kinematyczny wiertarki wielowrzecionowej jednostronnej [14]

gniazd od płaszczyzny stołu, który jest nienastawny. Odległość tę nastawia się kółkiem ręcznym 15, które — przez przekładnię ślimakową 14 i zębatą stożkową 13 — umożliwia obrócenie śruby 16 przesuwającej po pionowej prowadnicy gwintowaną kostkę 18 z czopem 17. Wałek 12 łączący opisany mechanizm z identycznym po stronie przeciwległej zapewnia równoległość przesuwu obu końców belki zespołu roboczego.

Sterowanie wiertarki może się odbywać w pojedynczych cyklach (włączenie cyklu pedałem powoduje zaciśnięcie docisków pneumatycznych, włączenie posuwu, samoczynne przełączenie na ruch powrotny, wyłączenie docisków) lub w pracy ciągłej z regulowaną przekaźnikiem czasowym przerwą 0÷30 s na wyjęcie przedmiotu obrobionego i założenie następnego.

Krajowej produkcji wiertarki mają 19 lub 27 wrzecion rozstawionych w podziałce 32 mm, co daje rozstaw wrzecion skrajnych 576 lub 832 mm. Możliwe



Rys. 12.13. Wiertarka wielowrzecionowa wielostronna przelotowa widok ogólny [9]

na również mocować wiertła tylko w wytypowanych kilku wrzecionach. Największa średnica wiertel wynosi 12 mm, głębokość wiercenia 70 mm, a największa odległość $c = 35$ mm; prędkość obrotowa wrzecion 2800 obr/min; moc silników $2 \times 0,75$ kW; układ pneumatyczny zasilany z sieci sprężonego powietrza lub z osobnej sprężarki.

W seryjnej produkcji mebli skrzyniowych są stosowane wiertarki wielowrzecionowe wielostronne przelotowe (rys. 12-13). Obrobiona wcześniej na dokładny wymiar płyta jest podawana przenośnikiem taśmowym 1. Jej prawidłowe ustawienie poprzeczne zapewniają listwy 8, a wzdłużne — ograniczniki 2 i 4, do których płyta jest dosuwana popychaczami 3. W ustalonym położeniu płyta jest mocowana zaciskami pneumatycznymi 5. Następnie siłowniki pneumatyczne 7 wykonują ruchy posuwowe zespołów roboczych 6 pionowych dolnych i poziomych bocznych, potem ich ruchy powrotne; zaciski luzują się, ograniczniki odsuwają i przenośnik przesuwa obrobioną płytę do urządzenia odbierającego.

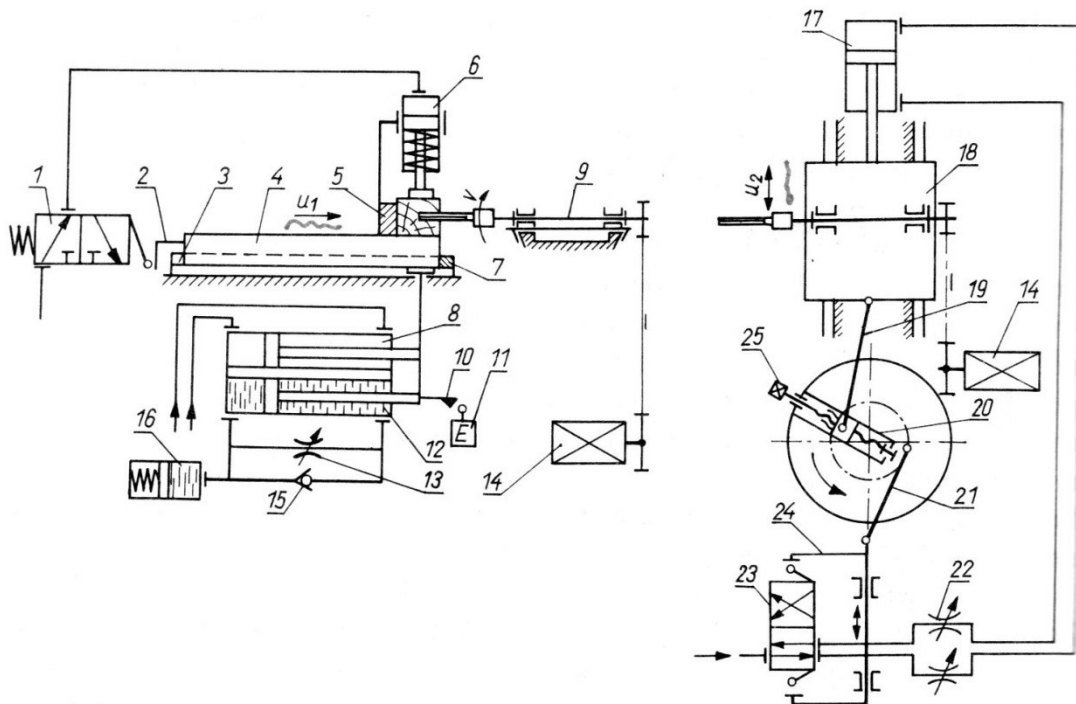
Oprócz widocznych na rysunku zespołów roboczych — w postaci skrzynkowych belek wielowrzecionowych dających się ustawić w różny sposób — są stosowane zespoły wiertarskie, będące głowicami najczęściej trzywrzecionowymi. Głowice te mają wrzeciona ustawione szeregowo (w linii prostej) lub kątowo (np. na wierzchołkach trójkąta prostokątnego równoramienne). Głowice montuje się na pneumatycznych zespołach posuwowych, umożliwiających napęd ruchu roboczego teleskopowym wałkiem połączonym wielowypustowo.

12.6. Wiertarko-frezarki

Znając zasadę działania wiertarko-frezarki (rozdz. 12.1; rys. 12-1e), można opisać budowę wiertarko-frezarki jednostronnej jednowrzecionowej poziomej z posuwem zmechanizowanym pokazanej na rys. 12-14. (Prawa część rysunku przedstawia obrabiarkę w położeniu obróconym dokoła osi poziomej o 90°). Rozpatrzmy przygotowanie jej do pracy. Należy zauważyć, że mając do wykonania dwa elementy współpracujące ze sobą w konstrukcji złącza (element z gniazdem wg rys. 12-1e i element z czopem wg rys. 11-1g) powinno się najpierw wykonać gniazdo i do uzyskanych wymiarów wewnętrznych D i l dobrać następnie warunki zapewniające odpowiednie dopasowanie czopa do tego gniazda.

Kolejność czynności (rys. 12-14) jest następująca:

- 1) wychylenie stołu (jeśli gniazdo ma być skośne);
- 2) ustawienie i zamocowanie freza w uchwycie wrzeciona 9;
- 3) ustawienie suportu 18 zespołu roboczego w skrajnym położeniu mechanizmu korbowego (korbowody 19 i 21 na jednej linii prostej);
- 4) nastawienie długości gniazda e (rys. 12-1e) przez przesunięcie śrubą 25 czopa korbowodu 19 w prowadnicy 20 na odległość $l/2$ od osi tarczy korbowej;



Rys. 12-14. Schemat kinematyczny wiertarko-frezarki

- 5) nastawienie na stole 4 przykładni 5 stosownie do szerokości obrabianego przedmiotu;
- 6) nastawienie ogranicznika wzdłuż przykładni ustalającego odległość gniazda od czoła obrabianego przedmiotu;
- 7) nastawienie stołu na wysokość w celu uzyskania wymiaru c (rys. 12-1e);
- 8) nastawienie zderzaka 7 na prowadnicach 3 tak, by stół 4 dosunięty do niego dawał wymaganą głębokość gniazda g (rys. 11-1e); w związku z tym sterownik 11 trzeba nastawić tak, by w końcowej fazie ruchu wzdłużnego u_1 stół (posuwany siłownikiem pneumatycznym dwustronnego działania 8) przesterował popychaczem 10 dopływ sprężonego powietrza do prawej przestrzeni cylindra 8 i spowodował ruch powrotny;
- 9) nastawienie połączonego ze stołem popychacza 2 tak, by w końcowej fazie ruchu powrotnego spowodował przesterowanie rozdzielacza 1 w położenie łatwego wydmuchu powietrza z cylindra 6;
- 10) uruchomienie obrabiarki na biegu luzem (silnik 14) i regulacja prędkości posuwu wzdłużnego u_1 zaworem dławiącym 13 oraz posuwu poprzecznego u_2 zaworami 22;
- 11) ustawienie zacisku 6 na odpowiedniej wysokości, ustawienie elementu próbnego, uruchomienie obrabiarki, pomiar wykonanego gniazda i ewentualna korekta ustawienia.

Omówienia wymagają niektóre zespoły i części, o których nie było wzmianki. Cylinder hydrauliczny 12 sprzężony z cylindrem pneumatycznym

8 służy do wyrównywania prędkości posuwu regulowanej zaworem 13; w obwodzie zasilania tego cylindra występuje również zawór zwrotny 15 i cylinder 16 jednostronnego działania z tłokiem obciążonym sprężyną — kompensujący chwilowe różnice przepływu w obwodzie. Cylinder pneumatyczny dwustronnego działania 17 służy do posuwu poprzecznego u_2 ; przestawianie dopływu sprężonego powietrza do tego cylindra odbywa się samoczynnie: korbówód 21 wprawia w ruch zwrotny suwak 24, którego zderzaki zmieniają cyklicznie położenie zaworu 23.

Wiertarko-frezarka produkcji krajowej może frezować gniazda o największych wymiarach $D = 25$; $l = 125$; $g = 125$; $c = 110$ mm; ma wychylenie stołu $\pm 30^\circ$; silnik o mocy 4,5 kW napędza wrzeciono z prędkością 10 000 obr/min; posuw poprzeczny jest regulowany bezstopniowo $0 \div 5$ m/min.

Są proste wiertarko-frezarki z *ręcznym posuwem poprzecznym i wzdłużnym*. Najprostsze rozwiązanie pokazano na rys. 7-3a, gdzie wał silnika 3 jest zakończony uchwytem 2, w którym mocuje się wiertło lub frez trzpieniowy 1. Zespół roboczy (zarazem napędowy) wraz z płytą suportu wykonuje ruch posuwowy wzdłużny, zamocowany zaś na stole przedmiot obrabiany — ruch posuwowy poprzeczny. Są stosowane także wiertarko-frezarki ze *zmechanizowanym posuwem poprzecznym* uzyskiwanym za pośrednictwem mechanizmu korbowego. Wrzeciono z uchwytem na narzędzie z obu końców jest rozwiązaniem konstrukcji bliźniaczej (dwa stoły i dwa mechanizmy posuwu wzdłużnego). W meblarstwie są stosowane wiertarko-frezarki poziome wielowrzecionowe ($6 \div 12$ wrzecion), z *nastawnym położeniem wrzecion*.

Literatura:

S. Bieniek, K. Duchnowski „Obrabiarki i Urządzenia w Stolarstwie” str. 164-177