MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ

Marceli Konfederak

Wykonywanie otworów okrągłych 722[02].Z1.03

Poradnik dla ucznia

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

Recenzenci:
mgr inż. Wiesław Wiejowski
mgr inż. Igor Lange

Opracowanie redakcyjne:
mgr inż. Paweł Krawczak

Konsultacja:
mgr Małgorzata Sienna

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 722[02].Z1.03 „Wykonywanie otworów okrągłych”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu operator obrabiarek skrawających.

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie 3
2. Wymagania wstępne 5
3. Cele kształcenia 6
4. Materiał nauczania 7
4.1. Bezpieczeństwo i higiena pracy 7
4.1.1. Materiał nauczania 7
4.1.2. Pytania sprawdzające 8
4.1.3. Ćwiczenia 8
4.1.4. Sprawdzian postępów 8
4.2. Rodzaje i budowa typowych wiertarek 9
4.2.1. Materiał nauczania 9
4.2.2. Pytania sprawdzające 13
4.2.3. Ćwiczenia 14
4.2.4. Sprawdzian postępów 14
4.3. Budowa i rodzaje wierteł. Rozwiertaki. Pogłębiacze 15
4.3.1. Materiał nauczania 15
4.3.2. Pytania sprawdzające 20
4.3.3. Ćwiczenia 21
4.3.4. Sprawdzian postępów 22
4.4. Dobór warunków skrawania do wiercenia, rozwiercania i pogłębiania. Mocowanie przedmiotu 23
4.4.1. Materiał nauczania 23
4.4.2. Pytania sprawdzające 28
4.4.3. Ćwiczenia 28
4.4.4. Sprawdzian postępów 29
4.5. Technika wiercenia, rozwiercania i pogłębiania 30
4.5.1. Materiał nauczania 30
4.5.2. Pytania sprawdzające 33
4.5.3. Ćwiczenia 34
4.5.4. Sprawdzian postępów 35
5. Sprawdzian osiągnięć 36
6. Literatura 40

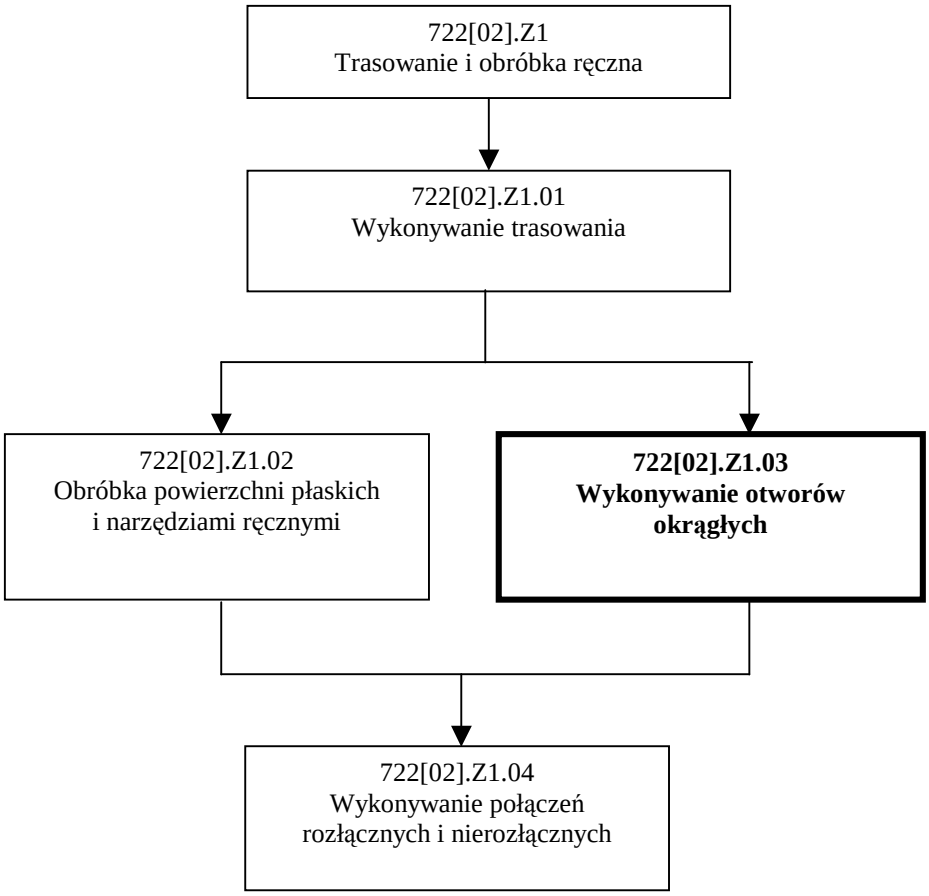
1. WPROWADZENIE

Poradnik ten będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy dotyczącej wykonywania otworów okrągłych.

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne określające umiejętności, jakie powinieneś posiadać, abyś mógł bez problemów rozpocząć pracę z poradnikiem,
- cele kształcenia czyli wykaz umiejętności, jakie opanujesz w wyniku realizacji programu jednostki modułowej,
- materiał nauczania, czyli wiadomości teoretyczne konieczne do opanowania treści jednostki modułowej,
- zestaw pytań sprawdzających, czy opanowałeś już materiał nauczania,
- ćwiczenia zawierające polecenia, sposób wykonania oraz wyposażenie stanowiska pracy, które pozwolą Ci ukształtować określone umiejętności praktyczne,
- sprawdzian postępów pozwalający sprawdzić Twój poziom wiedzy po wykonaniu ćwiczeń,
- sprawdzian osiągnięć opracowany w postaci testu, który umożliwi sprawdzenie Twoich wiadomości i umiejętności opanowanych podczas realizacji programu danej jednostki modułowej,
- literaturę związaną z programem jednostki modułowej umożliwiającą pogłębienie Twej wiedzy z zakresu programu tej jednostki.

Materiał nauczania został podzielony na pięć części. W pierwszej części znajdują się informacje związane z bezpieczeństwem i higieną pracy na stanowisku pracy. Część druga materiału nauczania poświęcona jest klasyfikacji i budowie wiertarek. W części trzeciej znajdują się informację na temat narzędzi skrawających do obróbki otworów. Informacje na temat warunków skrawania, mocowania przedmiotu zawarte zostały w części czwartej. Ostatnia część zawiera informacje związane z techniką wiercenia, rozwiercania i pogłębiania.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- stosować zasady bezpiecznej pracy podczas eksploatacji maszyn i urządzeń,
- dobierać sprzęt ochrony indywidualnej w zależności od prowadzonych prac,
- posługiwać się PN i dokumentacją techniczną,
- wykonywać pomiary warsztatowe,
- wykonywać trasowanie na płaszczyźnie i trasowanie przestrzenne,
- odczytywać informacje podane na rysunku wykonawczym i złożeniowym,
- korzystać z różnych źródeł informacji,
- korzystać z poradników i norm,
- analizować treść zadania, dobierać metody i plan rozwiązania,
- komunikować się i pracować w zespole,
- samodzielnie podejmować decyzje,
- dokonywać oceny swoich umiejętności.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- scharakteryzować proces wiercenia,
- wyjaśnić budowę i przeznaczenie narzędzi do obróbki otworów,
- scharakteryzować rodzaje i budowę typowych wiertarek,
- dobrać narzędzia do obróbki otworów,
- dobrać warunki skrawania do wiercenia, rozwiercania i pogłębiania,
- zamocować przedmiot i narzędzie do obróbki otworu,
- wykonać nawiercanie, wiercenie, pogłębianie i rozwiercanie otworów o różnej średnicy,
- określić przyczyny powstawania braków podczas wiercenia, rozwiercania i pogłębiania,
- zorganizować stanowisko do wykonywania pracy,
- sprawdzić jakość wykonanej pracy,
- skorzystać z dokumentacji technicznej, norm i poradników,
- zastosować przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska podczas wykonywania pracy.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Bezpieczeństwo i higiena pracy

4.1.1. Materiał nauczania

Przestrzeganie przepisów i zasad bezpieczeństwa i higieny pracy jest bardzo ważnym obowiązkiem ucznia oraz pracownika. Obsługujący wiertarkę powinien się zawsze stosować do instrukcji obsługi obrabiarki oraz instrukcji stanowiskowej bhp, których znajomość jest niezbędnym warunkiem dopuszczenia operatora do użytkowania obrabiarki.

Wykonując otwory na wiertarce w szczególności nie wolno:

- trzymać przedmiotu wierconego rękoma,
- zakładać narzędzi podczas ruchu wiertarki,
- dotykać wrzeciona ani narzędzia w czasie ruchu wiertarki,
- hamować obrotów wrzeciona rękoma,
- wydmuchiwać drobnych wiórów,
- dokonywać pomiarów w czasie pracy wiertarki,
- używać uszkodzonych narzędzi,
- dopuszczać do obsługi osoby niepowołane,
- naprawiać, czyścić i smarować wiertarki będące w ruchu z wyjątkiem przewidzianym w DTR,
- pozostawiać wiertarek będących w ruchu bez obsługi lub nadzoru,
- zdejmować osłony i zabezpieczenia z obsługiwanych obrabiarek.

Przed rozpoczęciem pracy na wiertarce należy pamiętać, aby:

- przygotować urządzenia pomocnicze do składowania materiałów, przyrządów, narzędzi i odpadów,
- dokładnie zapoznać się z instrukcją obsługi wiertarki,
- zaplanować kolejność wykonywania poszczególnych czynności,
- przygotować materiał do wiercenia ustawiając go w sposób zapewniający maksymalne bezpieczeństwo przy zachowaniu granic stanowiska roboczego,
- sprawdzić stan techniczny urządzeń mechanicznych i oświetlenia stanowiska, a w szczególności stan instalacji elektrycznej

Pracownik uruchamiający wiertarkę powinien przed dokonaniem tej czynności sprawdzić dokładnie, czy uruchomienie wiertarki nie grozi wypadkiem poprzez próbne jej uruchomienie i sprawdzenie poprawności działania. Wszystkie obracające się części napędowe wiertarki podczas wiercenia powinny być zabezpieczone osłonami. Ubiór pracownika nie powinien mieć żadnych zwisających części, mankiety powinny być obcisłe, a głowa nakryta. Przedmiot wiercony powinien być zamocowany sztywno i pewnie, ale w taki sposób, aby nie uległ uszkodzeniu. Wióry należy usuwać szczotką lub hakiem po wyłączeniu wiertarki, a po zakończonej pracy należy wyłączyć silnik wiertarki.

Należy dbać o prawidłowy stan maszyn, urządzeń, narzędzi i sprzętu oraz o porządek i ład w miejscu pracy pamiętając o tym, iż bałagan jest często przyczyną nieszczęśliwych wypadków. O zauważonym wypadku albo zagrożeniu życia lub zdrowia ludzkiego należy niezwłocznie powiadomić nauczyciela oraz ostrzec inne osoby znajdujące się w rejonie zagrożenia, o grożącym im niebezpieczeństwie.

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakich czynności nie wolno wykonywać podczas pracy na wiertarce?
2. Jakie czynności należy wykonać przed rozpoczęciem pracy?
3. W jaki bezpieczny sposób należy zamocować przedmiot obrabiany?
4. W jaki sposób należy się zachować, gdy zaistnieje zagrożenie dla zdrowia lub życia?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Określ zagrożenia dla zdrowia i życia pracownika występujące podczas wiercenia otworów.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

1) określić, jakie zagrożenia dla pracownika występują podczas wiercenia otworów,
2) zapisać wszystkie pomysły na kartce (burza mózgów – nie krytykując żadnego z pomysłów Twoich koleżanek/kolegów),
3) uporządkować zapisane pomysły – odrzucić ewentualnie nierealne lub budzące wątpliwości członków grupy,
4) zaprezentować efekty pracy grupy na forum klasy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- duże arkusze papieru,
- mazaki,
- tablica flipchart.

4.1.4. Sprawdzian postępów

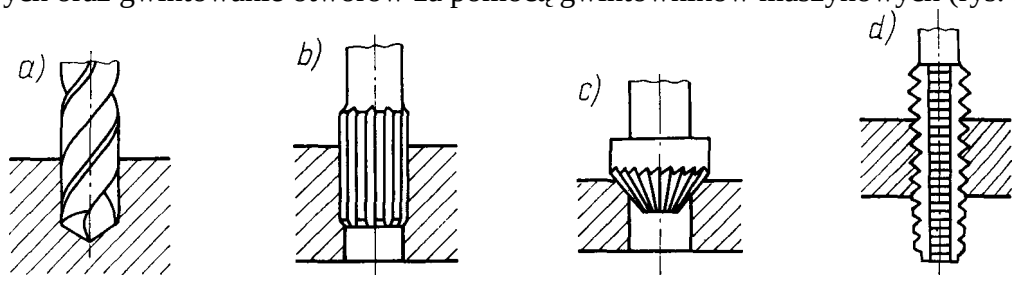
Czy potrafisz:

	Tak	**Nie**
1) określić zasady bhp podczas wiercenia?	□	□
2) określić, jakie zagrożenia dla pracownika występują podczas wiercenia?	□	□
3) zastosować zasady bhp podczas wiercenia?	□	□
4) dobrać środki ochrony indywidualnej do wiercenia otworów?	□	□

4.2. Rodzaje i budowa typowych wiertarek

4.2.1. Materiał nauczania

Obrabiarkami przeznaczonymi do obróbki otworów są wiertarki. Narzędzie, którym jest wiertło wykonuje obrotowy ruch główny i prostoliniowy ruch posuwowy. Wielkościami charakteryzującymi wszystkie wiertarki są: maksymalna średnica otworu wierconego oraz prędkość obrotowa wrzeciona. Podstawowym zabiegiem obróbkowym wykonywanym na wiertarkach jest wiercenie otworów walcowych przy użyciu wierteł krętych (spiralnych). Na wiertarkach często są również wykonywane zabiegi rozwiercania otworów za pomocą rozwiertaków, pogłębianie otworów przy zastosowaniu pogłębiaczy czołowych lub stożkowych oraz gwintowanie otworów za pomocą gwintowników maszynowych (rys. 1).



Rys. 1. Prace wykonywane na wiertarkach: a) wiercenie otworu wiertłem krętym, b) rozwiercanie otworu rozwiertakiem, c) pogłębianie otworu, d} gwintowanie otworu gwintownikiem [1].

Do wiercenia otworów stosuje się wiertarki ręczne (przenośne) oraz wiertarki stałe. W pracach ślusarskich największe zastosowanie znajdują wiertarki ręczne o napędzie elektrycznym (rys. 2).

Rys. 2. Wiertarki: a) ręczna, b) ręczna kątowa [4].

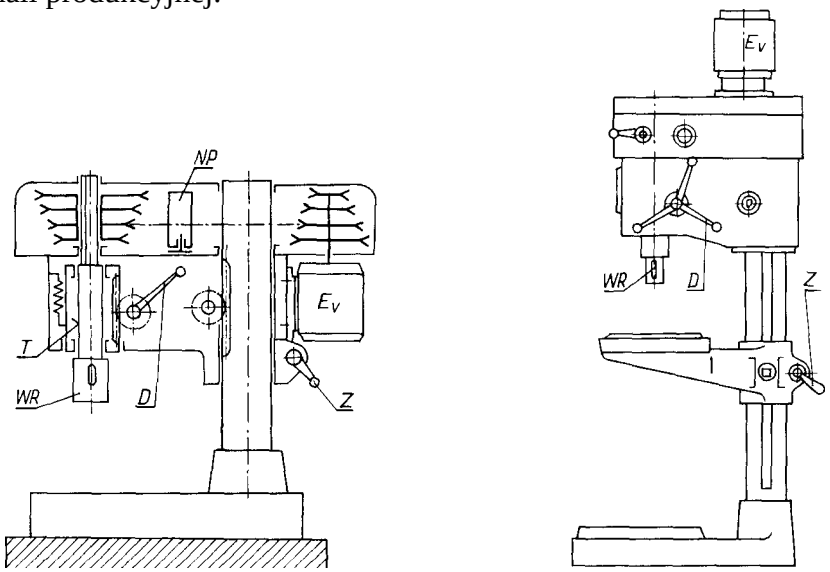
Do grupy wiertarek stałych ogólnego przeznaczenia zalicza się:
- wiertarki stołowe i słupowe (rys. 3 a, b),
- wiertarki stojakowe (rys. 3 c),
- wiertarki promieniowe (rys. 3 d),
- wiertarki wielowrzecionowe (rys. 3 e),
- wiertarki rewolwerowe,
- wiertarki do głębokich otworów.

Rys. 3. Wiertarki stałe: a)wiertarka stołowa, b) wiertarka słupowa, c) wiertarka stojakowa (kolumnowa), d) wiertarka promieniowa, e) wiertarka wielowrzecionowa [5].

Wiertarki stołowe są przeznaczone do wykonywania niewielkich otworów (do Ø 16 mm). Wrzeciono wiertarki stołowej jest napędzane silnikiem elektrycznym poprzez przekładnię pasową z kołami stopniowymi. Natomiast ruch posuwowy wrzeciona, które jest ułożyskowane w wysuwnej tulei, jest dokonywany ręcznie za pomocą dźwigni obracającej koło zazębiające się z zębatką tulei wrzeciona (rys. 4 a).

Wiertarki słupowe są stosowane do wiercenia otworów o średnicach do 40 mm. Wiertarki te mają wrzeciennik osadzony na kolumnie (słupie), na której umocowany jest też stół przestawny w kierunku pionowym. Wrzeciono ma pasowy napęd ruchu głównego oraz ręczny lub mechaniczny napęd ruchu posuwowego (rys. 4 b). Lekkie typy wiertarek słupowych są

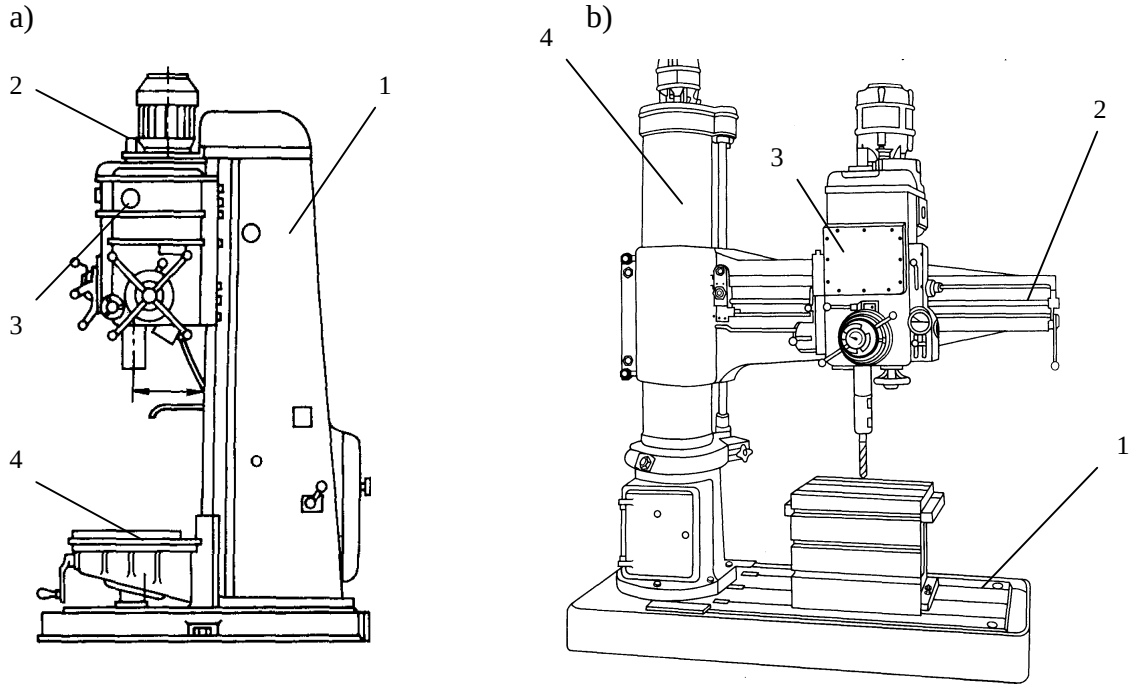
ustawiane – podobnie jak wiertarki stołowe – na stołach ślusarskich, montażowych itp. Natomiast odmiany cięższe mają wyższą kolumnę nośną i są ustawiane na poziomie podłogi warsztatu lub hali produkcyjnej.



Rys. 4. Budowa wiertarki: a) stołowej wraz z jej układem napędowym, b) słupowej, WR – wrzeciono, T – wysuwna tuleja wrzeciona, D – dźwignia ręcznego posuwu tulei z wrzecionem, E_V silnik napędu wrzeciona, NP – naprężacz pasa, Z – zacisk wrzeciennika lub stołu [3].

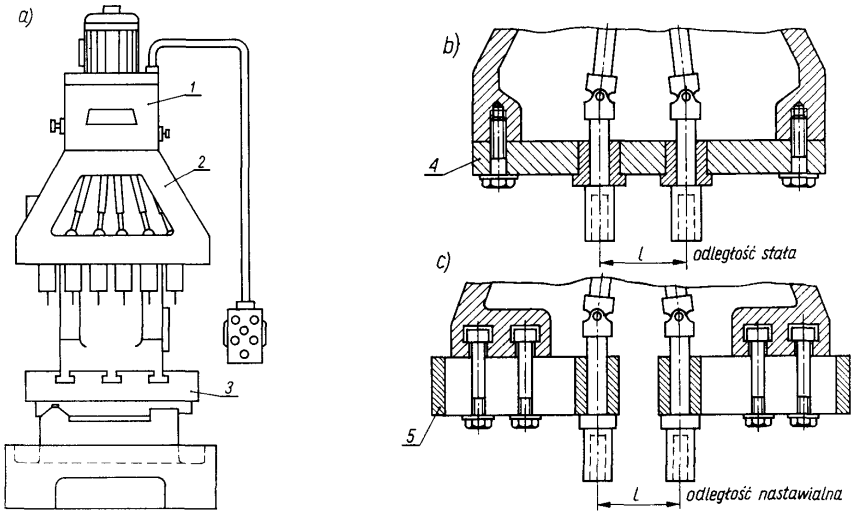
Wiertarki stojakowe są przeznaczone do wykonywania otworów o średnicy do 80 mm w produkcji jednostkowej i małoseryjnej. Korpusem nośnym takiej wiertarki jest sztywny stojak, na którym są umieszczone zespoły napędowe (rys. 5 a). Wiertarka stojakowa składa się ze stojaka – korpusu, do którego w górnej jego części przymocowana jest skrzynka prędkości umożliwiająca zmiany prędkości obrotowej wrzeciona wiertarki. Po prowadnicach stojaka przemieszcza się wrzeciennik, w którym znajduje się skrzynka posuwów umożliwiająca dobór właściwej prędkości posuwu narzędzia. Przedmiot mocowany jest na stole wiertarki, który ma również możliwość pionowego przemieszczania.

Wiertarki promieniowe są przeznaczone do wykonywania otworów w dużych przedmiotach (np. w korpusach), które ze względu na duże wymiary i znaczny ciężar nie mogą być ustawiane na stołach wiertarek stojakowych. W wiertarkach tych wrzeciennik jest osadzony przesuwnie na wysuniętym ramieniu, które może być obracane wokół niosącej je kolumny (rys. 5 b). Dzięki temu, że wrzeciono może zmieniać swoje położenie względem przedmiotu obrabianego, zbędne są ruchy nastawcze przedmiotu, który jest mocowany bezpośrednio na płycie podstawy lub na nieruchomym albo przechylnym skrzynkowym stole. Dzięki takiej budowie na wiertarkach promieniowych można wiercić otwory w różnych miejscach przedmiotu bez zmiany jego położenia.



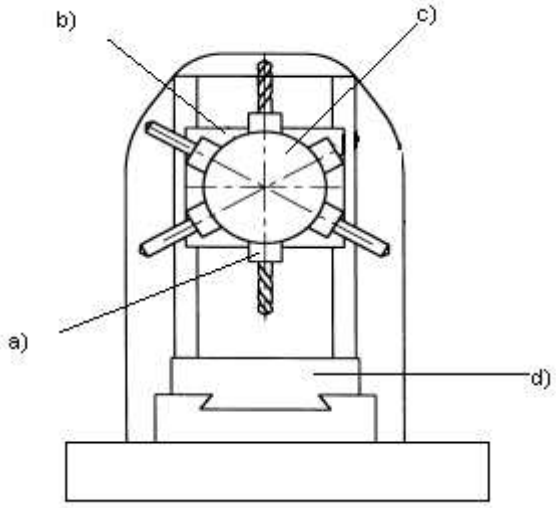
Rys. 5. Budowa wiertarki: a) stojakowej: 1 – stojak, 2 – skrzynka prędkości, 3 – wrzeciennik, 4 – stół, b) promieniowej: 1 – stół, 2 – ramię promieniowe, 3 – wrzeciennik, 4 – słup [1].

Przeznaczeniem wiertarek wielowrzecionowych jest jednoczesna obróbka wielu (od kilku do kilkudziesięciu) otworów. Wrzeciona takich wiertarek są ułożyskowane w głowicy, która przesuwa się po prowadnicach stojaka (układ pionowy) lub po prowadnicach łoża (układ poziomy) (rys. 6). Rozstaw wrzecion wiertarek musi być dostosowany do rozstawu otworów w przedmiocie obrabianym. W zależności od wielkości produkcji wrzeciona są osadzane albo na stałe w płycie czołowej głowicy, albo w łatwo przestawialnych listwach ustawczych. Napęd na wrzeciona jest przenoszony od silnika przez skrzynkę prędkości za pomocą odchylnych wałków teleskopowych. Do napędu wrzecion bywają stosowane odrębne przekładnie, a niekiedy także odrębne silniki.



Rys. 6. Wiertarka wielowrzecionowa: a) widok ogólny wiertarki:1 – skrzynka prędkości, 2 – głowica wielowrzecionowa, 3 – stół wiertarki, b) osadzenie wrzecion w płycie wrzecionowej (na stałe), c) osadzenie wrzecion w listwach nastawnych (z możliwością zmiany położenia) [3].

Wiertarki rewolwerowe służą do wykonywania otworów wymagających zastosowania kilku zabiegów obróbkowych za pomocą narzędzi zamocowanych w końcówkach wrzecion głowicy rewolwerowej, w kolejności zgodnej z przyjętym planem obróbki przedmiotu. Głowice rewolwerowe (najczęściej sześciopozycyjne) są osadzane na saniach wykonujących ruch posuwowy po prowadnicach korpusu stojaka (rys. 7). Stosowane są głowice o osi poziomej lub skośnej oraz bębnowe z pionową osią obrotu.



Rys. 7. Wiertarka rewolwerowa: a) wrzeciono, b) sanie, c) głowica rewolwerowa, d) stół [3].

Wiertarki rewolwerowe są przystosowane do pracy w cyklach automatycznych i są stosowane w produkcji seryjnej. W celu uzyskania wydajnej obróbki wielu dokładnie rozstawionych otworów wiertarki rewolwerowe wyposaża się w układ sterowania numerycznego punktowego, służący do nastawiania położenia sań wzdłużnych i poprzecznych stołu krzyżowego.

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie prace wykonywane są na wiertarkach?
2. Jakie znasz rodzaje wiertarek ogólnego przeznaczenia?
3. Na jakich wiertakach wykonasz wiercenie otworu o średnicy 35 mm?
4. Z jakich elementów konstrukcyjnych zbudowana jest wiertarka stojakowa?
5. Na jakiej wiertarce wykonasz wiercenie otworów w różnych miejscach przedmiotu bez zmiany jego położenia?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zaplanuj wywiercenie otworu o średnicy 52 mm w żeliwnym korpusie. Na jakiej wiertarce wykonasz ten otwór? Z jakich elementów zbudowana jest ta wiertarka?

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:
1) zastanowić się na jakiej wiertarce możesz wykonać ten otwór,
2) dobrać rodzaj wiertarki,
3) scharakteryzować budowę wybranej wiertarki,
4) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:
– katalogi obrabiarek,
– pisaki,
– kartki papieru.

Ćwiczenie 2

Dokonaj przeglądu wiertarek znajdujących się w Twoim warsztacie szkolnym. Odpowiedz na pytanie: jakie rodzaje wiertarek znajdują się w warsztacie szkolnym? Zapoznaj się z ich budową.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:
1) dokonać przeglądu warsztatów szkolnych,
2) rozpoznać rodzaje wiertarek,
3) zapoznać się z ich budową,
4) przedstawić nauczycielowi swoje spostrzeżenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:
– obrabiarki,
– arkusze papieru,
– mazaki.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) scharakteryzować rodzaje wiertarek?	□	□
2) opisać budowę typowych wiertarek?	□	□
3) wskazać zastosowanie typowych wiertarek?	□	□
4) dobrać wiertarkę do wykonywania operacji wiercenia w zależności od wielkości wierconego otworu?	□	□
5) dobrać wiertarkę do wykonywania operacji wiercenia w zależności od wielkości obrabianego przedmiotu?	□	□

4.3. Budowa i rodzaje wierteł. Rozwiertaki. Pogłębiacze

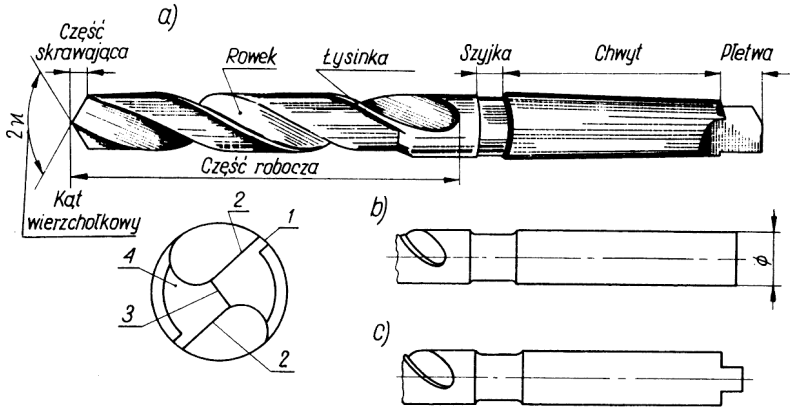
4.3.1. Materiał nauczania

Wiercenie jest to wykonywanie otworów w pełnym materiale za pomocą narzędzia skrawającego zwanego wiertłem. Podstawowe narzędzia stosowane do prac wykonywanych na wiertarkach to:

- wiertła kręte służące do wykonywania otworów,
- wiertła specjalne do głębokich otworów,
- rozwiertaki stosowane w przypadku konieczności zwiększenia dokładności otworu,
- pogłębiacze umożliwiające nadanie części otworu określonego kształtu,
- nawiertaki stosowane do wykonywania nakiełków.

Typowym narzędziem wiertarskim jest wiertło kręte (rys. 8). Wiertło usuwa obrabiany materiał w postaci wiórów tworząc walcowy otwór, przy czym średnica otworu odpowiada średnicy wiertła.

Wiertła składają się z części roboczej, szyjki i chwytu. Część robocza składa się z części skrawającej i części prowadzącej. Chwyt może być stożkowy z płetwą (w wiertłach o średnicy powyżej 10 mm) oraz walcowy z płetwą lub bez (w wiertłach o średnicy poniżej 10 mm). Część robocza wiertła ma nacięte na obwodzie przeciwległe rowki śrubowe do odprowadzania wiórów z wierconego otworu. Dwie łysinki w kształcie wąskich pasków położone wzdłuż rowków, służą do prawidłowego prowadzenia wiertła w otworze. Tarcie ścianki otworu występuje tylko na powierzchni łysinek prowadzących. Aby jeszcze zmniejszyć tarcie o ścianki otworu, część wiertła jest lekko stożkowa, zbieżna w kierunku chwytu. Część skrawającą stanowią dwie proste krawędzie tnące jednakowej długości, które łączą się ze sobą poprzeczną krawędzią tnącą, zwaną ścinem. Ścin jest wierzchołkiem wiertła, a krawędzie tnące tworzą kąt wierzchołkowy, którego wartość zależy od rodzaju wierconego materiału. Im twardszy jest materiał obrabiany, tym mniejszy powinien być kąt wierzchołkowy. Do stali stosuje się wiertła o kącie wierzchołkowym wynoszącym 118°, do mosiądzu, i stopów aluminium 130–140°, do miedzi – 125°, do tworzyw sztucznych 85–90° i do gumy twardej 50°.



Rys. 8. Wiertło kręte: a) budowa wiertła krętego, b) chwyt walcowy wiertła, c) chwyt walcowy z płetwą; 1) pomocnicza powierzchnia przyłożenia (łysinka), 2) główna krawędź skrawająca, 3) krawędź poprzeczna (ścin), 4) powierzchnia przyłożenia [1].

Wiertła wykonuje się ze stali szybkotnącej, węglika spiekanego a także z wymiennymi płytkami. Dla zwiększenia odporności wiertła na zużycie wykonuje się wiertła ze stali szybkotnącej lub z węglika spiekanego powlekane twardymi powłokami ochronnymi Cienkie warstwy związków takich jak azotek tytanu (TiN) oraz azotek tytanowo-aluminiowy (TiAlN) przedłużają żywotność wiertła, stwarzają możliwość wiercenia z większymi parametrami skrawania oraz pozwalają na wykonywanie otworów w materiałach twardych.

Wymiary wierteł są znormalizowane i ich dobór zależy od rodzaju i wielkości wykonywanych otworów (tabela 1). Wiertła klasyfikuje się wg następujących kryteriów:

- kształt chwytu: walcowy, stożkowy,
- rodzaj materiału obrabianego: do żeliwa, stali, aluminium itp.,
- rodzaj materiału części roboczej: ze stali szybkotnącej, z węglików spiekanych, ze stali narzędziowej,
- kierunek ruchu obrotowego: wiertła prawe i lewe.

Za podstawowe kryterium klasyfikacji wierteł przyjmuje się jednak ich przeznaczenie. W tabeli podano wybrane rodzaje oraz oznaczenie wierteł.

Tabela 1. Rodzaje i oznaczenia wierteł [6].

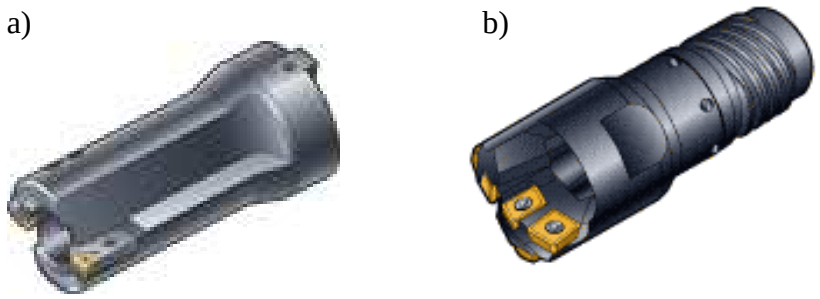
Symbol wiertła	Opis wiertła
NWKa	Wiertła kręte z chwytem walcowym do żeliwa i stali ogólnego stosowania wg PN-86/M-59601
NWKb	Wiertła kręte długie z chwytem walcowym do żeliwa i stali ogólnego stosowania wg: PN-86/M-59601
NWKc	Wiertła kręte z chwytem stożkowym Morse'a do żeliwa i stali ogólnego stosowania wg normy PN-86/M-59601
NWKk	Wiertła kręte prawotnące krótkie z chwytem walcowym wg PN-86/M-59601
NWKm	Wiertła kręte lewotnące krótkie z chwytem walcowym do żeliwa i stali wg PN -86/M-59601
NWMa	Wiertła kręte z chwytem walcowym do mosiądzu wg PN-88/M-59602
NWMc	Wiertła kręte z chwytem walcowym do miedzi i aluminium wg PN-88/M-59602,
NWMg	Wiertła kręte długie z chwytem walcowym do miedzi i aluminium wg PN-88/M-59602
NWMm	Wiertła kręte długie z chwytem walcowym do mosiądzu wg PN-88/M-59602,.
NWMr	Wiertła kręte z chwytem walcowym do stopów cynku wg.PN-88/M-59602
NWMb	Wiertła kręte z chwytem stożkowym Morse'a do mosiądzu wg normy PN-88/M-59602
NWMd	Wiertła kręte z chwytem stożkowym Morse'a do miedzi i aluminium wg normy PN-88/M-59602
NWWa	Wiertła kręte z chwytem walcowym z ostrzami z węglików spiekanych wg PN -86/M-59601
NWWb	Wiertła kręte z chwytem stożkowym Morse'a z ostrzami z węglików spiekanych wg PN -86/M-59601
NWWk	Wiertła kręte z chwytem walcowym jednolite z węglików spiekanych wg PN -86/M-59601

Rys. 9. Przykłady wierteł krętych: a) wiertło kręte z chwytem walcowym NWKa, b) wiertło kręte z chwytem walcowym NWKa powlekane TiN, c) wiertło kręte z chwytem stożkowym Morse'a NWKc, d) wiertło kręte z chwytem walcowym NWKa z kanalikami doprowadzającymi chłodziwo, e) wiertło kręte stopniowe NWAc [6].

Tabela 2. Dobór wierteł w zależności od wierconego materiału [6].

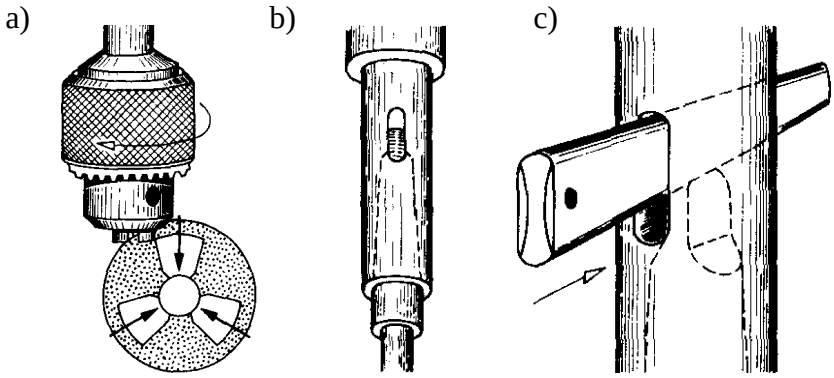
Materiał obrabiany	**NWKa NWAa**	**NWKb NWAg**	**NWKc NWAc**	**NWKk NWAh**	**NWKm**	**NWMr**	**NWMc NWMd**	**NWMg**	**NWMa NWMb**	**NWMm**	**NWWa**	**NWWb**	**NWWk**
Stal automatowa	■	■	■	■	■								
Stal weglowa konstrukcyjna	■	■	■	■	■								
Stal stopowa Rm do 1200 N/mm^2	■	■	■	■	■								
Zeliwo szare	■	■	■	■	■								
Zeliwo ciagliwe	■	■	■	■	■								
Braz cynowo-cynkowy	■	■	■	■	■								
Braz aluminiowy	■	■	■	■	■								
Miedz elektrolityczna	■	■	■	■	■								
Mosiadz ciagliwy	■	■	■	■	■				■	■			
Mosiadz kruchy									■	■			
Cynk i stopy cynku	■	■	■	■	■	■	■	■					
Aluminium i stopy aluminium						■	■	■					
Stopy Al-Si Siluminy						■	■	■					
Miedz hutnicza						■	■	■					
Tworzywa sztuczne miekkie						■	■	■					
Stopy magnezu							■	■	■	■			
Tworzywa sztuczne twarde									■	■			■
Stale i zeliwa utwardzone													■
Stal ulepszona cieplnie do 46 HRc											■	■	

Do wiercenia głębokich otworów stosuje się wiertła, które umożliwiają odprowadzenie wiórów oraz dużej ilości ciepła ze strefy obróbki. Do tej grupy wierteł zalicza się wiertła lufowe, wiertła trepanacyjne oraz głowice wiertarskie.



Rys. 10. Przykłady wierteł do głębokich otworów: a) wiertło trepanacyjne, b) głowica wiertarska [7].

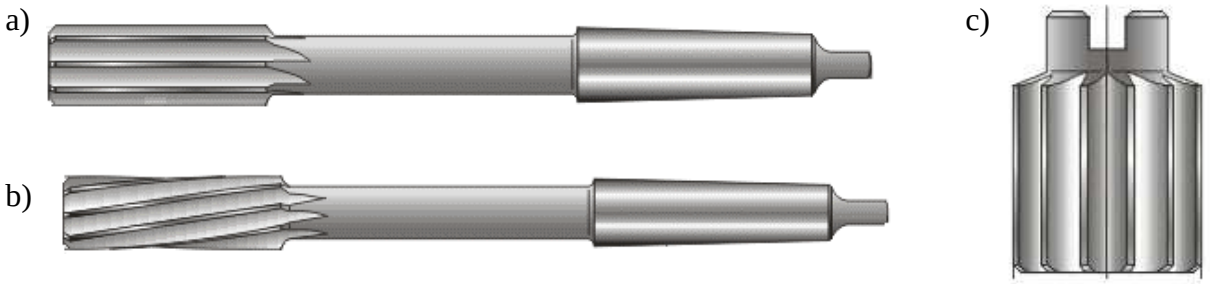
Do zamocowania wierteł z chwytem walcowym służą uchwyty trójszczękowe, które są osadzone na zakończeniu wrzeciona wiertarki (rys. 11 a). Uchwyt trójszczękowy składa się z korpusu z gniazdem stożkowym, w którym znajdują się trzy szczęki do zaciskania wiertła. Na zewnętrznej części szczęk jest nacięty gwint. Przesuwanie szczęk w korpusie odbywa się za pomocą nakrętki połączonej z zewnętrznym pierścieniem. Obracając pierścieniem w prawo powoduje się zaciskanie szczęk, a w lewo luzowanie.
Wiertła z chwytem stożkowym, można mocować wprost w gnieździe wrzeciona wiertarki, gdy wielkości stożków chwytu i gniazda są jednakowe, lub za pośrednictwem tulei redukcyjnej, gdy chwyt jest mniejszy (rys. 11 b). W razie potrzeby można użyć dwóch tulei włożonych jedna w drugą. Przed zamocowaniem wiertła należy dokładnie oczyścić część stożkową chwytu i gniazda. Wiertło należy ostrożnie wprowadzić częścią chwytową w otwór wrzeciona i silnym ruchem do góry osadzić w gnieździe. Wiertło trzyma się w gnieździe dzięki sile tarcia na powierzchniach stożkowych. Stosując tuleje redukcyjne należy najpierw osadzić wiertło w tulei, a dopiero potem całość we wrzecionie. Wyjmowanie wiertła z wrzeciona lub tulei powinno się odbywać za pomocą klina (rys. 11 c).



Rys. 11. Sposoby zamocowania wierteł: a) w uchwycie trójszczękowym, b) w tulejkach redukcyjnych, c) wyjmowanie wiertła [1].

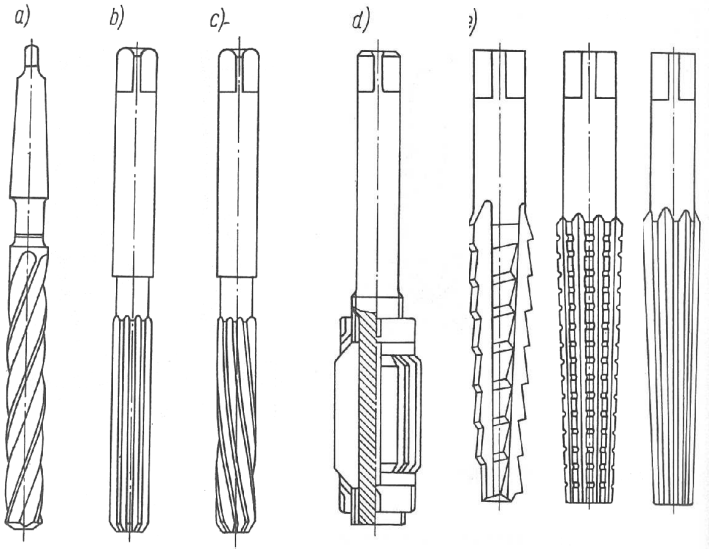
Rozwiertaki są narzędziami skrawającymi, które maja zastosowanie do rozwiercania otworów wykonanych na wiertarkach lub tokarkach w celu poprawy dokładności wymiarowej jak i dokładności kształtu walcowości i kołowości (rys. 12). Rozwiertaki zapewniają wysoką dokładność kształtu otworu oraz małą chropowatość jego powierzchni. Rozwiertaki są narzędziami wieloostrzowymi z zębami prostymi lub śrubowymi na części roboczej.

W zależności od kształtu obrabianego otworu rozróżnia się rozwiertaki do otworów walcowych i stożkowych. Zarówno jedne, jak i drugie mogą być ręczne lub maszynowe. Rozwiertaki maszynowe dzieli się na trzpieniowe i nasadzane. Rozwiertaki maszynowe trzpieniowe są wykonywane zarówno z chwytem stożkowym lub walcowym. W zależności od rodzaju obróbki rozróżniamy rozwiertaki zdzieraki i wykańczaki.



Rys. 12. Rozwiertaki maszynowe do otworów walcowych: a) z ostrzami prostymi z chwytem stożkowym NRTb, b) z ostrzami śrubowymi z chwytem stożkowym NRTb, c) nasadzany z ostrzami prostymi NRNa [8].

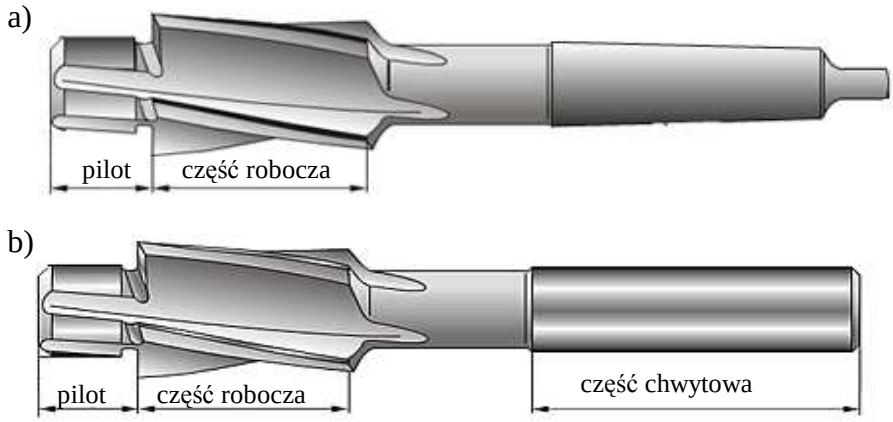
Rozwiertaki ręczne są wykonywane jako trzpieniowe z zabierakiem kwadratowym do pokrętła. Rozwiertaki ręczne do otworów cylindrycznych mogą występować jako jednolite, rozprężne i z ostrzami nastawianymi na żądaną średnicę. Rozwiertaki jednolite i rozprężne mogą mieć ostrza proste lub śrubowe, a rozwiertaki z ostrzami nastawnymi mogą mieć ostrza proste lub skośne. W zależności od wartości naddatku na obróbkę rozróżniamy rozwiertaki do otworów stożkowych: wstępne, zdzieraki, i wykańczaki (rys. 13).



Rys. 13. Rodzaje rozwiertaków: a) zdzierak, b) o zębach prostych, c) o zębach śrubowych d) nastawny, e) komplet rozwiertaków stożkowych [1].

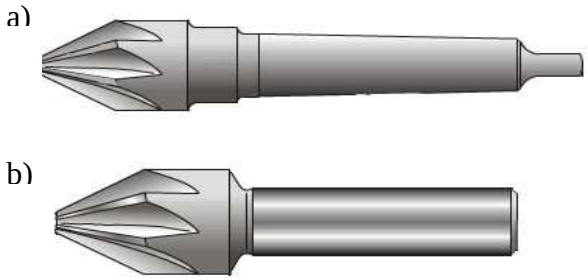
Pogłębianie otworów wykonuje się za pomocą narzędzi zwanych pogłębiaczami. Są to obrotowe narzędzia wieloostrzowe służące do obróbki powierzchni stożkowych, cylindrycznych i czołowych po uprzednim wywierceniu otworu. W zależności od kształtu wykonywanych pogłębień rozróżnia się pogłębiacze stożkowe, czołowe i kształtowe.

Pogłębiacze czołowe składają się z części prowadzącej i części roboczej. Część robocza składa się z trzech lub czterech ostrzy śrubowych. Pogłębiacze czołowe służą do obróbki otworów cylindrycznych oraz powierzchni czołowych.



Rys. 14. Pogłębiacz czołowy: a) z chwytem stożkowym NWCb, b) z chwytem walcowym NWCa [8].

Pogłębiacze stożkowe (60°, 90° i 120°) są stosowane do obróbki otworów stożkowych oraz ścięć wewnętrznych w otworach. Pogłębiacze stożkowe wykonuje się bez wprowadzenia z chwytem trzpieniowym walcowym lub stożkowym (rys. 15).



Rys. 15. Pogłębiacz 60°: a) z chwytem stożkowym NWSb, b) z chwytem walcowym NWSa [8].

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie znasz narzędzia stosowane do prac wiertarskich?
2. Z jakich elementów konstrukcyjnych jest zbudowane wiertło?
3. Jakie znasz rodzaje wierteł?
4. Do czego służą rozwiertaki?
5. Jakie znasz rodzaje rozwiertaków?
6. Do czego służą pogłębiacze?
7. Jakie znasz rodzaje pogłębiaczy?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Otrzymasz od nauczyciela różnego rodzaju wiertła. Dokonaj klasyfikacji wierteł ze względu na kształt chwytu, kierunek ruchu obrotowego, rodzaj materiału części roboczej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

1) zapoznać się z otrzymanymi narzędziami,
2) dokonać klasyfikacji wierteł ze względu na kształt narzędzia,
3) dokonać klasyfikacji wierteł ze względu na kierunek ruchu obrotowego,
4) dokonać klasyfikacji wierteł ze względu na rodzaj materiału części roboczej,
5) wpisać wszystkie pomysły na kartce (burza mózgów – nie krytykując żadnego z pomysłów Twoich koleżanek/kolegów),
6) uporządkować zapisane pomysły,
7) zaprezentować efekty pracy grupy na forum klasy,
8) wziąć udział w podsumowaniu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- wiertła,
- duże arkusze papieru,
- mazaki,
- tablica flipchart.

Ćwiczenie 2

Zapoznaj się z katalogiem narzędzi i dobierz wiertła do wykonywania otworów: Ø 10 w stali, Ø 20 w żeliwie, Ø 5 w aluminium.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

1) zastanowić się jakie narzędzia będą potrzebne do wykonania otworów,
2) dobrać wiertła do wykonania otworu Ø 10 w stali,
3) dobrać wiertła do wykonania otworu Ø 20 w żeliwie,
4) dobrać wiertła do wykonania otworu Ø 5 w aluminium,
5) zaprezentować wyniki pracy podając nazwę oraz symbole narzędzi.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi narzędzi,
- duże arkusze papieru,
- mazaki,
- tablica flipchart.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	**Nie**
1) rozpoznać narzędzia do wiercenia?	☐	☐
2) rozpoznać narzędzia do rozwiercania i pogłębiania?	☐	☐
2) sklasyfikować wiertła, rozwiertaki i pogłębiacze?	☐	☐
3) opisać budowę narzędzi do obróbki otworów?	☐	☐
4) dobrać narzędzia do wiercenia, rozwiercania i pogłębiania?	☐	☐

4.4. Dobór warunków skrawania do wiercenia, rozwiercania i pogłębiania. Mocowanie przedmiotu

4.4.1. Materiał nauczania

W procesie wiercenia rozwiercania i pogłębiania technologicznymi parametrami skrawania są: prędkość skrawania i posuw. Prędkość skrawania wyrażana jest w m/min, jest zależna od średnicy narzędzia oraz jego prędkości obrotowej i oblicza się ją według wzoru:

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

gdzie:

v – prędkość skrawania,
d – średnica wiertła,
n – prędkość obrotowa wiertła.

Przez przekształcenie wzoru na prędkość skrawania można określić prędkość obrotową wiertła:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} \quad [obr/min]$$

Właściwą prędkość obrotową wrzeciona wiertarki określa się na podstawie prędkości skrawania, która powinna być dostosowana do rodzaju obrabianego materiału i średnicy wiertła. Na dobór prędkości skrawania podczas wiercenia mają wpływ następujące czynniki:

- materiał wiertła,
- własności mechaniczne materiału obrabianego,
- głębokość wierconego otworu,
- posuw,
- średnica wiertła,
- chłodzenie.

Posuwem nazywamy przesunięcie wiertła wzdłuż swojej osi przypadające na jeden obrót i mierzone w mm/obr. Wartość posuwu dobiera się z uwzględnieniem następujących czynników:

- obrabianego materiału,
- wymagań technicznych dotyczących chropowatości i dokładności obrabianej powierzchni,
- wytrzymałości wiertła,
- średnicy wiertła.

Tablice ułatwiające dobór posuwu i prędkości skrawania w zależności od rodzaju wierconego materiału są zawarte w poradnikach technicznych. W tabeli 3 i tabeli 4 podane są ogólne wytyczne doboru wartości parametrów skrawania. W praktyce możliwe jest ich podwyższanie lub obniżanie w zależności od skrawalności obrabianego materiału.

Tabela 3. Wartości prędkości skrawania dla wierteł ze stali szybkotnącej w zależności od materiału obrabianego [6].

Materiał obrabiany	V m/min
Stal automatowa zawierająca S, P, Pb Rm < 500 MPa	25
Stal węglowa konstrukcyjna Rm < 500 Mpa	25
Stal węglowa konstrukcyjna Rm = 500–700 Mpa	20
Stal węglowa konstrukcyjna Rm = 700–900 MPa	10
Staliwo węglowe Rm < 700 MPa	15
Staliwo stopowe	10
Stal ulepszona cieplnie 40–45 HRc	10
Stal stopowa Rm = 700–900 MPa	10
Stal stopowa chromowo-niklowa Rm = 900–1000 MPa	8
Żeliwo szare HB < 200	15
Żeliwo ciągliwe HB = 200–350	5
Mosiądz kruchy	60
Mosiądz ciągliwy	35
Brąz cynowo-cynkowy (miękki)	20
Brąz aluminiowy (twardy)	15
Miedź hutnicza	35
Miedź elektrolityczna	20
Aluminium	40
Stopy aluminium	30
Tworzywa sztuczne miękkie (termoplastyczne)	20
Tworzywa sztuczne	30

Tabela 4. Wartości obrotów oraz posuwów dla wierteł w zależności od materiału obrabianego [6].

Materiał obrabiany	Ilość obrotów (obr./min) dla wierteł o średnicy Ø (mm)								
	Posuw (mm/obr.)								
	Ø2	**Ø5**	**Ø8**	**Ø12**	**Ø16**	**Ø25**	**Ø40**	**Ø63**	**Ø75**
Stal automatowa zawierająca S, P, Pb Rm < 500 MPa	4000 0,05	1600 0,12	1000 0,20	700 0,25	500 0,30	300 0,40	200 0,40	120 0,50	100 0,50
Stal węglowa konstrukcyjna Rm < 500 MPa	4000 0,05	1600 0,12	1000 0,20	700 0,25	500 0,30	300 0,40	200 0,40	120 0,50	100 0,50
Stal węglowa konstrukcyjna Rm = 500–700 MPa	3200 0,05	1250 0,12	800 0,20	500 0,25	400 0,30	250 0,40	160 0,40	100 0,50	80 0,50
Stal węglowa konstrukcyjna Rm = 700–900 MPa	1600 0,03	650 0,07	400 0,10	250 0,16	200 0,20	130 0,25	80 0,32	50 0,40	40 0,60
Staliwo węglowe Rm < 700 MPa	2400 0,03	950 0,07	600 0,10	400 0,16	300 0,20	190 0,25	120 0,32	75 0,40	65 0,50
Staliwo stopowe	1600 0,02	650 0,05	400 0,08	250 0,12	200 0,14	130 0,18	80 0,23	50 0,27	40 0,32
Stal ulepszona cieplnie 40–45 HRc		650 0,01	400 0,015	250 0,02	200 0,03	130 0,07	80 0,10		
Stal stopowa Rm = 700–900 MPa	1600 0,02	650 0,05	400 0,08	250 0,12	200 0,14	130 0,18	80 0,23	50 0,27	40 0,32
Stal stopowa chromowo-niklowa Rm = 900–1000 MPa	1250 0,02	500 0,05	320 0,08	200 0,12	160 0,14	100 0,18	65 0,23	40 0,27	35 0,32
Żeliwo szare HB < 200	2400 0,05	950 0,12	600 0,20	400 0,25	300 0,30	190 0,40	120 0,40	75 0,50	65 0,60
Żeliwo ciągliwe HB = 200–350	800 0,03	320 0,07	200 0,10	130 0,16	100 0,20	64 0,25	40 0,32	25 0,40	20 0,50
Mosiądz kruchy	9500 0,08	3800 0,18	2400 0,25	1600 0,30	1200 0,35	750 0,40	475 0,50	300 0,60	250 0,70
Mosiądz ciągliwy	5550 0,05	2230 0,15	1400 0,20	930 0,25	700 0,35	450 0,40	280 0,50	180 0,60	150 0,70
Brąz cynowo-cynkowy (miękki)	3200 0,05	1250 0,08	800 0,14	500 0,20	400 0,25	250 0,30	160 0,40	100 0,50	80 0,60
Brąz aluminiowy (twardy)	2400 0,05	950 0,08	600 0,14	400 0,20	300 0,25	190 0,30	120 0,40	75 0,50	65 0,60
Miedź hutnicza	5500 0,05	2230 0,14	1400 0,18	930 0,22	700 0,30	450 0,40	280 0,45	180 0,50	150 0,60
Miedź elektrolityczna	3200 0,05	1250 0,14	800 0,18	500 0,22	400 0,30	250 0,40	160 0,45	100 0,50	80 0,60
Aluminium	6400 0,05	2500 0,14	1600 0,18	1000 0,22	800 0,30	500 0,40	320 0,45	200 0,50	160 0,60
Stopy aluminium	4750 0,05	1900 0,14	1200 0,18	800 0,22	600 0,30	380 0,40	240 0,45	150 0,50	125 0,60
Tworzywa sztuczne miękkie (termoplastyczne)	3200 0,05	1250 0,08	800 0,14	500 0,20	400 0,25	250 0,30	160 0,40	100 0,50	80 0,60
Tworzywa sztuczne oraz stale i żeliwa utwardzone	4700 0,03								

Tabela 5. Wartości prędkości skrawania oraz posuwów dla rozwiertaków w zależności od materiału obrabianego [9].

Grupa materiałowa	Wytrzym. N/mm	Vc m/min	Posuw (mm/obr.)									Naddatek na obróbkę				
			rozwiertak Ø (mm)									w otworze Ø (mm)				
			5	8	10	15	20	25	30	40	50	3-5	5-10	10-20	20-30	>30
Stal	≤ 500	10-12	0,10	0,13	0,15	0,20	0,25	0,25	0,30	0,35	0,40	0,1-0,2	0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5
	500-700	8-10	0,10	0,13	0,15	0,20	0,25	0,25	0,30	0,35	0,40	0,1-0,2	0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5
	700-900	6-8	0,10	0,13	0,15	0,20	0,25	0,25	0,30	0,35	0,40	0,1-0,2	0,2	0,2	0,3	0,3-0,4
	900-1100	4-6	0,08	0,10	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,1-0,2	0,2	0,2	0,3	0,3-0,4
Staliwo	400-500	6-10	0,10	0,13	0,15	0,20	0,25	0,25	0,30	0,35	0,40	0,1-0,2	0,2	0,2	0,2-0,3	0,3-0,4
	500-700	4-6	0,07	0,08	0,10	0,13	0,18	0,18	0,22	0,25	0,30	0,1-0,2	0,2	0,2	0,2-0,3	0,3-0,4
Stal nierdzewna	< 700	4-6	0,07	0,08	0,10	0,13	0,18	0,18	0,22	0,25	0,30	0,1-0,2	0,2	0,2	0,2-0,3	0,3-0,4
Żeliwo szare	≤ 200 HB	8-10	0,18	0,20	0,23	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,45	0,1-0,2	0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5
	≥ 200 HB	4-6	0,12	0,15	0,17	0,20	0,25	0,25	0,30	0,35	0,40	0,1-0,2	0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5
Żeliwo ciągliwe	≤ 450	8-10	0,18	0,20	0,23	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,45	0,1-0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
	450-600	6-8	0,15	0,18	0,20	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,40	0,1-0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
Miedź		8-12	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,45	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5
Mosiądz, ciągliwy		10-12	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,40	0,45	0,50	0,60	0,1-0,2	0,2	0,2-0,3	0,3	0,3-0,4
Mosiądz, kruchy		12-14	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,40	0,45	0,50	0,60	0,1-0,2	0,2	0,2-0,3	0,3	0,3-0,4
Metale lekkie		15-20	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,40	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5
Silumin (AlSi)		10-12	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,30	0,35	0,40	0,40	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5
Tworzywa utwardzalne		4-6	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,45	0,50	0,50	0,1-0,2	0,3	0,4	0,4-0,5	0,5
Tworzywa termoplastyczne		6-10	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,60	0,1-0,2	0,2	0,2	0,3	0,3-0,4

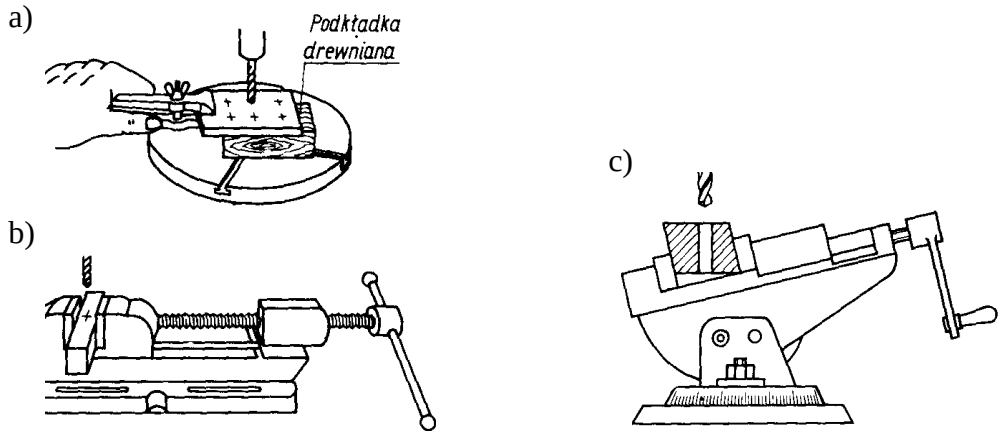
Tabela 6. Wartości szybkości skrawania oraz obrotów wrzeciona dla rozwiertaków w zależności od materiału obrabianego [9].

Grupa materiałowa	Wytrzym. N/mm	Vc m/min	Prędkość obrotowa (obr./min.)								
			rozwiertak Ø (mm)								
			5	8	10	15	20	25	30	40	50
Stal	≤ 500	10-12	700	440	350	232	176	137	115	88	71
	500-700	8-10	572	358	288	191	143	115	95	72	58
	700-900	6-8	445	278	222	148	111	89	74	56	45
	900-1100	4-6	318	198	159	106	80	64	53	40	32
Staliwo	400-500	6-10	510	318	254	170	127	102	85	64	51
	500-700	4-6	318	198	159	106	80	64	53	40	32
Stal nierdzewna	< 700	4-6	318	198	159	106	80	64	53	40	32
Żeliwo szare	≤ 200 HB	8-10	572	358	288	191	143	115	95	72	58
	≥ 200 HB	4-6	318	198	159	106	80	64	53	40	32
Żeliwo ciągliwe	≤ 450	8-10	572	358	288	191	143	115	95	72	58
	450-600	6-8	445	278	222	148	111	89	74	56	45
Miedź		8-12	636	398	318	212	158	127	106	80	54
Mosiądz, ciągliwy		10-12	700	440	350	232	176	137	115	88	71
Mosiądz, kruchy		12-14	828	518	413	276	207	166	132	104	83
Metale lekkie		15-20	1140	720	573	382	288	225	189	144	117
Silumin (AlSi)		10-12	700	440	350	232	176	137	115	88	71
Tworzywa utwardzalne		4-6	318	198	159	106	80	64	53	40	32
Tworzywa termoplastyczne		6-10	510	318	254	170	127	102	85	64	51

Tabela 7. Wartości prędkości skrawania oraz posuwów dla pogłębiaczy w zależności od materiału obrabianego [9].

Grupa materiałowa	Wytrzymałość	Vc m/min	Posuw (mm/obr.)					
			Ø (mm)					
			5	10	16	25	40	63
Stal	≤ 700 N/mm²	20 - 28	0,05 - 0,07	0,09 - 0,12	0,12 - 0,16	0,16 - 0,20	0,20 - 0,25	0,25 - 0,36
węglowa	≤ 900 N/mm²	18- 25	0,04 - 0,05	0,06 - 0,08	0,09 - 0,12	0,12 - 0,16	0,16 - 0,20	0,20 - 0,28
Stal węglowa	≤ 1250 N/mm²	06 - 10	Hand	0,04 - 0,06	0,07 - 0,09	0,09 - 0,11	0,11 - 0,14	0,14- 0,18
Stal nierdzewna		05 - 12	Hand	0,04 - 0,06	0,07 - 0,09	0,09 - 0,11	0,11 - 0,14	0,14- 0,18
Stal manganowa austenityczna		02 - 04	Hand	0,03 - 0,04	0,04 - 0,05	0,06 - 0,07	0,07 - 0,09	0,09 - 0,12
Żeliwo szare	≤ 200 HB	14 - 25	0,07 - 0,10	0,12 - 0,16	0,16 - 0,20	0,20 - 0,25	0,25 - 0,32	0,25 - 0,32
	≤ 240 HB	08 - 14	0,06 - 0,09	0,10 - 0,12	0,12 - 0,16	0,16 - 0,20	0,20 - 0,25	0,25 - 0,36
Nikiel		08 - 14	Hand	0,04 - 0,06	0,07 - 0,09	0,09 - 0,11	0,11 - 0,14	0,14- 0,18
Brąz	MS 58	50 - 80	0,08 - 0,11	0,12 - 0,16	0,16 - 0,20	0,20 - 0,25	0,25 - 0,32	0,32 - 0,40
Stopy Alu dające długie wióry		40 - 80	0,08 - 0,11	0,12 - 0,16	0,16 - 0,20	0,20 - 0,25	0,25 - 0,32	0,32 - 0,40
Stopy Alu dające krótkie wióry		25 - 50	0,06 - 0,09	0,10 - 0,12	0,12 - 0,16	0,16 - 0,20	0,20 - 0,25	0,25 - 0,36
Silumin		25 - 50	0,06 - 0,09	0,10 - 0,12	0,12 - 0,16	0,16 - 0,20	0,20 - 0,25	0,25 - 0,36
Stopy magnezu		60 - 100	0,10 - 0,14	0,16 - 0,20	0,20 - 0,25	0,25 - 0,32	0,32 - 0,40	0,40 - 0,50
Tworzywa sztuczne		20 - 30	0,05 - 0,08	0,08 - 0,12	0,11 - 0,16	0,14 - 0,20	0,18 - 0,25	0,22 - 0,36

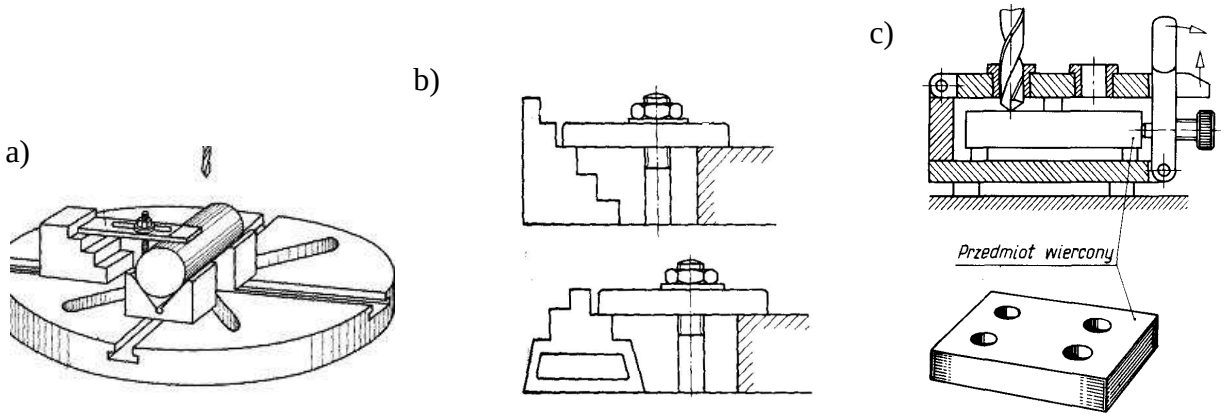
W celu zabezpieczenia przedmiotu przed obracaniem w trakcie operacji wiercenia należy go odpowiednio zamocować. Mocowanie zwykle dotyczy przedmiotów średniej wielkości i małych, przedmioty ciężkie i duże nie wymagają mocowania podczas wiercenia. W trakcie wiercenia otworów o małej średnicy wystarczy przytrzymać przedmiot ręką za pośrednictwem imadła ręcznego (rys. 16 a). Przedmioty o niewielkich wymiarach należy mocować bezpośrednio w imadle maszynowym (rys. 16 b). Do wiercenia otworów pod różnymi kątami stosuje się imadło maszynowe uniwersalne uchylne i obrotowe (rys. 16 c).



Rys. 16. Przykłady mocowania przedmiotów: a) wiercenie przy użyciu imadła ręcznego, b) mocowanie w imadle maszynowym, c) mocowanie w imadle uniwersalnym [1].

Do wiercenia otworów w wałku prostopadle do jego osi przedmiot obrabiany mocuje się w podstawach pryzmowych (rys. 17 a). Przedmioty duże i o nieregularnych kształtach mocuje się bezpośrednio na stole wiertarki za pomocą podkładek i docisków (rys. 17 b). Podczas mocowania na stole obrabiarki należy pamiętać o dokładnym wyczyszczeniu stołu z wiórów i zanieczyszczeń. W produkcji seryjnej i masowej bardzo często do mocowania przedmiotów stosowane są specjalne uchwyty i przyrządy wiertarskie służące do wiercenia otworów w takich samych przedmiotach o jednakowo rozstawionych otworach bez ich uprzedniego trasowania (rys. 16 c). Wiercenie bez konieczności trasowania umożliwiają

tulejki wiertarskie o określonej średnicy otworów, przez które wprowadza się wiertło do przygotowanych do wiercenia przedmiotów.



Rys. 17. Przykłady mocowania przedmiotów: a) mocowanie w pryzmach, b) mocowanie bezpośrednio na stole obrabiarki, d) mocowanie w przyrządzie wiertarskim [1].

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie znasz parametry skrawania przy obróbce otworów?
2. Jakie czynniki mają wpływ na dobór parametrów skrawania?
3. Z jakiego wzoru należy skorzystać obliczając prędkość skrawania?
4. W jaki sposób określa się prędkość obrotową wrzeciona?
5. Jakie czynniki należy uwzględnić dobierając wartość posuwu?
6. W jaki sposób mocuje się przedmioty obrabiane na wiertarce?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Dobierz parametry skrawania do wiercenia otworu o średnicy 12 mm w aluminium.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

1) zapoznać się z zasadami doboru parametrów skrawania,
2) dobrać prędkość skrawania do wykonania wiercenia,
3) dobrać posuw do wykonania wiercenia,
4) dobrać obroty wrzeciona do wykonania wiercenia,
5) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
6) dokonać oceny wykonanej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- tabele parametrów skrawania,
- poradniki,
- pisaki,
- kartki papieru.

Ćwiczenie 2

Oblicz prędkość obrotową wrzeciona wiertarki podczas wiercenia otworów w żeliwie szarym wiertłem o średnicy 8 mm.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

1) zapoznać się z zasadami doboru parametrów skrawania,
2) dobrać prędkość skrawania,
3) obliczyć liczbę obrotów wrzeciona,
4) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
5) dokonać oceny wykonanej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

– tabele parametrów skrawania,
– poradniki,
– pisaki,
– kartki papieru.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	**Nie**
1) określić parametry skrawania podczas wiercenia?	□	□
2) opisać czynniki wpływające na właściwy dobór parametrów skrawania?	□	□
3) dobrać warunki skrawania do wiercenia?	□	□
4) dobrać warunki skrawania do rozwiercania?	□	□
5) dobrać warunki skrawania do pogłębiania?	□	□

4.5. Technika wiercenia, rozwiercania i pogłębiania

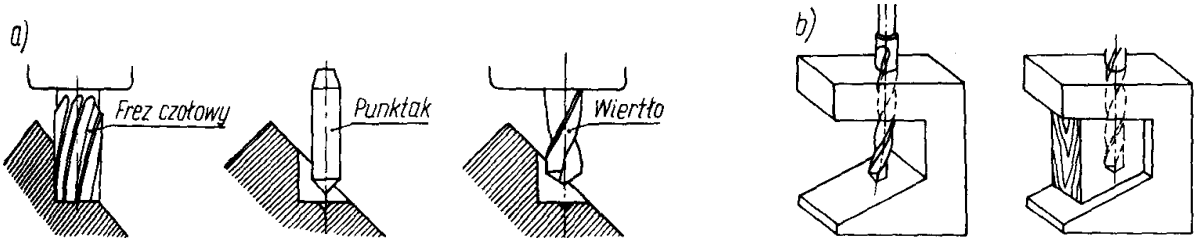
4.5.1. Materiał nauczania

Przygotowanie wiertarki do pracy polega na ustawieniu i zamocowaniu przedmiotu na stole wiertarki, zamocowaniu narzędzia oraz ustaleniu odpowiedniej prędkości obrotowej wrzeciona. Właściwą prędkość obrotową wrzeciona wiertarki ustawia się wg tabliczki umieszczonej na skrzynce przekładniowej, a wiertarki, które takiej skrzynki nie mają przez odpowiednie przełożenie pasa na stopniowych kołach pasowych.

Przed przystąpieniem do wiercenia należy najpierw wytrasować osie otworu i napunktować punktakiem położenie jego środka. Przedmiot wiercony należy tak ustawiać i mocować na stole wiertarki, żeby wierzchołek wiertła trafiał w napunktowany środek otworu. Podczas wiercenia otworów przelotowych należy zabezpieczyć powierzchnie imadła lub przyrządu, na którym spoczywa przedmiot, przed uszkodzeniem wiertłem poprzez stosowanie podkładek – najczęściej drewnianych, gdyż umożliwiają one przejście wiertła przez materiał, nie powodując uszkodzenia powierzchni stołu. W przypadku, gdy wiertło zaczyna przechodzić przez materiał na wylot, należy zmniejszyć posuw, gdyż wiertło może się zakleszczyć i złamać. Przy wierceniu otworów nieprzelotowych, należy na wiertle oznaczyć kredą wymiar głębokości otworu lub założyć na wiertło na określonej wysokości pierścień oporowy zamocowany wkrętem. Wiertarki z posuwem mechanicznym są wyposażone w urządzenia do nastawiania żądanej głębokości wiercenia oraz wyłączania posuwu mechanicznego po osiągnięciu nastawionej głębokości.

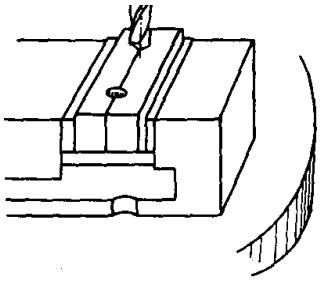
Podczas wiercenia głębokich otworów należy wiertło co pewien czas wyjmować z otworów w celu oczyszczenia otworu i rowków wiertła z wiórów. Po przewierceniu otworu należy najpierw wysunąć wiertło z otworu, a dopiero potem wyłączyć napęd wrzeciona wiertarki, gdyż zatrzymanie obrotów wiertła w otworze może spowodować złamanie wiertła. Złamanie wiertła może nastąpić również przy zbyt małej prędkości wrzeciona, a dużym posuwie oraz przy zbyt dużym luzie wrzeciona wiertarki. Wiertło może również ulec złamaniu, jeżeli przy wierceniu trafi w materiale wierconym na lukę spowodowaną pęcherzem lub złym usytuowaniem otworu.

Wiercenie otworów w ścianach pochyłych zewnętrznych (rys. 18 a) wymaga przygotowania frezowaniem wgłębienia i napunktowania w nim środka otworu. Wiercenie w ściance pochyłej wewnętrznej (rys. 18 b) wymaga zastosowania wkładki z drewna, wiercenie bez wkładki może spowodować złamanie wiertła lub wadliwe wykonanie otworu.



Rys. 18. Wiercenie otworów w ścianach pochyłych: a) zewnętrznej, b) wewnętrznej [1].

Wiercenie otworów niepełnych (rys. 19) należy wykonywać zamocowując razem dwa identyczne przedmioty lub stosować wkładkę z tego samego materiału, co wiercony przedmiot.



Rys. 19. Wiercenie otworów niepełnych [1].

W przypadku wiercenia otworów o dużej średnicy warstwa skrawana jest tak duża, iż moc wiertarki nie umożliwia wykonania otworu w materiale pełnym (występują znaczne siły skrawania). W takiej sytuacji celowe jest wykonanie otworu o mniejszej średnicy, a uzyskanie wymaganej średnicy otworu możliwe jest przez zastosowanie operacji powiercania. Powiercanie następuje po wierceniu i ma na celu zwiększenie średnicy wykonywanego otworu. Zazwyczaj powiercanie stosuje się podczas wykonywania otworów o średnicach powyżej 30 mm, wiercąc uprzednio otwór o średnicy od 0,2 do 0,3 średnicy otworu gotowego. Przykładowo wiercąc otwór o średnicy 40 mm wskazane jest wiercenie wiertłem o średnicy od 8 do 12 mm i następnie powiercanie do wymiaru wymaganego tj. 40 mm.

Podczas wiercenia na skutek tarcia wytwarza się ciepło, które podwyższa temperaturę wiertła. Przy zbyt dużym nagrzaniu części tnące wiertła odpuszczają się i tracą twardość, co powoduje szybkie tępienie wiertła. Aby nie dopuścić do nagrzania się wiertła, stosuje się ciecze obróbkowe, które oprócz chłodzenia mają właściwości smarujące i zmniejszające tarcie. Do wiercenia stosuje się ciecze obróbkowe wodno-olejowe, czyli emulsje oraz ciecze obróbkowe olejowe.

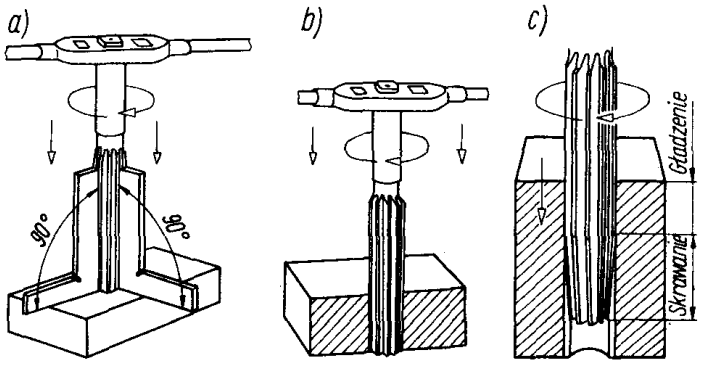
Wywiercone otwory nie posiadają dużej dokładności wymiarowej. W celu uzyskania dokładnego otworu po wywierceniu stosuje się rozwiercanie. Ze względu na dokładność obróbki rozróżnia się rozwiercanie wstępne (zgrubne), dokonywane rozwiertakami zdzierakami oraz rozwiercanie wykańczające, dokonywane rozwiertakami wykańczakami. Wytyczne doboru średnic wierteł, rozwiertaków zdzieraków i rozwiertaków wykańczaków, w zależności od średnicy otworu i klasy dokładności wykonania, podane są w Polskich Normach. W tabeli 8 podano wartości naddatków na rozwiercanie otworu. Otwory stożkowe o małych średnicach i małych zbieżnościach, jak np. otwory pod kołki stożkowe, rozwiercane są pojedynczymi rozwiertakami, natomiast otwory o większych średnicach i większych zbieżnościach – kompletem rozwiertaków składającym się z rozwiertaka wstępnego, zdzieraka i wykańczaka.

Głównym zadaniem rozwiertaków zdzieraków jest usunięcie błędów geometrycznych otworu oraz skorygowanie położenia osi otworu w stosunku do powierzchni bazowej. Wykonanie tego zadania przez rozwiertak zdzierak jest możliwe tylko przy sztywnym jego zamocowaniu we wrzecionie obrabiarki. Zadaniem rozwiertaka wykańczaka jest uzyskanie dokładnego wymiaru średnicy otworu oraz gładkości jego powierzchni. W związku z tym rozwiertak wykańczak powinien być w zasadzie wahliwie mocowany we wrzecionie, by ułatwić mu samoczynne prowadzenie w obrabianym otworze.

Tabela 8. Wartości naddatków na rozwiercanie otworu [9].

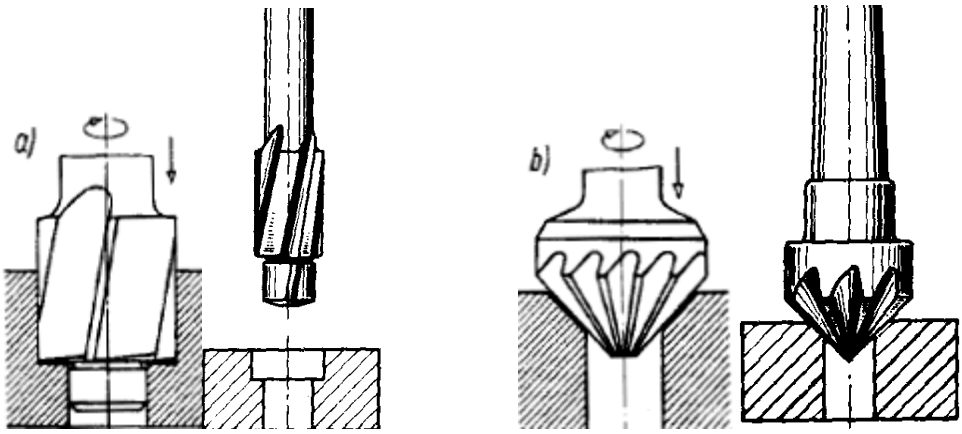
Materiał obrabiany	Wielkość naddatków dla zakresu średnic otworów (mm)				
	3 ÷ 5	5 ÷ 10	10 ÷ 20	20 ÷ 30	ponad 30
Stal do 700 N/mm2	0.1÷0.2	0.2	0.2÷0.3	0.3÷0.4	0.4÷0.5
Stal 700÷1100 N/mm2	0.1÷0.2	0.2	0.2	0.3	0.3÷0.4
Staliwo	0.1÷0.2	0.2	0.2	0.2÷0.3	0.3÷0.4
Żeliwo szare	0.1÷0.2	0.2	0.2÷0.3	0.3÷0.4	0.4÷0.5
Żeliwo ciągliwe	0.1÷0.2	0.2	0.3	0.4	0.5
Miedź	0.1÷0.2	0.2÷0.3	0.3÷0.4	0.4÷0.5	0.5
Mosiądz, brąz	0.1÷0.2	0.2	0.2÷0.3	0.3	0.3÷0.4
Metale lekkie	0.1÷0.2	0.2÷0.3	0.3÷0.4	0.4÷0.5	0.5
Tworzywa sztuczne twarde	0.1÷0.2	0.3	0.4	0.4÷0.5	0.5
Tworzywa sztuczne miękkie	0.1÷0.2	0.2	0.2	0.3	0.3÷0.4

Przystępując do rozwiercania rozwiertakami ręcznymi, przedmiot należy zamocować w imadle i ostrożnie wprowadzać rozwiertak do wywierconego otworu, sprawdzając prostopadłość (rys. 20 a). Następnie na kwadratowy koniec chwytu należy założyć pokrętkę i obracać rozwiertak równomiernie w prawo, wywierając lekki nacisk do dołu (rys. 20 b). Nie należy nigdy obracać rozwiertaka w stronę przeciwną, a jedynie przy zakleszczeniu w otworze lekko cofnąć w lewo i dalej pokręcać w prawo. Otwory stożkowe o dużej zbieżności obrabia się kolejno trzema rozwiertakami: wstępnym, zdzierakiem i wykańczakiem. W czasie rozwiercania należy rozwiertak smarować cieczą chłodzącą.



Rys. 20. Rozwiercanie otworów walcowych: a) sprawdzenie prostopadłości, b) rozwiercanie, c) proces rozwiercania [1].

Pogłębianie jest to powiększanie na pewnej długości wykonanego otworu w celu ścięcia ostrych krawędzi otworu lub wykonania wgłębienia na umieszczenie walcowego lub stożkowego łba wkręta lub nitu (rys. 21). Podczas pogłębiania należy zwrócić szczególną uwagę na wykonanie właściwej głębokości wgłębienia, tak żeby łeb śruby nie wystawał lub nie był położony zbyt nisko.



Rys. 21. Przykłady operacji pogłębiania pogłębiaczem: a) walcowym, b) stożkowym [1].

Najczęstsze przyczyny powstawania braków podczas wykonywania otworów są następujące:

- nieprawidłowe zamocowanie przedmiotu obrabianego,
- nieprawidłowo zamocowane narzędzie,
- bicie narzędzia,
- tępe narzędzie,
- za duży posuw,
- mała prędkość skrawania przy dużym posuwie,
- zapchanie rowków wiertła wiórami,
- niejednolitość materiału wierconego,
- złe chłodzenie wiertła.

Nieprawidłowe zamocowanie przedmiotu obrabianego, wióry pod powierzchnią przedmiotu, niewłaściwe podkładki oraz nieprawidłowe zamocowanie narzędzia może być przyczyną zboczenia wiertła z osi otworu. Nierówna powierzchnia otworu powstaje zwykle, gdy narzędzie obróbkowe jest tępe lub źle naostrzone oraz w wyniku braku chłodzenia narzędzia. Średnica otworu większa od żądanej powstaje na skutek bicia osiowego narzędzia, nierówności krawędzi skrawających lub asymetrii kąta wierzchołkowego wiertła. Tępe narzędzie, mała prędkość skrawania przy dużym posuwie, zapchanie rowków wiertła wiórami, niejednolitość materiału obrabianego mogą spowodować szybkie wykruszenie lub zużycie się krawędzi skrawających oraz złamanie roboczej części narzędzia.

4.5.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1) Jakie czynność należy wykonać przed przystąpieniem do wiercenia?
2) W jaki sposób wykonuje się wiercenie otworów przelotowych?
3) W jaki sposób wykonuje się wiercenie otworów nieprzelotowych?
4) W jaki sposób wierci się otwory o dużych średnicach?
5) W jakim celu stosuje się rozwiercanie?
6) W jakim celu stosuje się pogłębianie?
7) Jakie są najczęstsze przyczyny powstawania braków podczas obróbki otworów?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj wiercenie otworów w płycie stalowej zgodnie z dokumentacją.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

1) zapoznać się z techniką wiercenia,
2) dobrać narzędzie do wiercenia,
3) dobrać uchwyty i oprawki narzędziowe,
4) sprawdzić stan techniczny wiertła i uchwytów,
5) dobrać i ustawić parametry skrawania,
6) wykonać wiercenie otworów,
7) uporządkować stanowisko pracy,
8) zagospodarować odpady,
9) dokonać oceny wykonanej pracy,
10) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

– instrukcja do wykonania ćwiczenia zawierająca dokumentację zadania wraz z rysunkiem,
– imadło uniwersalne,
– wiertarka stołowa,
– wiertła,
– uchwyt wiertarski,
– suwmiarka,
– pisaki,
– kartki papieru.

Ćwiczenie 2

Wykonaj rozwiercanie otworu w płycie stalowej zgodnie z dokumentacją.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

1) zapoznać się z techniką rozwiercania,
2) dobrać właściwe wiertło do wykonania otworu pod rozwiertak,
3) dobrać narzędzie do rozwiercania,
4) dobrać uchwyty i oprawki narzędziowe,
5) sprawdzić stan techniczny narzędzi i uchwytów,
6) dobrać i ustawić parametry skrawania do wiercenia,
7) wykonać wiercenie otworu,
8) dobrać i ustawić parametry skrawania do rozwiercania,
9) wykonać rozwiercanie otworu,
10) uporządkować stanowisko pracy,
11) zagospodarować odpady,
12) dokonać oceny wykonanej pracy,
13) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- instrukcja do wykonania ćwiczenia zawierająca dokumentację zadania wraz z rysunkiem,
- imadło ślusarskie,
- wiertarka stołowa,
- wiertła,
- rozwiertaki,
- uchwyt wiertarski,
- oprawki,
- suwmiarka
- pisaki,
- kartki papieru.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	**Nie**
1) wykonać wiercenie otworu?	□	□
2) wykonać rozwiercanie otworu?	□	□
3) wykonać pogłębianie otworu?	□	□
4) wskazać przyczyny powstawania braków podczas obróbki otworów?	□	□

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIA

1. Przeczytaj dokładnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Odpowiedzi udzielaj wyłącznie na karcie odpowiedzi.
4. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
5. Test zawiera 20 zadań.
6. Do każdego zadania podane są cztery odpowiedzi, z których tylko jedna jest prawidłowa.
7. Zaznacz prawidłową według Ciebie odpowiedź wstawiając literę X w odpowiednim miejscu na karcie odpowiedzi.
8. W przypadku pomyłki zaznacz błędną odpowiedź kółkiem, a następnie literą X zaznacz odpowiedź prawidłową.
9. Za każde poprawne rozwiązanie zadania otrzymujesz jeden punkt.
10. Za udzielenie błędnej odpowiedzi, jej brak lub zakreślenie więcej niż jednej odpowiedzi – otrzymujesz zero punktów.
11. Uważnie czytaj treść zadań i proponowane warianty odpowiedzi.
12. Nie odpowiadaj bez zastanowienia; jeśli któreś z zadań sprawi Ci trudność – przejdź do następnego. Do zadań, na które nie udzieliłeś odpowiedzi możesz wrócić później.
13. Pamiętaj, że odpowiedzi masz udzielać samodzielnie.
14. Na rozwiązanie testu masz 40 minut.

Powodzenia

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

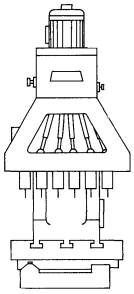
1. Wielkościami charakteryzującymi wszystkie wiertarki są
   a) maksymalna średnica otworu wierconego oraz prędkość obrotowa wrzeciona.
   b) maksymalna średnica otworu wierconego oraz posuw narzędzia.
   c) maksymalna średnica otworu wierconego oraz prędkość skrawania.
   d) prędkość skrawania oraz prędkość obrotowa wrzeciona.

2. Wiertarki stołowe są przeznaczone do wykonywania otworów o średnicy
   a) do 10 mm.
   b) do 16 mm.
   c) do 20 mm.
   d) do 30 mm.

3. Do wykonywania otworów w dużych przedmiotach (np. w korpusach) bez konieczności zmiany położenia przedmiotu obrabianego służy wiertarka
   a) promieniowa.
   b) kadłubowa.
   c) rewolwerowa.
   d) stojakowa.

4. Rysunek przedstawia wiertarkę
   a) kadłubową.
   b) stołową.
   c) słupową.
   d) promieniową.

5. Rysunek przedstawia wiertarkę
   a) rewolwerową.
   b) promieniową.
   c) wielowrzecionową.
   d) kolumnową



6. Wiertła o kącie wierzchołkowym wynoszącym 118° są stosowane do wiercenia
   a) stali.
   b) aluminium.
   c) żeliwa.
   d) tworzyw sztucznych.

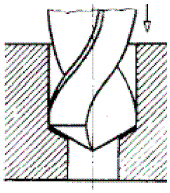
7. Wiertła kręte z chwytem walcowym do żeliwa i stali oznaczone są symbolem
   a) NWKa.
   b) NWKc.
   c) NWKk.
   d) NWKz.

8. Do wiercenia otworów w stali ulepszonej cieplnie używa się wierteł z ostrzami
   a) ze stali szybkotnącej.
   b) z węglika spiekanego.
   c) ze stali narzędziowej.
   d) ze stali konstrukcyjnej.

9. Do mocowania wierteł z chwytem stożkowym używa się
   a) uchwytów trójszczękowych.
   b) tulei redukcyjnych.
   c) oprawek wiertarskich.
   d) uchwytów czteroszczękowych.

10. Pogłębianie polega na wykonaniu wgłębienia
    a) na umieszczenie walcowego lub stożkowego łba wkręta lub nitu.
    b) w celu usunięcia błędów geometrycznych otworu.
    c) w celu uzyskania dokładnego wymiaru średnicy otworu.
    d) w celu wprowadzenia rozwiertaka.

11. Rysunek przedstawia
    a) wiercenie.
    b) pogłębianie.
    c) powiercanie.
    d) rozwiercanie.



12. Otwór o dokładnych wymiarach wykonuje się za pomocą
    a) powiercania.
    b) wiercenia.
    c) rozwiercania.
    d) pogłębiania.

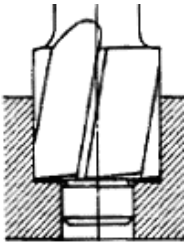
13. Rysunek przedstawia
    a) pogłębiacz czołowy.
    b) wiertło stopniowe.
    c) rozwiertak zgrubny.
    d) głowicę wiertarską.

14. Prędkość obrotową wrzeciona wiertarki dobiera się na podstawie
    a) średnicy otworu.
    b) posuwu.
    c) prędkości skrawania.
    d) średnicy narzędzia.

15. Do wiercenia otworów w wałku prostopadle do jego osi przedmiot obrabiany mocuje się
    a) w imadle.
    b) w podstawach pryzmowych.
    c) bezpośrednio na stole obrabiarki.
    d) za pomocą kątownika.

16. W produkcji masowej bardzo często do mocowania przedmiotów wierconych stosowane są
    a) imadła uniwersalne.
    b) imadła ręczne.
    c) przyrządy wiertarskie.
    d) uchwyty wiertarskie.

17. Rysunek przedstawia
    a) pogłębianie.
    b) powiercanie.
    c) rozwiercanie.
    d) wiercenie.



18. Podczas wiercenia otworów przelotowych, gdy wiertło zaczyna przechodzić przez materiał na wylot, należy
    a) zmniejszyć posuw.
    b) zmniejszyć obroty wrzeciona.
    c) zwiększyć posuw.
    d) zwiększyć obroty wrzeciona.

19. Rysunek przedstawia
    a) rozwiertak nasadzany.
    b) pogłębiacz czołowy.
    c) głowicę wiertarską.
    d) wiertło.

20. Otwory stożkowe o dużej zbieżności obrabia się kompletem rozwiertaków ręcznych składającym się z
    a) dwóch rozwiertaków.
    b) trzech rozwiertaków.
    c) czterech rozwiertaków.
    d) pięciu rozwiertaków.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko .....

Wykonywanie otworów okrągłych

Zakreśl poprawną odpowiedź.

Nr zadania	Odpowiedzi				Punkty
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
11	a	b	c	d	
12	a	b	c	d	
13	a	b	c	d	
14	a	b	c	d	
15	a	b	c	d	
16	a	b	c	d	
17	a	b	c	d	
18	a	b	c	d	
19	a	b	c	d	
20	a	b	c	d	
				Razem:	

6. LITERATURA

1. Górecki A.: Technologia ogólna. Podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa 2005
2. Mac S.: Obróbka metali. WSiP, Warszawa 1999
3. Paderewski K.: Obrabiarki. WSiP, Warszawa 2004
4. www.bosch.pl
5. www.rafaela.com.pl
6. www.baildonit.com
7. www.sandvik.com
8. www.jarmet.com
9. www.wnt.com