



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Barbara Oleszek
Halina Walkiewicz

**Zastosowanie podstawowych technik
wytwarzania części maszyn
311[20].O4.02**

Poradnik dla ucznia

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2005**

Recenzenci:

mgr inż. Sławomir Jędrzejowski

mgr inż. Jan Stanisław Kawiński

Opracowanie redakcyjne

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr inż. Zbigniew Kramek

Korekta:

mgr Edyta Kozieł

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[20].O4.02 Zastosowanie podstawowych technik wytwarzania części maszyn w modułowym programie nauczania dla zawodu technik mechanik.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	4
3. Cele kształcenia	5
4. Materiał nauczania	6
4.1. Wyposażenie i organizacja stanowiska do obróbki ręcznej	6
4.1.1. Materiał nauczania	6
4.1.2. Pytania sprawdzające	7
4.1.3. Ćwiczenia	7
4.1.4. Sprawdzian postępów	8
4.2. Bhp na stanowisku obróbki ręcznej	8
4.2.1. Materiał nauczania	8
4.2.2. Pytania sprawdzające	10
4.2.3. Ćwiczenia	10
4.2.4. Sprawdzian postępów	11
4.3. Trasowanie	11
4.3.1. Materiał nauczania	11
4.3.2. Pytania sprawdzające	13
4.3.3. Ćwiczenia	14
4.3.4. Sprawdzian postępów	15
4.4. Podstawowe prace obróbki ręcznej	15
4.4.1. Materiał nauczania	15
4.4.2. Pytania sprawdzające	25
4.4.3. Ćwiczenia	25
4.4.4. Sprawdzian postępów	31
4.5. Odlewnictwo	31
4.5.1. Materiał nauczania	31
4.5.2. Pytania sprawdzające	34
4.5.3. Ćwiczenia	34
4.5.4. Sprawdzian postępów	35
4.6. Obróbka plastyczna	36
4.6.1. Materiał nauczania	36
4.6.2. Pytania sprawdzające	40
4.6.3. Ćwiczenia	40
4.6.4. Sprawdzian postępów	42
4.7. Maszynowa obróbka wiórowa	42
4.7.1. Materiał nauczania	42
4.7.2. Pytania sprawdzające	46
4.7.3. Ćwiczenia	46
4.7.4. Sprawdzian postępów	49
4.8. Spajanie metali i stopów	49
4.8.1. Materiał nauczania	49
4.8.2. Pytania sprawdzające	53
4.8.3. Ćwiczenia	54
4.8.4. Sprawdzian postępów	55
5. Sprawdzian osiągnięć	56
6. Literatura	60

1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny we wzbogacaniu wiedzy o pojęciach związanych z obróbką ręczną i zastosowaniem podstawowych technik wytwarzania części maszyn oraz zasadami bezpiecznej pracy.

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne, wykaz umiejętności, jakie powinieneś mieć już ukształtowane, abyś bez problemów mógł korzystać z poradnika,
- cele kształcenia, wykaz umiejętności jakie ukształtujesz podczas pracy z poradnikiem,
- materiał nauczania, „pigułkę” wiadomości teoretycznych niezbędnych do opanowania treści jednostki modułowej,
- zestaw pytań przydatny do sprawdzenia, czy już opanowałeś podane treści,
- ćwiczenia, które mają na celu ukształtowanie Twoich umiejętności praktycznych,
- sprawdzian postępów, dzięki któremu sam określisz swoje umiejętności,
- sprawdzian osiągnięć, przykładowy zestaw zadań i pytań (pozytywny wynik sprawdzianu potwierdzi, że dobrze pracowałeś podczas lekcji i że opanowałeś wiedzę i umiejętności z zakresu jednostki modułowej),
- literaturę podstawową oraz uzupełniającą.

W razie wątpliwości zwróć się o pomoc do nauczyciela.

W materiale nauczania zostały omówione zagadnienia związane z przygotowaniem stanowiska pracy do obróbki ręcznej oraz podstawowe techniki wytwarzania.

Odpowiadając na pytania sprawdzające przekonasz się czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń, czy też powinieneś jeszcze wrócić do rozdziału „Materiał nauczania”.

Kolejny etap pracy poznawania technik wytwarzania, to wykonanie ćwiczeń zawartych w poradniku lub zaproponowanych przez nauczyciela. Wykonując ćwiczenia zapoznasz się rodzajem i zastosowaniem wielu technik wytwarzania między innymi przez obserwację gotowych wyrobów, przez wykonywanie części metodami obróbki ręcznej i obróbki wiórowej, wykorzystując informacje zawarte w PN, poradnikach, katalogach.

Kolejny etap pracy z poradnikiem to „Sprawdzian postępów” dzięki któremu ocenisz swoje umiejętności. Przeczytaj pytania i odpowiedz na nie wstawiając znak X w odpowiednie miejsce. Zakreślenie odpowiedzi „Nie” wskazuje na luki w Twojej wiedzy. Powinieneś wówczas wrócić do treści, które niedostatecznie opanowałeś.

Rozdział piąty poradnika, to sprawdzian osiągnięć zawierający zestaw zadań testowych o różnym stopniu trudności, który zawiera również instrukcję (czyli techniczną wskazówkę rozwiązywania testu) i kartę odpowiedzi.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- korzystać z różnych źródeł informacji,
- selekcjonować, porządkować i przechowywać informacje,
- odczytywać rysunki techniczne,
- wykonywać proste pomiary warsztatowe,
- wykonywać proste działania matematyczne,
- interpretować związki wyrażone za pomocą wzorów, wykresów, tabel,
- posługiwać się podstawowymi pojęciami z zakresu dokumentacji technicznej oraz bezpieczeństwa i higieny pracy,
- przestrzegać zasadę bhp i ppoż,
- współpracować w grupie,
- prezentować wyniki własnych działań.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinien umieć:

- przygotować stanowisko do wykonywanej pracy,
- dobrać narzędzia, elektronarzędzia, przyrządy, urządzenia i materiały do wykonywanych zadań,
- obsłużyć wiertarkę i szlifierkę,
- wykonać trasowanie na płaszczyźnie,
- wykonać prace z zakresu obróbki ręcznej: ścinanie, cięcie, prostowanie, gięcie, piłowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie,
- naostrzyć narzędzia używane do obróbki ręcznej,
- scharakteryzować odlewanie,
- rozróżnić podstawowe rodzaje obróbki plastycznej,
- rozróżnić podstawowe sposoby maszynowej obróbki wiórowej,
- rozróżnić sposoby spajania metali i stopów,
- wykonać połączenie lutowane,
- sprawdzić jakość wykonanej pracy,
- zastosować przepisy bhp, ochrony ppoż i ochrony środowiska podczas wykonywania pracy,
- posłużyć się dokumentacją techniczną, DTR, PN, instrukcjami obsługi.

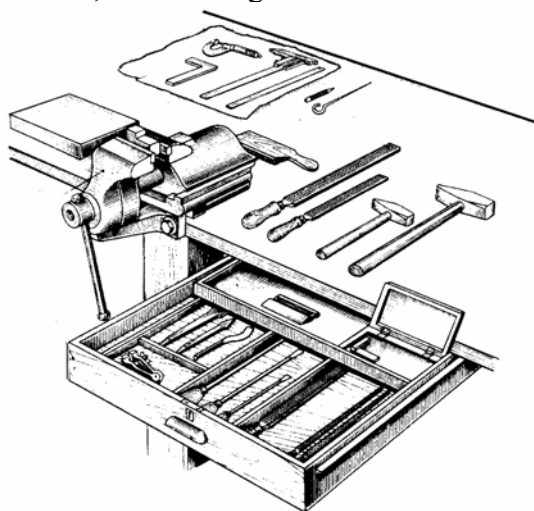
4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Wyposażenie i organizacja stanowiska do obróbki ręcznej

4.1.1. Materiał nauczania

Obróbka ręczna wchodzi w zakres prac ślusarskich i ma na celu nadanie przedmiotom żądanych kształtów i właściwych wymiarów oraz poprawienie jakości powierzchni, najczęściej poprzednio obrobionych mechanicznie.

Na stanowisku roboczym do obróbki ręcznej powinien znajdować się stół ślusarski z szufladą, imadłem oraz narzędziami podstawowymi i przyborami pomocniczymi (rys. 1.1.). Podstawowe narzędzia pomiarowe i przybory pomocnicze używane na stanowisku do obróbki ręcznej to: przymiar kreskowy, suwmiarka uniwersalna, macki do pomiarów zewnętrznych i wewnętrznych, głębokościomierz, liniał krawędziowy, kątomierz uniwersalny, kątownik 90°, cyrkiel, sprawdziany do wałków, otworów i gwintów.



Rys. 1.1. Rozmieszczenie narzędzi na stole ślusarskim[1]

Podstawowe narzędzia, które stanowią stałe wyposażenie stanowiska ślusarskiego to: młotki, pilniki, przecinaki, wkrętaki, punktaki, skrobaki, piłki ręczne. Inne narzędzia np. wiertła, gwintowniki, narzynki pobiera się z wypożyczalni narzędzi.

Oprócz stanowiska głównego (przy stole ślusarskim) mogą znajdować się stanowiska pomocnicze, na przykład stanowisko przy płycie traserskiej, pile mechanicznej, wiertarce.

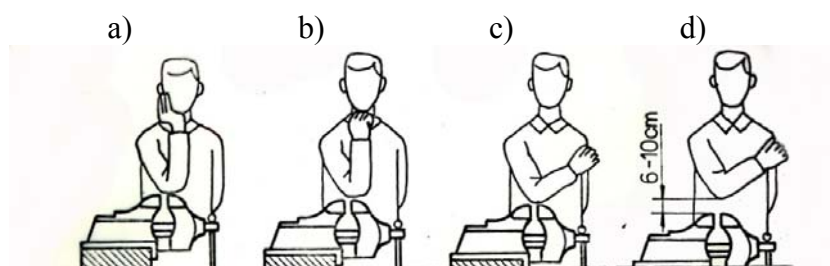
Organizacja pracy na stanowisku roboczym polega na przygotowaniu stanowiska do wykonania określonych prac, ułożeniu planu pracy, przygotowaniu materiału i narzędzi, utrzymaniu w porządku stanowiska i właściwym przechowywaniu materiału, narzędzi, dokumentacji. W tym celu należy stosować kilka podstawowych zasad :

- na stanowisku ułożyć tylko te przedmioty, które są niezbędne do wykonania danej pracy,
- przedmioty trzymane w lewej ręce układać na lewo od imadła, a przedmioty trzymane w prawej ręce na prawo,
- przedmioty używane częściej układać bliżej niż przedmioty używane rzadziej,
- przed rozpoczęciem pracy należy oczyścić stanowisko; narzędzia i ułożyć je w odpowiednim porządku,
- należy zapoznać się z rysunkiem, instrukcją i przygotować plan działania,
- podczas obróbki należy systematycznie sprawdzać wymiary przedmiotu,

- po skończeniu pracy należy oczyścić narzędzia, zakonserwować je i ułożyć na swoim miejscu zgodnie z przeznaczeniem.

Podczas prac ślusarskich przedmioty obrabiane mocowane są najczęściej w imadłach. Rozróżnia się imadła ślusarskie ogólnego przeznaczenia stałe i przenośne z zamocowaniem ręcznym, mechanicznym lub mechanicznym pneumatycznym, z prowadzeniem prostokątnym albo pryzmowym z ruchomą przednią lub tylną szczęką, obrotowe albo nieobrotowe oraz imadła rozchylne. Główne wymiary imadeł ślusarskich znajdują się w normie PN-84/M-60903. Do mocowania drobnych przedmiotów służą imadła ręczne. Prawidłowo ustawione imadło powinno się znajdować na odpowiedniej wysokości. W przypadku osób niskich należy pod nogi położyć podest drewniany. Dla osoby wysokiej trzeba umieścić imadło na odpowiedniej podkładce.

Zasady ustawienia imadła w zależności od rodzaju pracy przedstawiono na rys. 1.2.



Rys 1.2. Wysokość ustawienia imadła przy różnych pracach: a) praca lekka, b) prace różne wykonywane dorywczo, c) praca średnio ciężka, d) praca ciężka (obróbka zgrubna, ścinanie) [1]

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaki jest cel obróbki ręcznej?
2. Gdzie najczęściej wykonywane są czynności wchodzące w skład obróbki ręcznej?
3. Co powinno znajdować się na stanowisku do obróbki ręcznej?
4. Jakie są podstawowe narzędzia pomiarowe używane na stanowisku do obróbki ręcznej?
5. Jakie narzędzia stanowią stałe wyposażenie stanowiska ślusarskiego?
6. Skąd ślusarz bierze pozostałe narzędzia potrzebne do wykonania określonych robót?
7. Na czym polega organizacja pracy na stanowisku ślusarskim?
8. W jaki sposób mocuje się przedmioty podczas obróbki ręcznej?
9. Od czego zależy wysokość ustawienia imadła na stole?
10. Jakie są podstawowe zasady organizacji pracy na stanowisku do obróbki ręcznej?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Pracując w parze z kolegą, z zestawu przygotowanych narzędzi pomiarowych i obróbkowych wybierz te, które powinny znaleźć się na stanowisku do obróbki ręcznej jako stałe wyposażenie stanowiska. Przedstaw zasady prawidłowej organizacji tego stanowiska.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Nauczyciel przedstawi Ci narzędzia pomiarowe i przybory pomocnicze. Wśród nich znajdują się te, które powinny znaleźć się na stanowisku do obróbki ręcznej. Wybierz je i przedstaw nauczycielowi wraz z zasadami prawidłowej organizacji stanowiska do obróbki ręcznej.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Czujnik zegarowy, suwmiarka, przymiar kreskowy, liniał krawędziowy, kątownik 90°, liniał sinusowy, pilniki, młotek, imadło ślusarskie, gwintownik, wiertła, wkręta

Ćwiczenie 2

Zapoznaj się z normą PN-84/M-60903 (Przyrządy i uchwyty. Imadła ślusarskie), zidentyfikuj rodzaj imadła znajdującego się na stanowisku do obróbki ręcznej w Waszej pracowni i sprawdź wysokość jego ustawienia. Zaproponuj sposób rozwiązania w przypadku niedostosowania położenia wysokości szczęk imadła do Twojego wzrostu.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Zapoznaj się z PN, zobacz jaki rodzaj imadła znajduje się w pracowni. Zastanów się jaka powinna być wysokość ustawienia imadła w zależności od wzrostu pracownika. Przyjmij zasadę ustawienia stosowaną w przypadku różnych prac wykonywanych dorywczo. Sprawdź położenie imadła i przedstaw nauczycielowi propozycje rozwiązania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

PN-84/M-60903 Przyrządy i uchwyty. Imadła ślusarskie, stół ślusarski z imadłem .

4.1.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) wyjaśnić pojęcie obróbki ręcznej?	☐	☐
2) wskazać podstawowe narzędzia pomiarowe używane na stanowisku do obróbki ręcznej?	☐	☐
3) dobrać skład kompletu narzędzi stanowiących stałe wyposażenie stanowiska ślusarskiego?	☐	☐
4) zastosować podstawowe zasady prawidłowej organizacji stanowiska do obróbki ręcznej?	☐	☐
5) skorzystać z PN?	☐	☐
6) ustawić wysokość imadła na stanowisku?	☐	☐

4.2. Bhp na stanowisku obróbki ręcznej

4.2.1. Materiał nauczania

Przestrzeganie zasad bhp na stanowisku pracy pozwala na uniknięcie wielu wypadków. Przystępując do pracy na stanowisku obróbki ręcznej pracownik powinien być zdrowy i wypoczęty, ubrany w ubranie ochronne bez luźnych, zwisających części, w czapce lub berecie na głowie.

Najczęstsze uszkodzenia ciała występujące jako wynik urazu w przypadku pracowników warsztatów to rany szarpane (poszarpana część ciała przez ostre, sterczące przedmioty), rany cięte (uszkodzenie powierzchni tkanki ostrą krawędzią blachy lub nożem), rany klute, tłuczone. Podczas piłowania często zdarzają się skaleczenia rąk wskutek przesunięcia ręki po ostrych krawędziach obrabianego przedmiotu lub usuwania opiłków z powierzchni przedmiotu.

Ze względu na bezpieczeństwo pracowników podłoga na stanowisku obróbki ręcznej powinna być z kostki drewnianej lub mas asfaltowych. Należy unikać rozlewania oleju lub zanieczyszczenia podłogi smarem gdyż może to być przyczyną wypadków.

Podczas pracy na stanowiskach obróbki ręcznej i ręczno-maszynowej należy przestrzegać następujących przepisów i zasad:

1. Urządzenia, sprzęt i maszyny powinny być obsługiwane przez uprawnionego, odpowiednio przeszkolonego pracownika.
 2. Na widocznym miejscu musi znajdować się instrukcja obsługi urządzenia.
 3. Stoły warsztatowe, na których podczas obróbki odpryskują wióry powinny mieć ekrany z drobnej siatki drucianej zabezpieczające pracowników na sąsiednich stanowiskach przed odpryskami.
 4. Przedmioty obrabiane powinny być prawidłowo i pewnie zamocowane tak aby podczas obróbki nie nastąpiło ich przesunięcie i odmocowanie co może być przyczyną wypadku.
 5. Należy posługiwać się sprawnymi narzędziami. W przypadku młotków należy sprawdzić czy trzonek, wykonany z twardego drewna jest prawidłowo osadzony i zabezpieczony przed wypadnięciem stalowym klinem, wbitym w czoło nasady trzonka. Pojawiające się zadziory na obuchu młotka (podobnie na łbie przecinaka) powinny być usunięte na szlifierce gdyż odpryski mogą być przyczyną zranienia.
 6. Ostre końce rysików na znacznikach traserskich należy zabezpieczać po pracy przez nasadzenie na ostrze korków.
 7. Podczas wykonywania operacji, w których powstają odpryski, należy używać okularów ochronnych.
 8. Pilniki powinny być pewnie osadzone w rękojeści, która nie może być pęknięta. Przy osadzaniu pilnika należy trzymać go w dłoni a uderzać o stół rękojeścią.
 9. Brzeszczoty pił powinny być odpowiednio naprężone.
 10. Podczas ostrzenia narzędzi lub pracy na szlifierkach należy używać okularów ochronnych. Nie wolno dotykać lub zatrzymywać ręką obracających się części.
 11. Nie wolno wykonywać pomiarów na wiertarce podczas ruchu wrzeciona.
 12. Przy zakładaniu ściernicy należy sprawdzić czy nie jest pęknięta (przy lekkim stuknięciu wydaje czysty dźwięk) i należy ją dokładnie wyważyć.
 13. Wirujące części urządzeń powinny być zabezpieczone osłonami.
 14. Powstające wióry i opiłki należy usuwać szczotką lub haczykiem.
 15. Podczas cięcia blach nożycami należy pamiętać aby nożyce dźwigniowe zabezpieczać przed samoczynnym opadnięciem. Nożyce krążkowe i gilotynowe powinny mieć odpowiednie osłony zabezpieczające przed wsunięciem rąk w obszar pracy ostrzy.
 16. Do lamp stanowiących oświetlenie miejscowe należy stosować napięcie 24 V.
 17. Narzędzia i urządzenia o napędzie elektrycznym powinny mieć uziemienie.
 18. Narzędzia ręczne używane przy pracach elektrycznych powinny mieć izolowane uchwyty.
 19. Nie wolno dotykać ręką przewodów z uszkodzoną izolacją lub bez izolacji.
 20. Pomieszczenia, w których znajdują się stanowiska do obróbki ręcznej powinny mieć zapewnioną prawidłową wentylację i właściwe oświetlenie.
 21. Podczas lutowania należy zachować ostrożność aby nie ulec poparzeniu.
- Na stanowiskach obróbki ręcznej i ręczno-maszynowej powinna znajdować się instrukcja stanowiskowa, z którą pracownik powinien zapoznać się przed rozpoczęciem pracy.

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaki powinien być strój pracownika na stanowisku obróbki ręcznej?
2. Co pozwala na uniknięcie wielu wypadków w pracy?
3. Jakie są najczęstsze urazy ciała podczas obróbki ręcznej?
4. Kto może obsługiwać sprzęt i urządzenia znajdujące się na stanowiskach pracy?
5. Z czego powinna być wykonana podłoga na stanowisku ślusarskim?
6. Do czego służą ekrany przymocowane do stołów warsztatowych?
7. Jakie są podstawowe przepisy i zasady, których należy przestrzegać na stanowisku do obróbki ręcznej?
8. W jaki sposób usuwa się wióry i opiłki?
9. Jak są zabezpieczone wirujące części urządzeń?
10. W jaki sposób zabezpiecza się nożyce przed wsunięciem rąk w obszar ostrzy?
11. Jakie napięcie powinno być stosowane do lamp stanowiących oświetlenie miejscowe?
12. Co powinny mieć narzędzia i urządzenia o napędzie elektrycznym?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Pracując w 3 osobowych zespołach z grupy przedstawionych narzędzi wybierz te, których nie powinieneś używać podczas pracy. Czym kierowałeś się przy wyborze? Uzasadnij swoją odpowiedź.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Nauczyciel przedstawi ci do wyboru różne narzędzia. Spośród nich wybierz i przedstaw nauczycielowi te, którymi nie powinieneś posługiwać się podczas obróbki. Uzasadnij swój wybór.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

Pilniki, młotki, przecinaki, tarcza szlifierska wśród nich znajduje się przynajmniej jedno narzędzie, którego nie wolno używać ze względu na zasady bhp.

Ćwiczenie 2

W tabeli podano opis sytuacji stwarzających zagrożenia dla pracownika. Uzupełnij tabelę opisując powstałe zagrożenie i zaproponuj rozwiązanie, które zapobiegnie wypadkowi.

Lp.	Opis sytuacji na stanowisku pracy	Opis zagrożenia	Sposób rozwiązania
1	Na podłodze jest rozlany olej.		
2	Pracownik obsługujący wiertarkę ma luźne, rozpięte mankiety.		
3	W trzonku młotka brak klina zabezpieczającego.		
4	Przy próbie ściernicy „na dźwięk” występuje głuchy odgłos.		
5	Przedmiot zamocowany w imadle podczas obróbki lekko się przesuwa.		

6	Przy ostrzeniu narzędzi pracownik nie używa okularów ochronnych.		
7	W wiertarce stołowej podniesiona jest osłona pasa napędowego.		

Sposób wykonania ćwiczenia:

W tabeli w kolumnie drugiej przedstawiono sytuacje, z którymi możesz się spotkać podczas obróbki. Zastanów się jakie zagrożenia z nich wynikają i wpisz je w odpowiednie wiersze kolumny trzeciej. W kolumnie czwartej wpisz zaproponowane przez Ciebie rozwiązanie zgodne z przepisami bhp, które pozwoli uniknąć zagrożenia. Do rozwiązywania niektórych sytuacji wykorzystaj instrukcję bhp znajdującą się w DTR wiertarki i instrukcję stanowiskową. Po wypełnieniu tabeli przedstaw ją nauczycielowi.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Instrukcje stanowiskowe i DTR wiertarki, instrukcja pracy metodą tekstu przewodniego, pytania prowadzące.

4.2.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) określić zagrożenia na stanowisku obróbki ręcznej?	☐	☐
2) wymienić najczęstsze przyczyny wypadków podczas obróbki ręcznej?	☐	☐
3) zastosować podstawowe przepisy i zasady bhp?	☐	☐
4) określić i zastosować kryteria wyboru narzędzi i urządzeń?	☐	☐
5) odnaleźć w DTR instrukcję bhp?	☐	☐

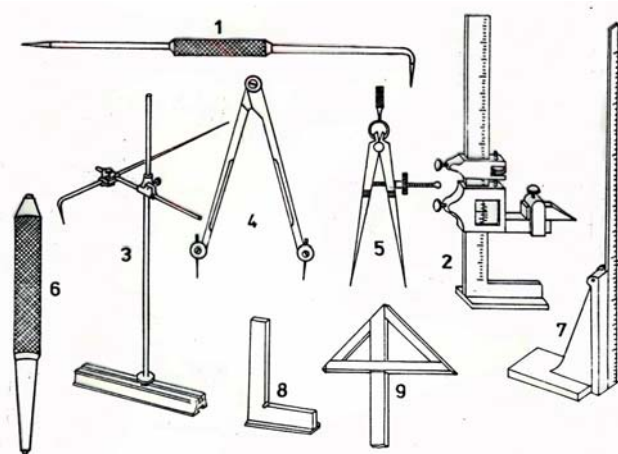
4.3. Trasowanie

4.3.1. Materiał nauczania

Trasowanie to zespół czynności wyznaczania na powierzchni półwyrobu (blachy, odlewu) linii obróbkowych, środków otworów, osi symetrii, obrysów warstw przewidzianych do usunięcia podczas obróbki. Rozróżnia się trasowanie płaskie i trasowanie przestrzenne. Celem trasowania jest przeniesienie z rysunku technicznego na półfabrykat wymiarów i zarysów przedmiotu po to aby ułatwić obróbkę i umożliwić zachowanie żądanych wymiarów.

Trasowanie stosowane jest przede wszystkim w produkcji jednostkowej. Do trasowania stosowane są podstawowe narzędzia traserskie i pomiarowe (rys. 3.1).

Przedmioty okrągłe ustawia się na pryzmie traserskiej.



Rys. 3.1. Narzędzia traserskie: 1-rysik, 2-suwmiarka traserska, 3-znacznik, 4,5-cyrkle traserskie, 6-punktak, 7-liniał traserski z podstawą, 8-kątownik, 9-środkownik [10]

Prace traserskie wykonuje się na płycie traserskiej, która wchodzi w skład stanowiska traserskiego. W celu zwiększenia czytelności nanoszonych linii przedmioty maluje się. Do tego celu stosuje się pomocnicze materiały traserskie, do których należą: kreda, farba biała (kreda rozrobiona w wodzie z dodatkiem oleju lnianego), roztwór wodny siarczanu miedzi (do obrobionych przedmiotów stalowych lub żeliwnych), naczynie blaszane na farby i pędzel.

Przed przystąpieniem do trasowania należy:

- określić stan i jakość materiału przeznaczonego do trasowania,
- oczyścić przedmiot z brudu i produktów korozji,
- odtłuścić przedmiot,
- sprawdzić główne wymiary z uwzględnieniem naddatków na obróbkę,
- przyjąć bazę traserską, (bazę traserską stanowi punkt, płaszczyzna lub oś symetrii, od której odmierza się wymiary na przedmiocie),
- pomalować przedmiot w miejscu przewidywanych tras i punktów w celu zwiększenia widoczności trasowanych linii.

Trasowanie zaczyna się od wyznaczenia głównych osi symetrii przedmiotu. Jeżeli zarys składa się z odcinków prostych i łuków, to najpierw wykreśla się linie proste, a następnie łączy się je łukami lub krzywymi. Podczas obróbki wyznaczone linie mogą ulec starciowi dlatego przecięcia linii, środki okręgów, łuki i dłuższe kresy punktuje się w odstępach od 20 do 50 mm. Łuki, okręgi i kresy krótkie punktuje się w odstępach od 5 do 10 mm. Do odmierzania wymiarów używa się cyrkla lub przymiaru. Trasowanie odbywa się podobnie jak wykreślanie konstrukcji geometrycznych na papierze.

Trasowanie głównych osi symetrii na przedmiotach płaskich o zarysach prostokątnych przebiega następująco: przedmiot układa się na płycie traserskiej i za pomocą cyrkla dzieli się przeciwległe boki przedmiotu na połowę, a następnie łączy się przeciwległe punkty podziału. Otrzymane odcinki stanowią osie symetrii przedmiotu.

Trasowanie środka otworu, który ma być wywiercony polega na wyznaczeniu dwóch wzajemnie prostopadłych linii, na których przecięciu znajduje się środek otworu.

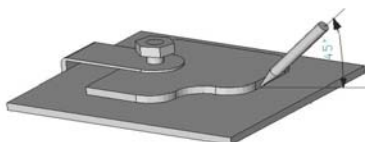
Do trasowania okręgów i łuków używa się ostrego cyrkla, rozwartego na określony promień. Jedno ramię umieszcza się w napunktowanym środku łuku lub okręgu. Lekko naciskając na drugie ramię cyrkla zataczamy łuk.

Trasowanie linii prostych równoległych do siebie wykonuje się przesuwając kątownik wzdłuż prowadnicy, którą może być liniał stalowy. Jeśli krawędź płaszczyzny jest prosta to można po niej przesuwac kątownik ze stopką.

Trasowanie kątów odbywa się przy użyciu kątomierzy. Gdy wartość kąta nie jest podana, lecz przenoszona z rysunku to trasowanie kątów odbywa się metodą geometryczną.

Środki czół wałków wyznacza się za pomocą środkownika. Środkownik przykładą się do wałka w ten sposób, by jego boczne ramiona były styczne do okręgu i wzdłuż ramienia środkowego wykreśla się rysę a następnie przesuwa się go o kąt 90° i wykreśla się drugą rysę. W punkcie przecięcia rys będzie znajdował się środek.

W przypadku większej liczby jednakowych przedmiotów stosuje się trasowanie według wzorników (rys. 3.2). Polega ono na przyłożeniu do płaszczyzny materiału wzornika wykonanego z blachy o grubości od 1,5 do 2 mm, i obrysowaniu jego zarysu rysikiem prowadzonym przy krawędzi pod kątem 45° do powierzchni przedmiotu.



Rys. 3.2. Trasowanie według wzornika [10]

Trasowanie przestrzenne polega na wyznaczeniu linii określających granice, do których należy zebrać materiał, gdy linie te leżą w różnych płaszczyznach. Przedmiot ustawia się bezpośrednio na płycie traserskiej, na pryzmie traserskiej lub w specjalnym przyrządzie.

Dokładność trasowania będzie zależeć od:

- dokładności wykonania płyty traserskiej i przyrządów pomocniczych,
- dokładności narzędzi pomiarowych i narzędzi użytych do przenoszenia wymiarów,
- dokładności stosowanych metod traserskich,
- kwalifikacji i stanu psychicznego pracownika.

4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co to jest trasowanie?
2. W jakim celu trasujemy?
3. Jakie są rodzaje trasowania?
4. Jakie narzędzia są niezbędne do trasowania?
5. W jakim celu maluje się przedmioty trasowane?
6. W jaki sposób zabezpiecza się przed ścieraniem nanoszone linie traserskie?
7. Co należy zrobić przed przystąpieniem do trasowania?
8. Co to jest baza traserska?
9. Od czego zaczyna się zazwyczaj trasowanie?
10. Czym wykreśla się łuki?
11. W jaki sposób trasuje się linie pochylone pod kątem?
12. Od czego zależy dokładność trasowania?
13. Kiedy stosuje się trasowanie według wzornika?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Spośród przedstawionych narzędzi wybierz 6 narzędzi i przyrządów traserskich. Podaj ich nazwę oraz przeznaczenie. Wpisz odpowiedzi do tabelki wykonanej według wzoru:

Lp.	Nazwa narzędzia	Przeznaczenie
1		

Sposób wykonania ćwiczenia:

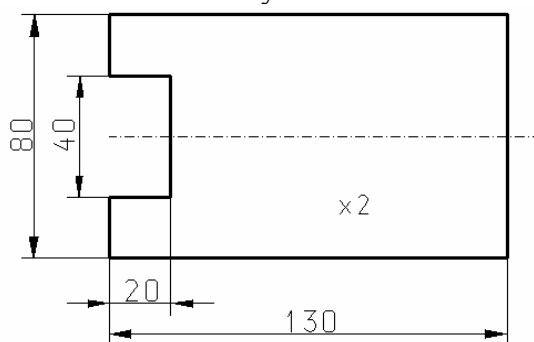
Nauczyciel przedstawi ci ponumerowane narzędzia i przyrządy wśród których znajduje się 6 stosowanych podczas trasowania. Wybierz je, zastanów się nad ich nazwami i zastosowaniem a następnie wpisz odpowiedzi do tabelki i przedstaw nauczycielowi.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

Grupa przynajmniej 10 ponumerowanych narzędzi i przyrządów, wśród których znajduje się 6 narzędzi i przyrządów traserskich.

Ćwiczenie 2

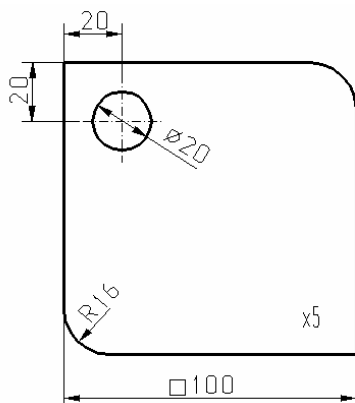
Wytrasuj na stalowej płytce zarysy i miejsce obróbki części przedstawionej na rysunku 3.3. Kiedy do wykonania zadania zastosowałbyś wzornik?



Rys. 3.3. Trasowanie-ćwiczenie 2

Ćwiczenie 3

Wytrasuj na stalowej płytce zarysy i miejsce obróbki części przedstawionej na rysunku 3.4



Rys. 3.4. Trasowanie-ćwiczenie 3

Sposób wykonania ćwiczenia 2 i 3:

Nauczyciel przedstawi Ci rysunek, na podstawie którego masz na otrzymany materiał nanieść linie traserskie. Na stanowisku traserskim znajdują się niezbędne narzędzia, przyrządy i materiał. Przed rozpoczęciem pracy zapoznaj się z instrukcją stanowiskową a następnie:

- 1) zapoznaj się z rysunkiem,
- 2) przygotuj narzędzia do trasowania,
- 3) wybierz płytkę na którą naniesiesz linie traserskie,
- 4) oczyść płytkę i przeprowadź jej oględziny (czynności te wykonaj poza płytą traserską)
- 5) sprawdź wymiary gabarytowe,
- 6) pomaluj przedmiot z jednej strony,
- 7) połóż płytkę na płycie traserskiej,
- 8) przyjmij bazę traserską,
- 9) nanieś linie, które będą stanowiły ślady do dalszej obróbki,
- 10) pamiętaj o przestrzeganiu zasad bhp.

Przy ocenie Twojej pracy nauczyciel weźmie pod uwagę właściwy dobór narzędzi, czas wykonywania zadania, ilość zużytego materiału, dokładność odwzorowania i przestrzeganie przez Ciebie zasad bhp.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Płyta traserska, narzędzia traserskie i materiały pomocnicze, płytki materiału, rysunki części, narzędzia pomiarowe.

4.3.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) określić przeznaczenie narzędzi traserskich?	☐	☐
2) dobrać narzędzia traserskie?	☐	☐
3) wymienić zasady trasowania?	☐	☐
4) przygotować materiał do trasowania?	☐	☐
5) wybrać bazy traserskie?	☐	☐
6) wytrasować linie równoległe i prostopadłe?	☐	☐
7) wytrasować łuki?	☐	☐
8) opisać sposób trasowania według wzornika?	☐	☐
9) zastosować zasady bhp podczas trasowania?	☐	☐

4.4. Podstawowe prace obróbki ręcznej

4.4.1. Materiał nauczania

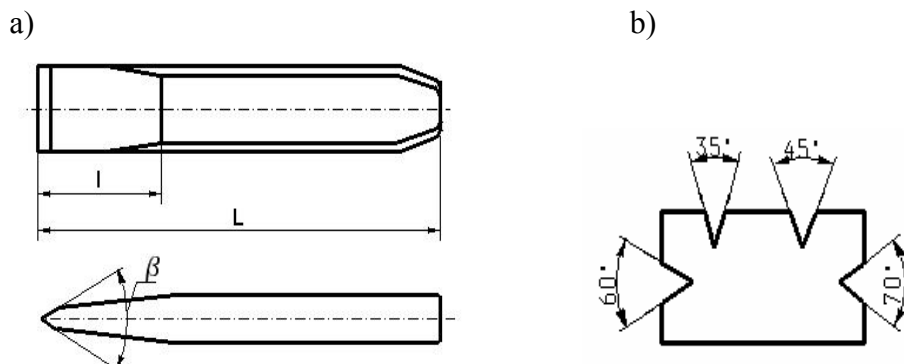
Podstawowe operacje wchodzące w zakres obróbki ręcznej to: ścinanie, wycinanie, cięcie, prostowanie i gięcie, wiercenie, rozwiercanie i pogłębianie, gwintowanie, pilowanie.

Ścinanie jest to usuwanie zbędnych warstw materiału za pomocą przecinaka (rys. 4.1 a) i młotka oraz odcinanie zgrubień i nadlewów znajdujących się na powierzchni odlewów. Materiał mocuje się w szczękach imadła. Przy ścinaniu materiałów ciągliwych ostrze wymaga smarowania olejem lub wodą z mydłem. Chroni to przecinak przed zakleszczeniem. Maksymalna grubość usuwanej warstwy to 4 mm, najefektywniejsza obróbka jest wówczas gdy jednym przejściem usuwamy wiór o grubości 1,5÷2 mm. Wartości kąta ostrza przecinaka

podano w tabeli 4.1. Po stępieniu ostrze szlifuje się na ostrzarce i sprawdza wyniki ostrzenia za pomocą wzornika rys. 4.1. b.

Tabela 4.1. Wartości kątów ostrza przecinaka

Rodzaj materiału	Kąt ostrza przecinaka β
stal	60°
żeliwo i brąz	70°
miedź i mosiądz	45°
cynk i aluminium	35°



Rys. 4.1. Przecinak ślusarski (a) i wzornik do sprawdzania kąta ostrza (b)
 l – długość części roboczej, L – całkowita długość przecinaka, β – kąt ostrza [10]

Wycinanie polega na wykonaniu za pomocą wycinaka rowków (np. rowków smarowych), wgłębień oraz bruzd pomocniczych przy ścinaniu dużej powierzchni.

Przecinanie metali może odbywać się w imadle, na płycie lub kowadle. Do rozdzielania materiału używa się przecinaka wówczas, gdy niemożliwe jest użycie nożyc lub piłki (ze względu na kształt linii cięcia) lub gdy materiał jest zbyt twardy.

Cięcie za pomocą nożyc stosowane jest do blach o różnej grubości. Do rozdzielania blach o grubości do 1 mm można użyć nożyc ręcznych. Kąt rozwarcia szczęk nożyc powinien wynosić około 20°. Blachy o grubości do 3 mm można przecinać nożycami elektrycznymi (rys. 4.2.) Do przecinania płaskowników i blach o grubości do 10 mm stosuje się nożyce ręczne dźwigniowe. Cięcie blach wzdłuż linii krzywych odbywa się przy pomocy nożyc krążkowych, których ostrza mają kształt tarcz o naostrzonych krawędziach. Cięcie blach wzdłuż linii prostej może odbywać się przy użyciu nożyc gilotynowych ręcznych stołowych lub mechanicznych. Cięcie rur odbywa się przy zastosowaniu obcinaków do rur.



Rys. 4.2. Nożyce elektryczne [10]

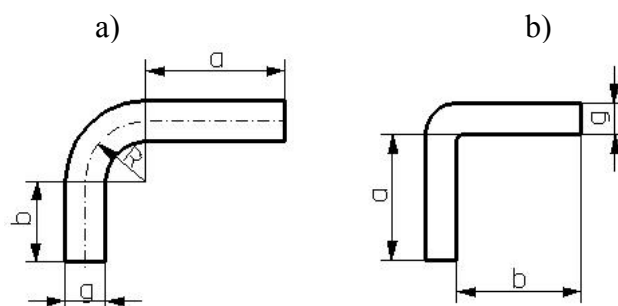
Przerzynanie polega na rozdzieleniu materiału piłką, której częścią roboczą jest brzeszczot: cienka, stalowa taśma z naciętymi ostrzami osadzona w oprawce jednolitej lub rozsuwanej. Brzeszczoty piłek ręcznych do metali są znormalizowane. Materiał przerzynany mocuje się w imadle tak, aby część przeznaczona do cięcia wystawała poza szczękę imadła.

Do mocowania rur używa się drewnianych nakładek a ich przerzynanie powinno odbywać się przy stopniowym obracaniu rury, co zapobiega wyłamaniu zębów. Przedmioty płaskie przecina się wzdłuż szerszej krawędzi. Rozdzielanie powinno odbywać się w odległości od 0,5 do 1 mm obok wytrasowanej linii.

Gięcie jest operacją obróbki plastycznej, w której pod działaniem siły nadaje się przedmiotom określony kształt bez usuwania materiału. Gięcie może odbywać się na zimno lub na gorąco. Podczas zginania część włókien materiału zostaje rozciągana, część ściskana a włókna leżące w tzw. osi obojętnej nie zmieniają swojej długości. Gięcie, w zależności od wielkości i kształtu materiału może odbywać się na kowadłach, płytach żeliwnych, w szczękach imadeł, w odpowiednich formach, przy użyciu szczypiec ślusarskich lub w specjalnie skonstruowanych przyrządach i urządzeniach (giętarki, walcarki, przyrządy rolkowe do gięcia rur).

Określenie długości materiału giętego:

- według łuku koła (rys. 4.3. a): $L \cong a + b + \frac{\pi \cdot R}{2}$ [mm]
- pod kątem (rys. 4.3. b): $L \cong a + b + 0,5 \cdot g$ [mm]



Rys. 4.3. Określanie długości materiału giętego: a) według łuku koła, b) pod kątem [10]

Na wykonanie łuku stanowiącego $\frac{1}{4}$ okręgu należy przeznaczyć $L = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{4}$ [mm] materiału.

Przy gięciu blach wyznacza się minimalny promień gięcia „ r_m ” ze wzoru $r_m = k \cdot g$ [mm]

gdzie: g-grubość blachy, k-współczynnik wyznaczony doświadczalnie np. dla blachy aluminiowej $k=0,6 \div 2$ (w zależności od twardości blachy), dla blachy stalowej do głębokiego tłoczenia $k=0,5$.

Przyjęcie promienia gięcia większego od minimalnego pozwala na uniknięcie pęknięcia blachy.

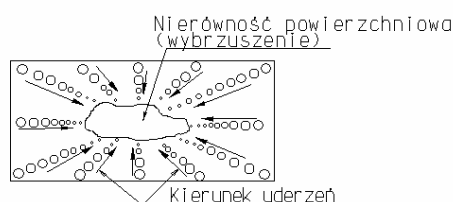
Podczas gięcia należy przestrzegać kilku zasad:

- Przy gięciu blach pod kątem ostrym i małym promieniu gięcia kierunek włókien nie może pokrywać się z linią gięcia.
- Rury o średnicach powyżej 25 mm przed gięciem wypełnia się piaskiem, ołowiem lub kalafonią i uszczelnia kołkami, co zapobiega owalizacji przekroju poprzecznego oraz załamaniom i pęknięciom w miejscu gięcia.
- Rury ze szwem zgina się tak aby szew znajdował się w płaszczyźnie poziomej.
- Rury grubościennne o średnicach do 25 mm i promieniu gięcia większym niż 30 mm można giąć na zimno.

Gięcie grubszych płaskowników i prętów wykonuje się na specjalnych prasach ręcznych, najczęściej śrubowych i dźwigniowych. Gięcie drutu wykonuje się ręcznie za pomocą szczypiec okrągłych lub płaskich.

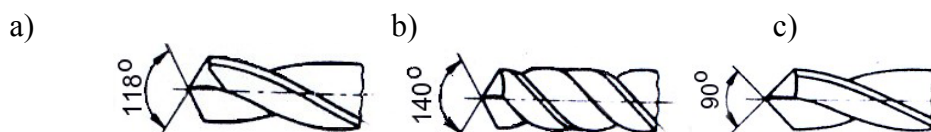
Prostowanie jest czynnością wykonywaną na zimno lub na gorąco, polegającą na przywróceniu pociętym lub krzywym wyrobom metalowym ich pierwotnego kształtu. Może odbywać się ręcznie lub maszynowo.

Przedmiotów hartowanych wykonanych ze stali o dużej zawartości węgla nie poddaje się prostowaniu. Prostowanie wałków może odbywać się na kowadle lub na specjalnej prasie wyposażonej w podpory i przyrząd kłowy do sprawdzania bicia prostowanych wałków. Prostowanie blach może odbywać się za pomocą walców, na prasach lub na płycie do prostowania. Zasadę prostowania ręcznego na płycie przedstawia rys. 4.4. Blachę układa się nierównością ku górze i uderza młotkiem w kierunku zaznaczonym na rysunku, zmniejszając siłę uderzenia w miarę zbliżania się do obrysowanej kredą nierówności. Gdy wypukłość jest już niewielka obracamy blachę i powtarzając czynności lekkimi uderzeniami młotka doprowadzamy powierzchnię do płaskości.



Rys. 4.4. Schemat uderzeń przy prostowaniu blachy [10]

Wiercenie polega na wykonywaniu w materiale okrągłego otworu za pomocą wiertła wykonującego jednocześnie ruch obrotowy i posuwowy. Najczęściej używa się wiertel krętych. Wielkość kąta wierzchołkowego 2κ wiertła zależy od rodzaju obrabianego materiału (rys. 4.5.).



Rys. 4.5. Wartości kąta wierzchołkowego wiertel krętych do: a) stali i żeliwa, b) aluminium, c) tworzyw sztucznych [10]

Do wiercenia otworów o średnicach powyżej 30 mm stosuje się wiercenie wtórne tzw. powiercanie. Najpierw wierci się otwór wiertłem o średnicy 10÷12 mm, a następnie powierca się wiertłem właściwym. Pozwala to na zmniejszenie oporu skrawania.

Podczas wiercenia wielkościami charakterystycznymi są: posuw, prędkość skrawania i głębokość skrawania.

Posuw f (mm/obrót) jest to osiowe przesunięcie wiertła w mm w czasie wykonywania jednego obrotu.

Szybkość skrawania przy wierceniu jest to prędkość obwodowa wiertła. Oznacza się ją literą v .

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

gdzie: v -szybkość skrawania w m/min,

d - średnica wiertła w mm,

n - prędkość obrotowa wiertła w obr/min.

Podczas wiercenia należy ustalić (dla danych warunków) prędkość skrawania a następnie obliczyć prędkość obrotową wrzeciona w obrotach na minutę ze wzoru:

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

Wynik należy zaokrąglić do najbliższej wartości jaką dysponuje wiertarka.
Zalecane szybkości skrawania i posuwu przedstawione są w tabeli 4.2.

Tabela 4.2. Szybkości skrawania v i posuwu f przy wierceniu

Materiał obrabiany	Wiertła ze stali węglowej	Wiertła ze stali szybkotnące j	Wiertła ze stali węglowej		Wiertła ze stali szybkotnącej	
			Średnica wiertła [mm]			
			1÷15	15÷40	1÷15	15÷40
	v [m/min]		f [mm/obr]		f [mm/obr]	
Żeliwo miękkie	14	20	0,05÷0,1	0,15÷0,2	0,05÷0,2	0,25÷0,3
Żeliwo średnie	10	15				
Żeliwo twarde	8	12				
Stal miękka	16	25				
Stal średnia	14	20				
Stal twarda	10	15	0,05÷0,175	0,2÷0,225	0,05÷0,25	0,25÷0,5
Aluminium	30	40				
Miedź	22	50				
Mosiądz	18÷14	40÷25				

Przed przystąpieniem do wiercenia należy wytrasować i zapunktować miejsca wierceń, przygotować narzędzia i wiertarkę. Wiercenie otworów w ściankach pochyłych wymaga wykonania zagłębienia i napunktowania środka otworu. Przy wierceniu otworów nieprzelotowych na wiertle zaznaczamy kredą głębokość otworu.

W przypadku wykonywania otworów w większej liczbie jednakowych przedmiotów używa się skrzynek wiertarskich. W pokrywie tych skrzynek znajdują się otwory z tulejkami prowadzącymi wiertło. Unika się w ten sposób trasowania położenia osi wierconych otworów.

Mocowanie przedmiotów do wiercenia zależy od ich wielkości i kształtu. Przy wierceniu otworów w małych płaskich przedmiotach możemy użyć imadła ręcznego. Przedmiot taki kładziemy na stole na drewnianej podkładce. Przedmioty o niewielkich wymiarach mocuje się w szczękach imadła maszynowego. Większe przedmioty można przymocować bezpośrednio do stołu za pomocą odpowiednich docisków i podkładek. Do mocowania wałków używamy podstaw pryzmowych. Podczas wiercenia stosuje się ciecz chłodząco-smarującą w celu zmniejszenia tarcia i odprowadzenia ciepła z obszaru skrawania.

Ostrzenie stępionych wiertel przeprowadza się na szlifierce wyposażonej w specjalny przyrząd do szlifowania zapewniający prawidłowe prowadzenie narzędzia. Wyniki ostrzenia sprawdza się za pomocą wzornika. W prawidłowo naostrzonym wiertle oś przechodzi przez środek ścina a obie krawędzie tnące mają tę samą długość i kąt pochylenia. Niewłaściwe zaostrenie może spowodować przekroczenie wartości średnicy otworu lub wykruszanie i łamanie wiertel.

W katalogach i dokumentacji techniczno-ruchowej wiertarek znajdują się podstawowe wielkości, które je charakteryzują i umożliwiają wybór odpowiedniej wiertarki. Przykłady wybranych parametrów technicznych wiertarek przedstawione są w tabeli 4.3.

Tabela 4.3. Charakterystyki technologiczne wybranych wiertarek stołowych

Wybrane parametry techniczne	Typ wiertarki	
	Wiertarka stołowa Magnum	
	TB E 4512	TB E 5014
Średnica wiercenia w stali mm	12	14
Średnica wiercenia w aluminium mm	20	25
Moc znamionowa W	700	800
Moc oddawana W	450	500
Liczba obrotów na biegu jałowym obr/min	500÷3000	400÷4500
Liczba obrotów przy obciążeniu obr/min	3000	4500
Skok wrzeciona mm	60	60
Stożek wrzeciona	B16	B16
Wymiary płyty głównej mm	220x380	220x380
Powierzchnia mocowania mm	220x280	220x280

Rozwiercanie jest obróbką wstępnie wykonanego otworu w celu powiększenia jego dokładności i gładkości lub w celu uzyskania otworu stożkowego. Narzędziem jest rozwiertak. W zależności od sposobu wykonania rozróżnia się rozwiertaki stałe, rozprężne i nastawne, a w zależności od dokładności obróbki rozwiertaki zdzieraki i wykańczające. Narzędzia te mogą mieć od 3 do 12 ostrzy prostych lub śrubowych. Rozwiercanie może odbywać się ręcznie i wówczas używa się rozwiertaków zakończonych chwytem walcowym z łbem kwadratowym oraz maszynowo (z chwytem walcowym lub stożkowym).

Przed wykonaniem otworu w klasach IT6-IT10 należy określić średnice narzędzi (wiertła i rozwiertaka) oraz naddatki na obróbkę. PN-74/M-57025 określa średnice wiertel i rozwiertaków do otworów w stali i żeliwie. Np. otwór o średnicy 10 mm wierce się wiertłem o średnicy 9 mm a następnie rozwierca rozwiertakiem zdzierakiem o średnicy 9,8 mm i wykańczakiem o średnicy 10 mm. Po wprowadzeniu rozwiertaka do otworu należy za pomocą kątownika sprawdzić prostopadłość jego ustawienia a następnie obracając pokręteł nasadzonym na kwadratowy chwyt, wywierać lekki nacisk wzdłuż osi. Rozwiercanie w żeliwie może odbywać się na sucho, do stali używamy oleju mineralnego a do aluminium terpentyny z naftą.

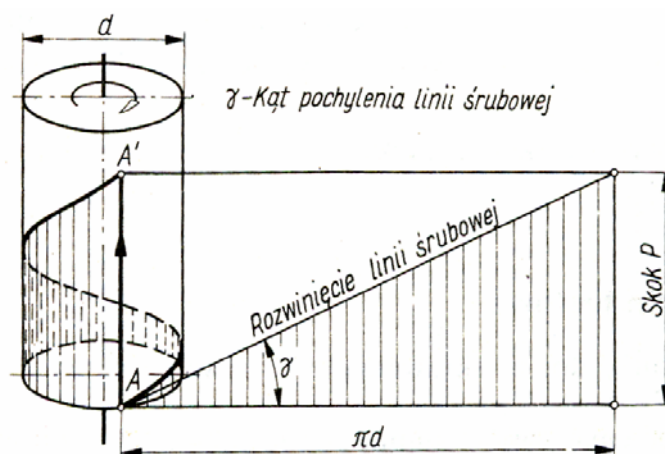
Pogłębianie jest obróbką wykonywaną za pomocą pogłębiaczy, polegającą na powiększeniu od czoła średnicy istniejącego otworu na pewnej jego długości w celu usunięcia ostrych krawędzi lub wykonania wgłębienia na łeb śruby czy nitu. Pogłębiacze mogą mieć część roboczą walcową lub stożkową.

Gwintowanie polega na wykonaniu na powierzchni wałka lub w otworze wgłębień wzdłuż linii śrubowej. Powstawanie linii śrubowej przedstawia rys. 4.6.

Gwinty można podzielić w zależności od:

- systemu: metryczne i calowe,
- zarysu: trójkątne, trapezowe symetryczne i niesymetryczne, prostokątne, okrągłe,
- od kierunku zwojów: prawe i lewe.

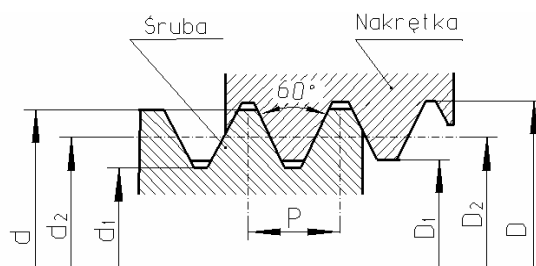
Rozróżnia się również gwinty zwykłe i drobnozwojne, pojedyncze i wielokrotne.



Rys. 4.6. Powstawanie linii śrubowej [11]

Układ ogólny gwintów metrycznych ISO ogólnego przeznaczenia zawiera PN-ISO 261:2001 a wymiary nominalne PN-ISO 724:1995.

Elementy występujące w gwincie to: grzbiet, bruzda, kąt rozwarcia α , który dla gwintu metrycznego wynosi 60° a dla gwintu calowego 55° . Wielkości charakteryzujące gwint przedstawia rys. 4.7.



Rys. 4.7. Wielkości charakterystyczne gwintu trójkątnego metrycznego: d, D – średnice zewnętrzne śruby i nakrętki, d₁, D₁ – średnice wewnętrzne śruby i nakrętki, d₂, D₂ – średnice podziałowe śruby i nakrętki, P – podziałka gwintu (dla gwintów jednokrotnych podziałka jest równa skokowi), α – kąt zarysu gwintu [11]

Przykłady oznaczenia gwintów:

M12 – gwint metryczny zwykły,

M12x1,5 – gwint metryczny drobnozwojny,

M16 LH – gwint lewozwojowy,

Tr 48x8 – gwint trapezowy symetryczny,

S 48x8 – gwint trapezowy niesymetryczny.

Gwinty można wykonywać ręcznie lub maszynowo, metodami obróbki skrawaniem lub obróbki plastycznej. Do ręcznego wykonywania gwintów zewnętrznych używa się narzynek a do gwintów wewnętrznych gwintowników.

Narzynka wykonana jest w postaci stalowego pierścienia, w którym wykonano gwint i wywiercono otwory uzyskując w ten sposób krawędzie tnące i rowki do odprowadzania wiórów. W zależności od średnicy gwintu narzynki mogą mieć trzy krawędzie (średnice gwintu poniżej 6 mm), cztery krawędzie (średnice gwintu od 6 do 16 mm) lub 5 krawędzi (średnice gwintu powyżej 16 mm). Narzynki mogą być pełne, przecięte (mniej dokładne ale umożliwiają regulowanie wymiaru nacinanego gwintu) i dzielone.

Średnica sworznia d_s do nacinania gwintu powinna być mniejsza od jego średnicy zewnętrznej. Można ją dobrać z tabel (tabela 4.4) znajdujących się w poradnikach technicznych lub dla gwintu metrycznego obliczyć według przybliżonego wzoru:

$$d_s = d - 0,1 \cdot P \text{ [mm]}$$

gdzie: d_s – średnica sworznia, d – średnica zewnętrzna śruby, P – skok gwintu

Sworzeń, na którym nacinamy gwint powinien być czysty, mieć odpowiednią długość i stożkowe zakończenie wykonane na tokarce lub pilnikiem.

Kolejność czynności przy nacinaniu gwintu zewnętrznego narzynką pełną:

- zaznaczenie długości gwintu na sworzniu,
- zamocowanie sworznia w imadle w położeniu pionowym,
- posmarowanie stożkowego zakończenia olejem lnianym lub rzepakowym,
- nałożenie narzynki umieszczonej w oprawce na sworzeń (należy zwrócić uwagę na prostopadłe położenie względem osi),
- pokręcanie narzynką o cały obrót w prawo i pół obrotu w lewo i powtarzanie tej czynności aż do nacięcia całego gwintu.

Tabela 4.4. Wybrane wartości średnic sworzni do gwintowania narzynkami

Gwint metryczny					
Średnica gwintu [mm]	Średnica sworznia [mm]		Średnica gwintu [mm]	Średnica sworznia [mm]	
	najmniejsza	największa		najmniejsza	największa
6	5,80	5,80	18	17,70	17,82
8	7,80	7,90	20	19,72	19,86
10	9,75	9,85	22	21,72	21,86
12	11,76	11,88	24	23,65	23,79
14	13,70	13,82	27	26,65	26,79
16	15,70	15,82	30	29,60	29,74

Do nacinania gwintów w otworach używa się kompletu składającego się z trzech odpowiednio oznaczonych rowkami lub numerami gwintowników. Są to: gwintownik wstępny, zdzierak i wykańczak. Każdym z nich wykonuje się część zarysu i dopiero po użyciu wykańczaka otrzymujemy pełny gwint. Średnicę otworu pod gwint metryczny można podobnie jak przy gwincie zewnętrznym dobrać z tabel (tabela 4.5) lub obliczyć według przybliżonego wzoru:

$$D_1 = d - 1,1 \cdot P \text{ [mm]}$$

gdzie: D_1 – średnica otworu, d – średnica zewnętrzna gwintu, P – skok gwintu.

Tabela 4.5. Wybrane średnice wiertła do otworów pod gwinty

Gwint	Skok gwintu [mm]	Średnica wiertła [mm]		Gwint	Skok gwintu [mm]	Średnica wiertła [mm]	
		żeliwo i brąz	stal i mosiądz			żeliwo i brąz	stal i mosiądz
M2	0,40	1,5	1,5	M10	1,50	8,20	8,40
M3	0,50	2,4	2,5	M12	1,75	9,90	10,00
M4	0,70	3,2	3,3	M16	2,00	13,50	13,75
M5	0,80	4,1	4,2	M20	2,50	17,00	17,25
M6	1,00	4,8	5,0	M24	3,00	20,50	20,75

Średnica wiertła do wykonania otworu teoretycznie powinna być równa średnicy wewnętrznej gwintu ale z powodu wyciskania materiału podczas gwintowania, gwintownik zakleszczyłby się w otworze. Z tego powodu otwór powinien mieć średnicę nieco większą niż średnica wewnętrzna gwintu. Przy zbyt dużej średnicy otworu otrzymuje się gwint niepełny.

Kolejność czynności przy nacinaniu gwintu w otworze:

- zamocowanie w imadle przedmiotu (w przypadku małych przedmiotów),
- zaznaczenie na gwintowniku kredą długości części gwintowanej otworu nieprzelotowego,
- włożenie w otwór nasmarowanego gwintownika zamocowanego w pokrętło,
- sprawdzenie kątownikiem prostopadłości położenia gwintownika względem powierzchni przedmiotu,
- wykonanie obrotu z lekkim naciskiem pokrętłem gwintownika aż do momentu powstania bruzdy,
- ponowne sprawdzenie prostopadłości,
- nacinanie gwintu przez wykonanie pełnego obrotu w prawo i ćwierć lub pół obrotu w lewo,
- po wykonaniu gwintu pierwszym gwintownikiem należy wprowadzić w otwór gwintownik numer 2 i postępować tak jak w przypadku gwintownika wstępnego,
- wprowadzenie w otwór gwintownika numer 3 i powtórzenie czynności.

W celu łatwiejszego wprowadzenia gwintownika otwór powinien mieć stożkowe pogłębienie. Przy gwintowaniu otworów w metalach miękkich i otworów nieprzelotowych co pewien czas wykręcamy gwintownik, oczyszczamy otwór i narzędzie z wiórów. Otwory nieprzelotowe powinny mieć głębokość większą niż wymagana głębokość gwintu. Stosowanie oleju zmniejsza tarcie, chłodzi, ułatwia odprowadzenie wiórów. Do gwintowania stali używa się oleju lnianego, do miedzi mieszaniny oleju z terpentyną, a do aluminium oleju zmieszanego z naftą.

Do sprawdzania prawidłowości wykonanego gwintu używa się sprawdzianów jednogranicznych lub dwugranicznych, wzorników (sprawdzenie zarysu gwintu i skoku), suwmiarki, mikrometru (pomiar średnic).

Piłowanie jest obróbką polegającą na usunięciu przez skrawanie cienkiej warstwy materiału (do ~1,5 mm) z powierzchni obrabianego przedmiotu za pomocą pilnika w celu uzyskania odpowiedniego kształtu wymiarów i gładkości. Pilniki wykonuje się ze stali narzędziowej. Składają się one z części roboczej z wykonanymi nacięciami tworzącymi ostrza o twardości minimum 59 HRC i chwytu osadzonego w drewnianej rękojeści. Pilniki ślusarskie objęte są PN-90/M-64660. W zależności od liczby nacięć przypadającej na 10 mm długości pilniki dzielą się na: zdzieraki, równiaki, gładziki i jedwabniki. W zależności od kształtu przekroju poprzecznego rozróżnia się pilniki płaskie, kwadratowe, trójkątne, mieczowe, nożowe, półokrągłe, okrągłe. Dobór pilnika zależy od wymiarów, kształtu i wymaganej chropowatości obrabianej powierzchni

Odrębną grupę stanowią pilniki igiełkowe o bardzo drobnych nacięciach i małych długościach. Nie są one osadzane w rękojeściach.

Zdzieraki używane są do obróbki zgrubnej twardych powłok i odlewów, równiaki do obróbki zgrubnej, a pozostałe pilniki do obróbki wykańczającej powierzchni. Chropowatość powierzchni oraz niezbędne naddatki na obróbkę podano w tabeli 4.6.

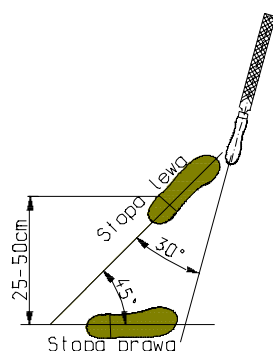
Tabela 4.6. Nadatki na obróbkę i dokładność piłowania

Rodzaje pilników	Dokładność piłowania w mm	Naddatek na obróbkę w mm	Chropowatość R_a w μm
Zdzieraki i równiaki	$0,2 \div 0,5$	$0,5 \div 1$	$80 \div 20$
Gładziki	$0,02 \div 0,15$	$0,1 \div 0,5$	$10 \div 2,5$
Jedwabniki	$0,005 \div 0,01$	$0,021 \div 0,05$	$1,25 \div 0,32$

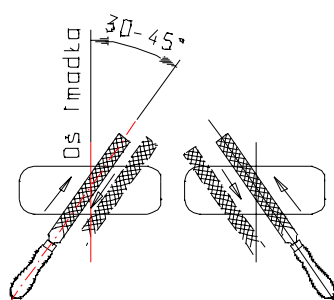
Podczas piłowania przedmiot mocuje się w imadle tak aby powierzchnia obrabiana wystawała ponad górną powierzchnię szczęk 5 do 10 mm. Zamocowanie powinno zapewnić całkowite unieruchomienie i sztywność przedmiotu. Przy piłowaniu blachy należy użyć

odpowiednich nakładek usztywniających. Do mocowania przedmiotów wykonanych ze stopów miękkich lub obrobionych stosuje się miękkie nakładki na szczęki imadła. Ustawienie nóg podczas piłowania przy imadle przedstawia rys. 4.8. a. Powierzchnie kształtowe piłuje się według wcześniej wytrasowanej linii. Płaszczyzny obrabia się pilnikiem płaskim. W przypadku obróbki zgrubnej płaszczyzn szerokich stosuje się piłowanie krzyżowe (rys. 4.8. b). Wąskie płaszczyzny piłuje się w kierunku poprzecznym do osi imadła. Przy piłowaniu wykańczającym nie zmienia się kierunku piłowania. Nacisk na pilnik powinien być wywierany tylko podczas ruchu roboczego. Pilnik można rozpatrywać jako dźwignię dwuramienną, która pozostanie w równowadze jeśli momenty sił działające po obu stronach punktu podparcia będą równe. Należy tak dobrać nacisk obu rąk aby podczas ruchu pilnika do przodu nacisk lewej ręki stopniowo malał a prawej wzrastał. Zapewni to otrzymanie prostej i równej powierzchni.

a)



b)



Rys. 4.8. a) Układ stóp ślusarza podczas piłowania, b) zasada prowadzenia pilnika podczas piłowania krzyżowego [11]

Piłowanie płaszczyzn prostopadłościennych rozpoczynamy od obróbki jednej z dwóch większych płaszczyzn równoległych do siebie. Następnie przez trasowanie na bocznych powierzchniach zaznaczamy wysokość prostopadłościanu. Po zamocowaniu w imadle tak, aby rysy traserskie znajdowały się powyżej szczęk piłujemy drugą, równoległą płaszczyznę. Podobnie postępujemy przy piłowaniu pozostałych powierzchni prostopadłościanu. Prostopadłość sprawdzamy za pomocą kątownika.

W celu uniknięcia błędów obróbki podczas piłowania należy sprawdzać wymiary i kształt przedmiotu. Prostopadłość powierzchni sprawdza się kątownikiem, płaskość powierzchni liniałem krawędziowym, wartości kątów kątomierzem uniwersalnym. Do sprawdzenia wymiarów używa się suwmiarki a chropowatość powierzchni sprawdza się porównując ją z wzorcami chropowatości.

Pilniki należy chronić przed zabrudzeniem pyłem szlifierskim, który przyspiesza stępienie zębów, przed zanieczyszczeniem olejem lub smarem. Zatłuszczone miejsca należy przetrzeć węglem drzewnym i oczyścić szczotką lub oczyścić odpowiednim rozpuszczalnikiem. Pilników nie należy używać do piłowania surowych odlewów oraz stali hartowanej. Do piłowania metali miękkich nie używa się pilników z drobnymi nacięciami gdyż opiłki zalepiają wręby. Nowych pilników nie używa się do stali hartowanej, odkuwek z twardej stali, przedmiotów skorodowanych lub ostrych krawędzi gdyż powoduje to ich szybsze stępienie. Pilniki należy chronić przed wilgocią ze względu na korozję przyspieszającą niszczenie narzędzia. Zanieczyszczone pilniki czyści się szczotką wzdłuż nacięć. Pilniki należy zabezpieczać przed upadkiem lub uderzeniem o twarde przedmioty. Piłowanie może odbywać się również mechanicznie za pomocą maszyn nazywanych pilnikarkami.

4.4.2. Pytania sprawdzające

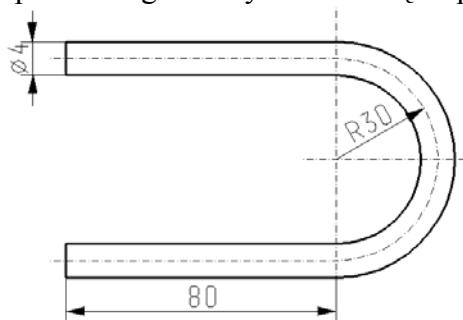
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie podstawowe operacje wchodzi w skład obróbki ręcznej?
2. W jaki sposób mocuje się materiał podczas operacji przecinania, wycinania ?
3. Czym kierujemy się przy doborze przecinaka?
4. Jaka jest optymalna grubość ścinanej warstwy?
5. W jaki sposób zapobiega się zakleszczaniu przecinaka?
6. Jakich nożyc używa się do cięcia blach?
7. Jakich narzędzi używa się do przecinania rur?
8. Jak określa się długość materiału giętego według łuku koła?
9. Jak określa się długość materiału giętego pod kątem?
10. W jaki sposób zabezpiecza się rury przed opalizacją przekroju podczas gięcia?
11. Czego używa się do gięcia drutu?
12. Jaka jest zasada prostowania blach?
13. Na czym odbywa się najczęściej prostowanie wałków?
14. Od czego zależy prędkość obrotowa podczas wiercenia?
15. Co decyduje o wyborze wiertarki ?
16. W jaki sposób ostrzy się wiertła?
17. Do czego służą skrzynki wiertarskie?
18. Jakie narzędzia są potrzebne do wykonania otworu o średnicy 32 mm wykonanego w klasie IT7?
19. Jak powstaje gwint?
20. W jaki sposób oznacza się gwinty?
21. Do czego służy narzynka?
22. Jakie jest przeznaczenie gwintownika?
23. Jaka powinna być średnica sworznia do wykonania gwintu w stosunku do średnicy gwintu?
24. Jak dobiera się średnicę otworu do wykonania gwintu wewnętrznego?
25. W jaki sposób sprawdza się poprawność wykonania gwintu?
26. Jaką rolę spełnia ciecz smarująca przy gwintowaniu?
27. W jaki sposób wywiera się nacisk podczas piłowania?
28. Na czym polega metoda piłowania krzyżowego?
29. Jakie są zasady użytkowania pilników?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Oblicz długość materiału potrzebnego do wykonania części przedstawionej na rysunku



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się z rysunkiem,
- 2) napisać wzór i porównać go ze wzorem znajdującym się w tabeli wzorów (tabela 4.7),
- 3) jeśli są różnice we wzorze napisanym przez ciebie i w tabeli należy poprosić o wyjaśnienie nauczyciela,
- 4) obliczyć długość materiału podstawiając podane na rysunku wymiary,
- 5) zapisać wynik w zeszycie obok rysunku.

Wyposażenie stanowiska pracy:

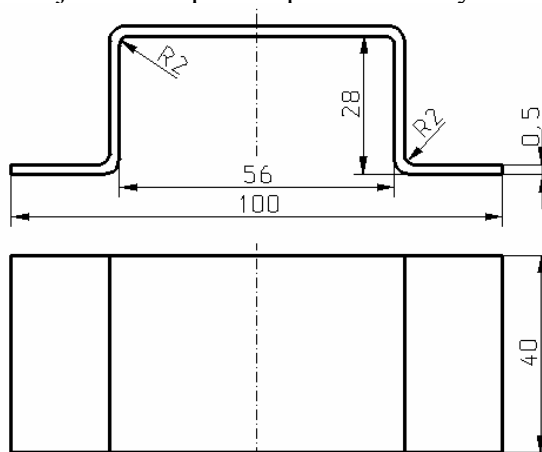
Rysunek giętej części, tabele wzorów do obliczania długości materiału giętego (tabela 4.7.), tekst przewodni.

Tabela 4.7. Tabela wzorów do obliczenia długości materiału giętego.

Szkic		
Wzór do obliczenia długości materiału giętego	$L \cong a + \frac{\pi \cdot \alpha}{180} \cdot R$	$L = \pi \cdot D$
Szkic		
Wzór do obliczenia długości materiału giętego	$L = a + b + c + \pi \cdot R$	$L = a + b + \pi \cdot R$

Ćwiczenie 2

Z blachy stalowej wykonaj skobel o profilu przedstawionym na rysunku.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) napisać wzór i obliczyć długość blachy potrzebnej do wykonania przedmiotu,
- 2) zaznaczyć na materiale linie (trasy), które ułatwią Ci wykonanie dalszych zabiegów,
- 3) wyciąć materiał nożycami, usunąć powstałe zadziory,
- 4) ukształtować skobel w imadle wykorzystując stalowy klocek o przekroju prostokątnym i kątowniki,

Pamiętaj o przestrzeganiu zasad bhp.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

Stanowisko do obróbki ręcznej z podstawowym wyposażeniem, stanowisko traserskie, nożyce ręczne, stalowa blacha o grubości 0,5 mm, rysunek, stalowy klocek o przekroju prostokątnym i kątowniki.

Ćwiczenie 3

Wyprostuj ręcznie płytkę wypukłą wykonaną z blachy stalowej.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Od nauczyciela otrzymasz płytkę, na której powinienes zlokalizować wypukłość i usunąć ją zgodnie z poznaną techniką.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

Płyta do prostowania, młotek (rodzaj uzależniony od grubości blachy), kreda.

Ćwiczenie 4

Dobierz liczbę obrotów wrzeciona wiertarki podczas wiercenia otworu w stali miękkiej wiertłem ze stali szybkoobrotowej o średnicy $d=12\text{mm}$.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) napisać wzór, według którego należy obliczyć prędkość obrotową,
- 2) na podstawie tabeli dobrać szybkość skrawania dla podanych warunków (rodzaju materiału, średnicy i materiału wiertła),
- 3) zapisać przyjętą szybkość skrawania,
- 4) obliczyć prędkość obrotową,
- 5) sprawdzić w DTR wiertarki jakie prędkości obrotowe wrzeciona są możliwe do uzyskania,
- 6) dobierać najbliższą wartość, zapisać ją i przedstawić nauczycielowi.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

Dokumentacja techniczno-ruchowa wiertarki, tabela z zalecanymi parametrami skrawania instrukcja pracy metodą tekstu przewodniego, pytania prowadzące.

Ćwiczenie 5

Pracując w 3 osobowych zespołach dobierz wiertarkę do wykonania:

- a) otworu o średnicy $d=8\text{ mm}$ i głębokości 30 mm w płytce o wymiarach 180x120 mm wykonanej z aluminium,

- b) otworu o średnicy $d=40$ mm wykonanego w odlewie korpusu z żeliwa o wysokości 80 cm i grubości ścianki $g=15$ mm.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Od nauczyciela otrzymasz katalogi elektronarzędzi i DTR wiertarek. Możesz również korzystać z Internetu. Uwzględniając informacje zawarte w treści ćwiczenia wybrać wiertarki, które będą najodpowiedniejsze do wykonania otworów. Spośród wielkości charakteryzujących obrabiarkę zwrócić uwagę na maksymalną średnicę wiercenia w zależności od rodzaju materiału. Uwzględnić również wielkość stołu obrabiarki i skok wrzeciona.

Wyposażenie stanowiska pracy:

DTR wiertarek, katalogi elektronarzędzi, komputer z dostępem do Internetu, instrukcja pracy metodą tekstu przewodniego, pytania prowadzące.

Ćwiczenie 6

W połowie stalowej tulei o średnicy 40 mm, długości 80 mm i grubości ścianki 1 mm wytnij rowek wzdłużny o wymiarach 20 x 6 mm.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przygotować niezbędne narzędzia,
- 2) zastanowić się nad sposobem mocowania tulei,
- 3) zaznaczyć miejsce wykonania rowka,
- 4) na początku i końcu rowka wykonać otwór o średnicy równej szerokości rowka,
- 5) wyciąć wycinakiem materiał pomiędzy otworami.
- 6) pamiętać o zapoznaniu się z instrukcją stanowiskową i przestrzeganiu zasad bhp.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Stanowisko ślusarskie, wycinak czterokrawędziowy, młotek, wiertło o $d=6$ mm, wiertarka, narzędzia traserskie, nakładki na szczęki imadła do mocowania tulei, instrukcje stanowiskowe.

Ćwiczenie 7

Przeprowadź ostrzenie przecinaka z wykruszoną krawędzią tnącą.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przed rozpoczęciem ćwiczenia zapoznać się z instrukcją stanowiskową,
- 2) sprawdzić za pomocą wzornika jaka jest wartość kąta ostrza przecinaka,
- 3) po uzyskaniu zgody nauczyciela przeprowadzić ostrzenie zwracając uwagę na prawidłowe ustawienie ostrza względem ściernicy,
- 4) sprawdzić czy zachowałeś wartość kąta ostrza przecinaka,
- 5) pamiętać o przestrzeganiu zasad bhp.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Instrukcja stanowiskowa, szlifierka ostrzarka, przecinak, wzornik do sprawdzania kąta ostrza, okulary ochronne lub maska ochronna.

Ćwiczenie 8

Dobierz średnicę wiertła do wykonania otworu pod gwint M12 w stalowej pokrywie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wyszukać w poradniku tabele doboru średnic wiertel pod gwintowane otwory,
- 2) odczytać wartość średnicy wiertła dla gwintu podanego w treści ćwiczenia. Przy doborze uwzględnić rodzaj materiału obrabianego,
- 3) zapisać średnicę wiertła.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Poradnik ślusarza, wiertła kręte o różnych średnicach i kątach wierzchołkowych.

Ćwiczenie 9

Pracując w parze z kolegą dobierz średnicę sworznia do wykonania gwintu M20.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) napisać wzór, według którego obliczysz średnicę sworznia,
- 2) odczytać z normy skok podanego gwintu,
- 3) obliczyć średnicę sworznia i zapisz wynik,
- 4) odszukać w poradniku tabele średnic sworzni do gwintowania narzynkami,
- 5) odczytać wartość średnicy sworznia i zapisz wynik,
- 6) porównać otrzymane wartości.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Poradnik ślusarza, PN-ISO 724:1995 (Gwinty metryczne ISO ogólnego przeznaczenia. Wymiary nominalne) instrukcja pracy metodą tekstu przewodniego, pytania prowadzące.

Ćwiczenie 10

Wykonaj gwint wewnętrzny M12 w otworze przelotowym wykonanym w płytce z aluminium. Dobierz narzędzia do sprawdzenia gwintu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przygotować plan działania,
- 2) ustalić sposób mocowania płytki, sprawdzania i pomiaru gwintu,
- 3) przygotować komplet gwintowników, pokrętło do gwintowników, narzędzia pomiarowe oraz ciecz smarującą,
- 4) naciąć gwint wprowadzając do otworu kolejne gwintowniki,
- 5) sprawdzić poprawność wykonania gwintu,
- 6) uporządkować stanowisko pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Stanowisko ślusarskie z podstawowymi narzędziami, komplet gwintowników, pokrętło do gwintowników, ciecz smarująca, sprawdzian do gwintów, płytka z wykonanym otworem pod gwint M12.

Ćwiczenie 11

Wykonaj ze stali płytkę prostokątną o wymiarach 100x100x20. Ustal sposób mocowania materiału. Powierzchnie obrób pilnikiem z dokładnością wymiarową $\pm 0,2$ i chropowatością powierzchni R_a między 2,5 i 10 μm . Pamiętaj o zachowaniu płaskości i prostokątności odpowiednich powierzchni.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

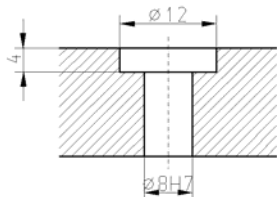
- 1) dobrać narzędzia i materiał uwzględniając niezbędne wartości naddatków na obróbkę .
- 2) zaplanować kolejność obróbki,
- 3) ustalić sposób mocowania przedmiotu,
- 4) przeprowadzić obróbkę,
- 5) pamiętać o systematycznej kontroli wymiarów i kształtu,
- 6) przestrzegać przepisów bhp.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Stół ślusarski z imadłem, pilniki płaskie równiak i gładzik, kątownik, suwmiarka, liniał, narzędzia traserskie, stalowa płytka.

Ćwiczenie 12

Na środku stalowej płytki o wymiarach 50x50x20 wykonaj przelotowy otwór o średnicy 8 mm w klasie IT7. Otwór powinien być pogłębiany zgodnie z rysunkiem. Sprawdź wyniki obróbki.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) dobrać na podstawie tabel średnice wiertła i rozwiertaków,
- 2) dobrać pogłębiacz,
- 3) ustalić kolejność operacji i sposób mocowania materiału,
- 4) wykonać zaplanowaną obróbkę,
- 5) sprawdzić wyniki obróbki odpowiednimi narzędziami,
- 6) przed wykonaniem pracy zapoznać się z instrukcją stanowiskową,
- 7) pamiętać o przestrzeganiu zasad bhp.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Stanowisko ślusarskie, wiertło, komplet rozwiertaków, pogłębiacz, głębokościomierz, sprawdzian tłoczowy do otworów „Poradnik ślusarza”.

4.4.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) zdefiniować pojęcia: ścinanie, wycinanie, przecinanie, gięcie?	☐	☐
2) określić długość materiału wyjściowego do gięcia?	☐	☐
3) dobrać prędkość obrotową wrzeciona wiertarki?	☐	☐
4) dobrać średnicę wiertła do wykonania otworu pod gwint?	☐	☐
5) dobrać wiertarkę do zadanych warunków?	☐	☐
6) dobrać średnicę sworznia do wykonania gwintu?	☐	☐
7) wykonać gwint za pomocą narzynki?	☐	☐
8) wykonać gwint za pomocą gwintownika?	☐	☐
9) sprawdzić poprawność wykonania gwintu?	☐	☐
10) przeprowadzić obróbkę pilnikiem?	☐	☐
11) wyjaśnić zasady wywierania nacisku podczas piłowania?	☐	☐
12) ustalić sposób mocowania przedmiotu obrabianego?	☐	☐
13) dobrać narzędzia do sprawdzenia i wymiarów i kształtu?	☐	☐

4.5. Odlewnictwo

4.5.1. Materiał nauczania

Odlewnictwo-dział technologii metali obejmujący wytwarzanie przedmiotów metalowych przez wypełnienie wcześniej przygotowanej formy ciekłym metalem lub stopem. Po zakrzepnięciu metalu otrzymuje się odlew. W zależności od rodzaju tworzywa, z którego wykonujemy odlew rozróżnia się odlewnictwo żeliwa, odlewnictwo staliwa, odlewnictwo metali nieżelaznych i odlewnictwo tworzyw niemetalowych. Przez odlewanie można wykonywać wyroby o różnych wymiarach i skomplikowanym kształcie. W zależności od metody można otrzymać odlewy o dużej dokładności wymiarowej i gładkości powierzchni co pozwala na zmniejszenie naddatków na obróbkę. Odlewy posiadają dobre własności mechaniczne. Koszty wytwarzania odlewów są przeważnie niższe od kosztów produkcji wyrobów innymi metodami.

Na proces wykonania odlewu składa się:

- wykonanie formy,
- przygotowanie ciekłego metalu,
- zalanie formy,
- wyjęcie odlewu z formy,
- oczyszczenie i wykończenie odlewu.

Modele odzwierciedlają zewnętrzne kształty odlewu. Najczęściej wykonuje się je jako dzielone, niedzielone, lub z częściami odejmowanymi, z drewna, metalu, gipsu lub tworzywa sztucznego. Przy konstruowaniu modeli należy uwzględnić skurcz odlewniczy i odpowiadające mu naddatki wymiarowe, naddatki na obróbkę oraz pochylenia odlewnicze.

Rdzeń odzwierciedla wewnętrzne kształty odlewu. Otrzymuje się go przez zagęszczenie odpowiedniej masy w rdzennicy i utwardzenie. Masa rdzeniowa najczęściej składa się z piasku i gliny.

Układ wlewowy stanowi zespół kanałów wykonanych w formie, zapewniających doprowadzenie ciekłego metalu do jej wnętrza i zatrzymanie zanieczyszczeń.

Najczęściej odlewy wytwarzane są:

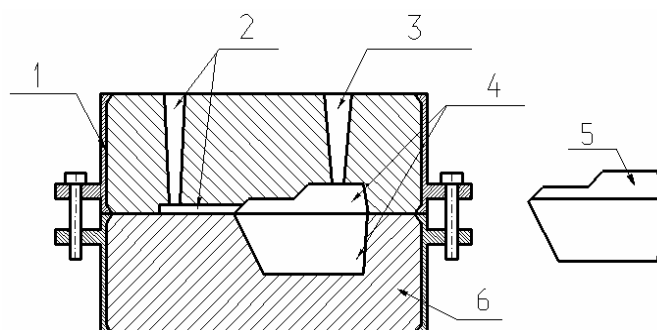
a) w formach jednorazowego użytku:

- piaskowych,
- skorupowych,
- metodą wytapianych modeli,

b) w formach wielokrotnego użytku:

- metalowych-kokilach,
- wirujących (odlewanie odśrodkowe),
- pod ciśnieniem.

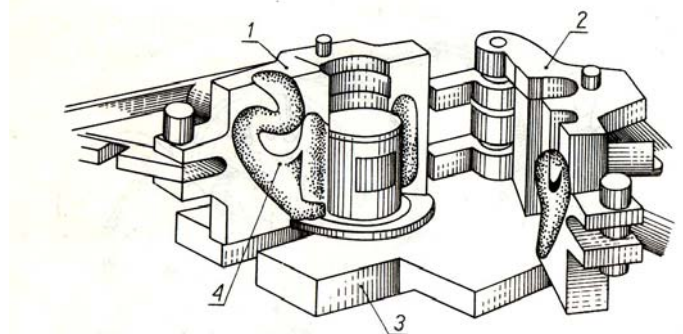
Na pracochłonność wykonania formy i omodelowania odlewniczego wpływają głównie kształt i liczba powierzchni podziału formy i modelu, liczba i stopień skomplikowania kształtu rdzeni, konieczność stosowania pochylenia ścian odlewu i konieczność stosowania części odejmowanych. Zastosowanie podziału modelu umożliwia wyjęcie modelu z formy. Pochylenie ścianek ułatwia wyjęcie modelu bez uszkodzenia formy. Rys. 5.1. przedstawia formę odlewniczą.



Rys. 5.1. Forma odlewnicza: 1-skrzynka formierska, 2-układ wlewowy, 3-przelew, 4-model dzielony, 5-odlew, 6-masa formierska [12]

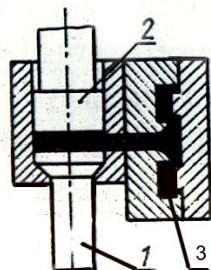
Odlewanie w formach piaskowych polega na wykonaniu odlewu w formie z masy formierskiej, której głównym składnikiem jest piasek i glina. Metoda stosowana jest do żeliwa, staliwa, stopów metali nieżelaznych. Wielkość odlewów jest praktycznie nieograniczona, ich powierzchnia chropowata bez polysku. Koszt obróbki mechanicznej jest duży ze względu na małą dokładność wymiarową i duże naddatki na obróbkę.

Odlewanie w kokilach (grawitacyjne) polega na wlaniu ciekłego metalu do metalowej formy nazywanej kokilą (rys. 5.2.). Metoda stosowana jest do żeliwa, staliwa i stopów metali nieżelaznych. Powierzchnia odlewów ma dość dużą gładkość i metaliczny połysk. Koszt obróbki mechanicznej otrzymanych odlewów jest niższy niż odlewów piaskowych. Kształty odlewów staliwnych i żeliwnych niezbyt skomplikowane. Masa odlewów żeliwnych i staliwnych do 1 tony.



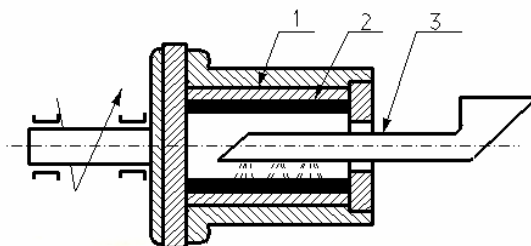
Rys. 5.2. Forma kokilowa do odlewania tłoków samochodowych: 1, 2 – połowki kokili, 3 – dolna część kokili, 4 – układ wlewowy [14]

Odlewanie ciśnieniowe (rys. 5.3.) polega na wykonaniu odlewów przez wtłaczanie ciekłego metalu do metalowej formy pod ciśnieniem 1-100 MPa za pomocą tłoka lub sprężonego powietrza. Metodą tą można wykonywać odlewy cienkościenne o skomplikowanych kształtach ze stopów cynku, aluminium, miedzi, cyny i magnezu. Powierzchnia odlewu jest bardzo gładka z połyskiem. Dokładność wymiarowa odlewów jest duża, co pozwala na wyeliminowanie lub zminimalizowanie obróbki skrawaniem.



Rys. 5.3. Zasada odlewania pod ciśnieniem: 1 – tłok dolny, 2 – tłok górny, 3 – powstający odlew [12]

Odlewanie odśrodkowe (rys. 5.4.) polega na nadaniu odlewom kształtu przez wykorzystanie siły odśrodkowej powstającej w wirującej formie (kokili). Metoda stosowana jest do otrzymywania rur, tulei, wylewania panewek i tulejek łożyskowych stopami przeciwciernymi, kół zębatych, jezdnych wałków, pierścieni. Metodę stosuje się do żeliwa, stopów miedzi, cyny, ołowiu, aluminium. Pozwala ona na zmniejszenie naddatków na obróbkę w wyniku otrzymania powierzchni odlewu o dostatecznej gładkości, poprawę struktury pozwalającej na zastąpienie niektórych odłuków odlewami (np. koła zębate).

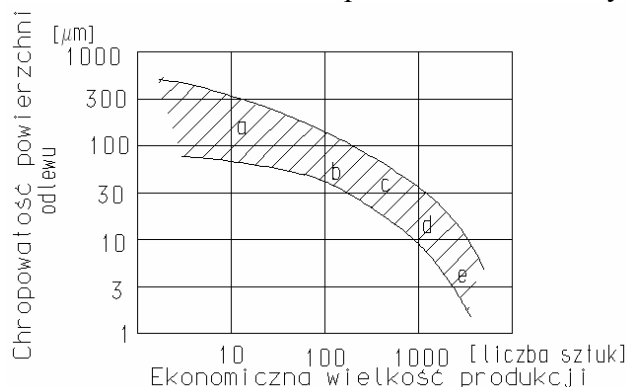


Rys. 5.4. Zasada odlewania odśrodkowego: 1 – forma, 2 – odlew, 3 – rynna wlewową [12]

Odlewanie skorupowe stosowane jest do wszystkich stopów odlewniczych od aluminium do staliwa. Polega na wykonaniu odlewu w formie odlewniczej o grubości ścianki od 4 do 10 mm otrzymanej przez nasypanie masy składającej się z mieszaniny piasku i żywicy na podgrzanej do temperatury $\sim 230^{\circ}\text{C}$ płytę modelową. Pod wpływem temperatury żywica wiąże piasek tworząc ciekłą skorupę, która po utwardzeniu w temperaturze $\sim 300^{\circ}\text{C}$ i połączeniu z drugą połówką tworzy formę. Metodą można wykonywać odlewy o skomplikowanych kształtach, cienkich ściankach (np. żebrowanych głowic) i dużej gładkości powierzchni odlewów.

Odlewanie metodą wytapianych modeli (traconego wosku) stosowane jest do otrzymywania niewielkich odlewów ze stopów trudno obrabialnych, żeliwa, staliwa i stopów o wysokiej temperaturze topnienia. Jest to metoda odlewania precyzyjnego. Polega na wykonaniu dokładnych modeli z mieszaniny wosków, parafiny i stearyny. Modele łączy się ze wspólnym układem wlewowym, odtłuszcza i kilkakrotnie zanurza w masie ceramicznej i posypuje piaskiem. Po utwardzeniu wytapia się woskowe modele otrzymując formę. Zaletą metody jest bardzo duża gładkość i dokładność wymiarowa eliminująca obróbkę skrawaniem, możliwość wykonania bardzo małych i skomplikowanych odlewów o cienkich ściankach. Brak powierzchni podziałowych dodatkowo zwiększa dokładność wykonania odlewów. Metodą tą można wykonywać łopatki turbin, części pomp odśrodkowych, narzędzi, wyroby jubilerskie.

Na rys. 5.2. przedstawiono zakres stosowalności procesów odlewniczych



Rys. 5.2. Zakres stosowalności procesów odlewniczych a) w formach piaskowych, b) w formach skorupowych c) w kokilach, d) metodą wytapianych modeli, e) pod ciśnieniem [12]

4.5.2. Pytania sprawdzające

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

1. Czym zajmuje się odlewnictwo?
2. Do czego służy model odlewniczy?
3. Jaką rolę odgrywa rdzeń?
4. Jakie zadania spełnia układ wlewowy w formie?
5. Jakie są metody wytwarzania odlewów?
6. Czym charakteryzują się odlewy wykonane w formach piaskowych?
7. Do wykonania jakich odlewów wykorzystuje się metodę odlewania odśrodkowego?
8. Jakie odlewy można wykonywać w formach skorupowych?
9. Na czym polega wytwarzanie odlewów metodą wytapianych modeli?
10. Od czego zależy zakres stosowalności określonej metody wykonania odlewów?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wskaż elementy formy odlewniczej: a-układ wlewowy, b-przelew, c-model, d-rdzeń.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Przeczytaj uważnie treść polecenia podanego w ćwiczeniu. Od nauczyciela otrzymasz rysunek formy odlewniczej. Zobaczysz również film przedstawiający procesy wytwarzania form i wykonywania odlewów. Po wyświetleniu filmu zaznacz na rysunku odpowiednimi literami elementy formy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Rysunki form odlewniczych, film dydaktyczny.

Ćwiczenie 2

Pracując w zespole, z grupy przedstawionych wyrobów wybierz te, które zostały wykonane przez odlewanie. Omów cechy, które pozwoliły Ci rozpoznać i wybrać odlewy.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Nauczyciel dysponując różnymi surówkami przedstawi Ci do wyboru kilka wyrobów różniących się technologią wykonania. Wśród nich znajdują się odlewy, które powinieneś wybrać i przedstawić nauczycielowi odpowiadając na zamieszczone w ćwiczeniu polecenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Odlewy wykonane różnymi metodami, części wykonane metodami obróbki skrawaniem, wyroby walcowane.

Ćwiczenie 3

Porównaj odlewy wykonane w formie piaskowej, w kokili, pod ciśnieniem i metodą traconego wosku. Wyniki zestaw w tabeli.

Cecha odlewu	Odlew			
	piaskowy	kokilowy	ciśnieniowy	wykonany metodą wytapianych modeli
Chropowatość powierzchni				
Dokładność wymiarów				
Wielkość odlewu				
Kształt-stopień skomplikowania				
Grubość ścianek				

Sposób wykonania ćwiczenia:

Nauczyciel przedstawi Ci odlewy wykonane wskazanymi w ćwiczeniu metodami. Wpisz w odpowiednie komórki tabeli cechy charakterystyczne dla danej metody.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Odlewy wykonane w formie piaskowej, kokili, pod ciśnieniem, metodą wytapianych modeli.

4.5.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz zdefiniować pojęcia:		
1) odlewanie	☐	☐
2) odlew	☐	☐
3) forma odlewnicza	☐	☐
4) model	☐	☐
5) rdzeń	☐	☐
6) układ wlewowy		
Czy potrafisz rozpoznać wyroby wykonane przez odlewanie:		
1) w formie piaskowej	☐	☐
2) w kokili	☐	☐
3) pod ciśnieniem	☐	☐
4) w formie skorupowej	☐	☐
5) metodą traconego wosku	☐	☐
6) metodą odśrodkową	☐	☐

Czy scharakteryzujesz:

- | | | |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1) odlewy | ☐ | ☐ |
| 2) metody wytwarzania odlewów | ☐ | ☐ |

Czy potrafisz wskazać:

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1) elementy formy odlewniczej | ☐ | ☐ |
| 2) cechy odlewów wykonanych różnymi metodami | ☐ | ☐ |

Czy określisz:

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1) zastosowanie metod wytwarzania odlewów | ☐ | ☐ |
|---|--------------------------|--------------------------|

4.6. Obróbka plastyczna

4.6.1. Materiał nauczania

Obróbka plastyczna polega na kształtowaniu materiału, zmianie jego własności fizyczno-chemicznych, struktury i gładkości powierzchni w wyniku odkształcenia plastycznego na zimno lub na gorąco wywołanego działaniem sił zewnętrznych.

Obróbka plastyczna na zimno prowadzona jest poniżej temperatury rekrytalizacji obrabianego materiału a towarzyszy jej umocnienie powodujące wzrost wytrzymałości i twardości oraz zmniejszenie własności plastycznych odkształcanego materiału. Zmianie ulega również struktura materiału oraz własności fizyczne. Ziarna ulegają wydłużeniu przez co otrzymuje się strukturę o charakterze włóknistym.

Obróbka plastyczna na gorąco prowadzona jest powyżej temperatury rekrytalizacji. Nie występuje zjawisko umocnienia. Powstaje struktura włóknista zwiększająca wytrzymałość materiału. Temperaturę rekrytalizacji można w przybliżeniu określić ze wzoru:

$$T_r = A \cdot T_{top}$$

gdzie: T_r – temperatura rekrytalizacji w K, T_{top} – temperatura topnienia w K, A – współczynnik wynoszący 0,4 dla czystych metali oraz 0,6 dla stopów o budowie roztworów stałych.

Temperatura rekrytalizacji dla stali wynosi ~823K, dla miedzi ~523K.

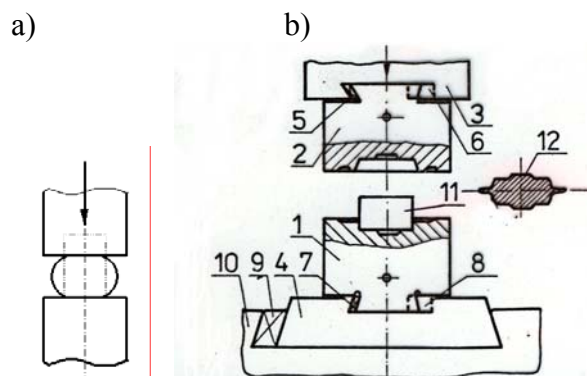
Podstawowe metody obróbki plastycznej zgodnie z PN – 89/M66001 to:

- kucie,
- walcowanie,
- tłoczenie,
- ciągnięcie
- wyciskanie.

Kucie jest procesem obróbki plastycznej na zimno lub na gorąco, podczas którego przez wywarcie uderzania lub nacisku kształtuje się wyrób nazywany odkuwką. Rozróżnia się kucie młotami, kucie prasami i kucie walcami. Kucie dzieli się na ręczne i maszynowe (swobodne i matrycowe).

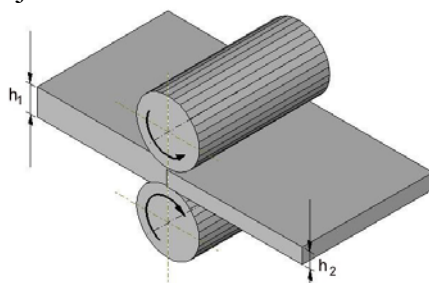
Kucie swobodne (rys. 6.1. a) może być przeprowadzane ręcznie lub maszynowo i polega na kształtowaniu obrabianego materiału przy użyciu uniwersalnych narzędzi kowalskich przy czym materiał ma nieograniczoną możliwość przemieszczania się w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku uderzeń.

Kucie matrycowe (rys. 6.1. b) polega na ukształtowaniu przedmiotu w wyniku odkształcenia (zgniatania) materiału wyjściowego w specjalnej formie-matrycy zainstalowanej na młotach lub prasach kuźniczych. Matryca ogranicza przemieszczenie kutego materiału w płaszczyźnie prostopadłej do jego kierunku zgniatania. Rozróżnia się kucie w matrycy jednowykrojowej i wielowykrojowej. Charakterystyczne cechy odkuwek matrycowych to pochylenie ścianek i duże promienie zaokrągleń. Taka konstrukcja ułatwia wypełnienie matrycy i wyjęcie gotowej odkuwki. Pochylenia i zaokrąglenia są znormalizowane.



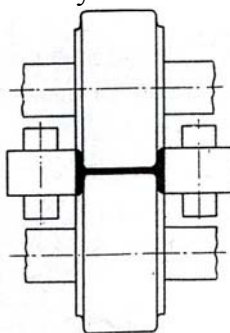
Rys. 6.1. Kucie: a) swobodne, b) matrycowe: 1 – dolna część matrycy, 2 – górna część matrycy, 3 – bijak młota, 4 – obsada, 5, 7 – kliny matrycy, 6, 8 – wpusty matrycy, 9 – klin obsady, 10 – szamota, 11 – materiał kuty, 12 – odkuwka [12]

Walcowanie (rys. 6.2.) to kształtowanie plastyczne, wywołane ściskaniem (zgniataniem) metalu wprowadzonego pomiędzy parę obracających się walców. Kształt przedmiotu zależy od kształtu powierzchni roboczej walców.



Rys. 6.2. Walcowanie: h_1 – grubość materiału przed walcowaniem, h_2 – grubość materiału po walcowaniu [12]

Walcowanie może odbywać się na zimno lub na gorąco. Większość półfabrykatów wykonuje się przez walcowanie. Metodą tą można wykonywać blachy, taśmy, pręty, kształtowniki (rys. 6.3.), rury, gwinty, koła zębate, wypusty, koła wagonowe bezobrzęczowe (tzw. monobloki), obręczowe oraz obręcze kół wagonowych. Materiałem wyjściowym, z którego produkuje się półfabrykaty w procesie walcowania są wlewki, kęsiska i kęsy. Walcowanie odbywa się na maszynach zwanych walcarkami.



Rys. 6.3. Walcowanie belek dwuteowych [12]

Tłoczenie jest to proces technologiczny obróbki plastycznej na zimno lub na gorąco obejmujący operacje cięcia i kształtowania blach oraz folii i płyt metalowych a także niemetalowych lub przedmiotów o małej grubości w stosunku do innych wymiarów. Zaletami tłoczenia są: duża wydajność obróbki, możliwość wykonania złożonych kształtów przy małej liczbie operacji, niski koszt wyrobów, dobre wykorzystanie materiału, łatwość automatyzacji.

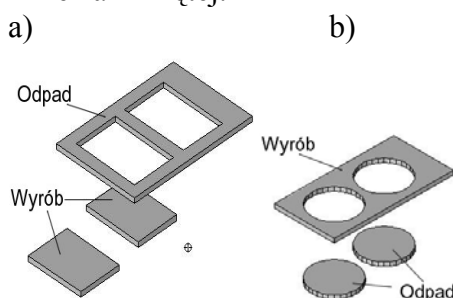
Cięciem nazywa się operacje tłoczenia, podczas których następuje naruszenie spójności materiału. Można je przeprowadzić przy użyciu nożyc lub na prasach z wykorzystaniem

specjalnych przyrządów-wykrojników. Podstawowe operacje cięcia to: odcinanie, wycinanie, dziurkowanie, przycinanie, przecinanie, okrawanie, nacinanie, rozcinanie, wygładzanie. Odcinanie polega na całkowitym oddzieleniu materiału wzdłuż linii nie zamkniętej.

Wycinanie (rys. 6.4. a) polega na całkowitym oddzieleniu materiału wzdłuż linii zamkniętej okalającej wycinany przedmiot.

Dziurkowaniem (rys. 6.4. b) nazywa się całkowite oddzielenie materiału wzdłuż linii zamkniętej okalającej odpad.

Przycinanie jest odmianą wykrawania polegającą na oddzieleniu od przedmiotu zbędnego materiału (odpadu) wzdłuż linii nie zamkniętej.



Rys. 6.4. Przykłady wyrobów otrzymanych przez: a) wycinanie, b) dziurkowanie [12]

Przecinanie polega na cięciu wzdłuż linii nie zamkniętej w celu całkowitego oddzielenia materiału.

Okrawanie polega na całkowitym oddzieleniu nadmiaru materiału na obrzeżu przedmiotu.

Nacinanie polega na częściowym oddzieleniu materiału wzdłuż linii nie zamkniętej.

Rozcinanie polega na rozdzieleniu na części materiału cięciem.

Wygładzanie polega na oddzieleniu małego nadmiaru materiału od przedmiotu wcześniej wyciętego lub dziurkowanego, w celu utworzenia ostrych krawędzi i gładkiej powierzchni cięcia oraz zwiększenia dokładności wymiarów.

Kształtowanie obejmuje procesy tłoczenia, w których nie następuje naruszenie spójności materiału. Operacje kształtowania dzieli się na: gięcie, skręcanie, prostowanie, wygniatanie, ciągnięcie, obciąganie, wywijanie, obciskanie, rozpęczanie, wybijanie, wyoblanie, zginięcie, obrótowe.

Gięcie jest procesem kształtowania, przy którym zostaje zachowana prostoliniowość tworzących, a zmiana krzywizny giętego materiału zachodzi w jednej płaszczyźnie. Obejmuje operacje wyginania, zaginania, zwijania, zawijania, profilowania.

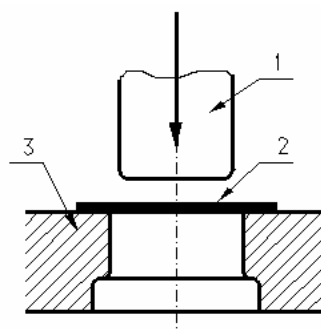
Skręcanie polega na przekształceniu materiału prostoliniowego w przedmiot o powierzchni śrubowej.

Prostowanie ma na celu usunięcie zniekształceń w celu otrzymania płaskiej powierzchni blachy, taśmy albo prostej osi przedmiotów o kształtach wydłużonych.

Wygniatanie polega na płytkim kształtowaniu materiału narzędziami, których wypukłości i wgłębienia powierzchni jednego narzędzia odpowiadają wgłębieniom i wypukłościom drugiego narzędzia.

Ciągnięciem w procesach tłoczenia nazywa się głębokie kształtowanie wyrobu w jednej lub kilku operacjach lub zabiegach nazywanych ciągami. Składa się ono z następujących po sobie operacji wytłaczania (rys. 6.5.), przetłaczania i dotłaczania. Podczas wytłaczania z płaskiego krążka blachy pod naciskiem stempla otrzymujemy w ciągniku wyrób w postaci miseczki.

W kolejnej operacji przetłaczania możemy zmniejszyć średnicę dna miseczki przy jednoczesnym zwiększeniu wysokości ścianki. Dotłaczanie stosuje się po wytłoczeniu lub przetłoczeniu w celu nadania przedmiotowi ostatecznego kształtu.



Rys.6.5 Wytłaczanie: 1- materiał wyjściowy, 2 – stempel, 3 – matryca [12]

Obciąganie jest procesem tłoczenia, w którym blacha poddawana jest równoczesnemu gięciu i rozciąganiu poprzez wywieranie nacisku wzornikiem na blachę lub odwrotnie blachy na wzornik, którego kształt przybiera blacha. Metoda znalazła zastosowanie do tłoczenia elementów karoserii samochodowych.

Wywijanie – kształtowanie obrzeża wokół uprzednio wyciętego otworu lub kołnierza w przedmiocie rurowym albo przekształcanie płaskiego pierścienia w tuleję.

Obciskanie polega na ściskaniu przedmiotu rurowego w kierunku promieniowym, powodującym zmniejszanie się wymiarów poprzecznych przedmiotu.

Rozpęczanie polega na miejscowym zwiększeniu wymiaru poprzecznego przedmiotu rurowego przez rozciąganie w kierunku promieniowym.

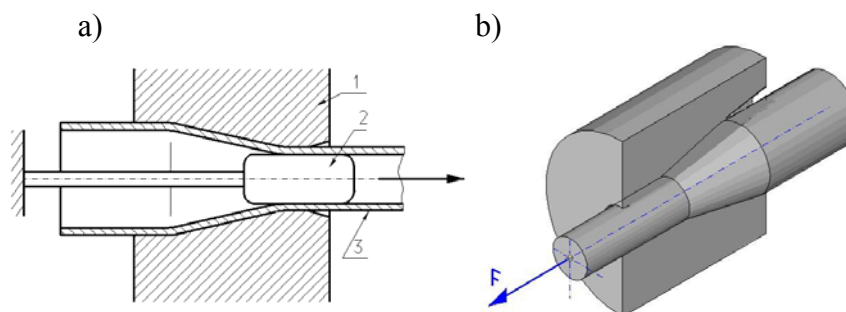
Wybijanie polega na zgniataniu płaskiego przedmiotu narzędziem o odpowiednio ukształtowanej powierzchni roboczej w celu otrzymania wypukłych lub wklęsłych wzorów ornamentacyjnych np. przy wytwarzaniu monet, medali.

Wyoblanie polega na nadawaniu krążkowi blachy kształtu bryły obrotowej wskutek stopniowego dociskania materiału wirującego krążka do obracającego się wraz z nim wzornika, przy nie zmienionej grubości ścianki.

Zgniatanie obrotowe – wyoblanie obrotowe połączone ze zgniataniem materiału między wzornikiem a wyoblaniem, następuje więc zmiana grubości ścianki.

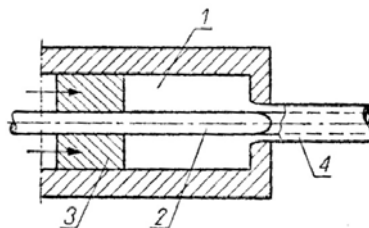
Ciągnięcie (rys. 6.6.) jest obróbką plastyczną na zimno lub na gorąco, podczas której zmienia się kształt lub pole przekroju poprzecznego materiału w postaci drutu, pręta lub rury poprzez przeciąganie go przez otwór ciągadła lub też między nie napędzanymi walcami.

Ciągnięcie stosuje się do wyrobu prętów okrągłych i kształtowych, drutów nawet o bardzo małych średnicach $\sim 4 \mu\text{m}$ oraz rur różnych kształtów i przekrojów przede wszystkim cienkościennych o bardzo małych średnicach.



Rys. 6.6. Ciągnięcie: a) ciągnięcie rur na trzpieniu stałym, b) ciągnięcie prętów i drutów
1 – ciągadło, 2 – trzpień stały, 3 – rura [12]

Wyciskanie jest procesem prasowania, w którym nacisk stempla powoduje wypływanie materiału przez otwory lub szczeliny narzędzia o kształcie poprzecznego przekroju wyrobu. Stosuje się je do wyrobu prętów kształtowych, rur, pudełek, naczyń.



Rys. 6.7. Schemat wyciskania rur: 1 – zasobnik z materiałem, 2 – stempel wewnętrzny, 3 – stempel zewnętrzny, 4 – rura [13]

4.6.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co nazywamy obróbką plastyczną?
2. Jaka jest różnica między obróbką plastyczną na zimno i na gorąco?
3. Jakie zmiany zachodzą w materiale podczas obróbki plastycznej na zimno?
4. Jakie są podstawowe rodzaje obróbki plastycznej?
5. Na czym polega kucie?
6. Na czym polega różnica między kuciem swobodnym i matrycowym?
7. Jakie są cechy odkuwek matrycowych?
8. Do otrzymywania jakich wyrobów stosuje się walcowanie?
9. Jakie operacje obejmuje tłoczenie?
10. Na czym polega cięcie?
11. Jakie operacje obejmuje cięcie?
12. Co nazywamy kształtowaniem?
13. Jakie operacje obejmuje kształtowanie?
14. Z jakiego materiału kształtuje się wyroby tłoczone?
15. Co nazywamy ciągnięciem w procesach tłoczenia?
16. W jakich operacjach otrzymuje się druty, pręty i rury?

4.6.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Na podstawie opisu podaj nazwę rodzaju obróbki, której ten opis dotyczy:
Z płaskiego krążka blachy pod naciskiem stempla otrzymujemy w ciągniku wyrób w postaci miseczki.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Dokładnie przeczytaj polecenie podane w ćwiczeniu. Zapoznaj się z PN, przeanalizuj treść ćwiczenia i wybierz poprawną odpowiedź.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

PN-89/M-66001 Obróbka plastyczna. Terminologia. Pojęcia ogólne.

PN-60/M-66002 Obróbka plastyczna. Tłoczenie. Nazwy i określenia

Ćwiczenie 2

Z grupy przedstawionych 8 wyrobów wybierz cztery, które zostały wykonane metodami obróbki plastycznej. Omów cechy, które pozwoliły Ci rozpoznać i wybrać te wyroby. Gdzie znajdują zastosowanie wybrane wyroby?

Sposób wykonania ćwiczenia:

Nauczyciel przedstawi Ci do wyboru 8 wyrobów różniących się technologią wykonania. Wśród nich znajdują się cztery, które zostały wykonane metodami obróbki plastycznej. Wybierz je i przedstaw nauczycielowi odpowiadając na zamieszczone w ćwiczeniu pytania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Cztery wyroby wykonane metodami obróbki skrawaniem, cztery wyroby wykonane metodami obróbki plastycznej przez: walcowanie, ciągnięcie, kucie, tłoczenie.

Ćwiczenie 3

Z grupy przedstawionych 8. wyrobów wykonanych metodami obróbki plastycznej wybierz 4 wykonane w operacjach kształtowania. Podaj nazwy operacji, które weszły w skład procesu technologicznego wykonania tych wyrobów. Jakie cechy pozwoliły Ci wybrać te wyroby?

Sposób wykonania ćwiczenia:

Nauczyciel przedstawi Ci wyroby wykonane metodami obróbki plastycznej. Wśród nich znajdują się te, które powinieneś wybrać, przedstawić nauczycielowi i odpowiedzieć na pytania zawarte w poleceniu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Dwie odkuwki, dwa wyroby walcowane, cztery wyroby wykonane w operacjach kształtowania.

Ćwiczenie 4

Z grupy przedstawionych 8 części maszyn wykonanych różnymi metodami wybierz 2 wyroby, w których zastosowano operacje cięcia. Podaj nazwy operacji obróbki plastycznej, które weszły w skład procesu technologicznego wykonania tych wyrobów. Scharakteryzuj je.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Nauczyciel przedstawi Ci wyroby wykonane różnymi metodami. Wśród nich znajdują się 2, w których procesie technologicznym wykorzystano operacje cięcia. Wybierz je, przedstaw nauczycielowi i odpowiedz na pytania zawarte w ćwiczeniu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Dwa odlewy, dwie odkuwki, dwie części wykonane obróbką skrawaniem, dwa wyroby, w których zastosowano operacje cięcia.

Ćwiczenie 5

Określ czy obróbka plastyczna stali nagrzanej do temperatury 300° C jest obróbką plastyczną na zimno czy na gorąco? Odpowiedź uzasadnij.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zastanów się od czego zależy podział obróbki plastycznej na obróbkę prowadzoną na zimno i na gorąco,
- 2) napisać wzór, z którego możesz obliczyć przybliżoną temperaturę rekrytalizacji,
- 3) odszukać w poradniku temperaturę topnienia stali,
- 4) wykonać odpowiednie obliczenia,
- 5) odpowiedzieć na pytania zawarte w poleceniu.

4.6.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz zdefiniować pojęcia:		
1) obróbka plastyczna	☐	☐
2) kucie	☐	☐
3) walcowanie	☐	☐
4) tłoczenie	☐	☐
5) ciągnięcie	☐	☐
6) temperatura rekrytalizacji	☐	☐
Czy rozpoznasz wyroby wykonane przez:		
1) kucie	☐	☐
2) walcowanie	☐	☐
3) tłoczenie	☐	☐
4) ciągnięcie	☐	☐
Czy rozróżnisz:		
1) ciągnięcie i ciągnięcie w procesach tłoczenia	☐	☐
2) obróbkę plastyczną na zimno i na gorąco	☐	☐

4.7. Maszynowa obróbka wiórowa

4.7.1. Materiał nauczania

Maszynowa obróbka wiórowa jest obróbką skrawaniem, która ma na celu zmianę wymiarów i kształtu przedmiotu lub półfabrykatu przez usunięcie materiału w postaci wiórów. Proces skrawania polega na wciskaniu odpowiednio ukształtowanego ostrza narzędzia skrawającego w materiał i ścinaniu warstwy skrawanej. Oddzielanie warstwy skrawanej w postaci wiórów jest realizowane przez klinowe działanie odpowiednio ukształtowanego ostrza, którego twardość jest większa od twardości obrabianego materiału, podczas względnego ruchu przedmiotu i narzędzia. Obróbce skrawaniem poddaje się różne materiały: metale, tworzywa sztuczne, drewno. Obróbka maszynowa wykonywana jest za pomocą maszyn nazywanych obrabiarkami skrawającymi.

Ruchy podstawowe są to ruchy narzędzia i przedmiotu obrabianego, niezbędne do wykonania obróbki. Rozróżnia się ruch główny i posuwowy.

Ruch główny jest to ruch narzędzia lub przedmiotu obrabianego warunkujący istnienie procesu skrawania np. ruch obrotowy wałka podczas toczenia, ruch obrotowy freza podczas frezowania lub ruch obrotowy wiertła podczas wiercenia.

Ruch posuwowy jest to ruch narzędzia lub przedmiotu obrabianego niezbędny do usunięcia warstwy materiału z całej powierzchni obrabianej. Zapewnia on ciągłość procesu skrawania. Podczas toczenia jest to ruch wzdłużny (posuw wzdłużny) lub poprzeczny (posuw poprzeczny) noża, podczas frezowania – ruch przedmiotu, podczas wiercenia – osiowe przesunięcie wiertła.

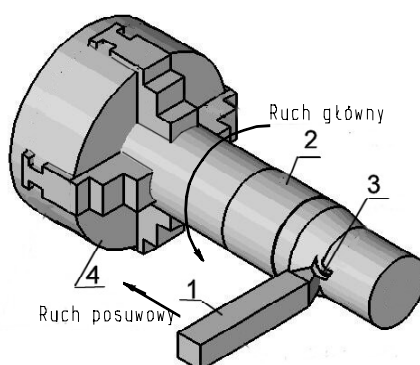
Ruch jałowy jest częścią ruchu głównego, podczas którego nie występuje skrawanie, np. ruch powrotny w czasie skrawania.

Ruchy pomocnicze są to ruchy przygotowawcze, np. ustawienie i dosuwanie przedmiotu lub narzędzia oraz wszelkie ruchy dodatkowe występujące podczas obróbki, a nie będące ruchami podstawowymi.

Ze względu na geometryczne cechy ruchów występujących podczas skrawania oraz rodzaj użytych narzędzi, wyróżnia się następujące, ważniejsze sposoby obróbki skrawaniem:

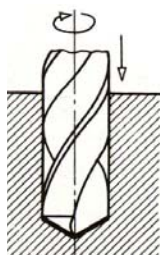
- toczenie,
- wiercenie,
- frezowanie,
- struganie,
- szlifowanie.

Toczenie (rys.7.1) jest obróbką za pomocą noża tokarskiego, podczas której przedmiot obrabiany zamocowany w uchwycie wykonuje ruch główny obrotowy a narzędzie zamocowane w imaku narzędziowym przesuwa się ruchem posuwowym wzdłuż lub prostopadłe do osi toczzonego przedmiotu albo wykonuje oba te ruchy jednocześnie. Jest to obróbka stosowana do otrzymywania powierzchni walcowych, stożkowych, kulistych oraz gwintów.



Rys. 7.1. Toczenie: 1 – nóż tokarski, 2 – przedmiot, 3 – wiór, 4 – uchwyt tokarski [12]

Wiercenie (rys. 7.2.) jest obróbką służącą do wykonywania otworów, w której narzędzie – wiertło wykonuje ruch główny obrotowy i jednocześnie prostoliniowy postępowy ruch posuwowy.



Rys. 7.2. Wiercenie otworów [12]

Frezowanie (rys. 7.3.) jest obróbką skrawaniem za pomocą narzędzia wieloostrzowego (freza), wykonującego ruch główny obrotowy a przedmiot wykonuje ruch posuwowy najczęściej prostoliniowy. Najczęściej wykonywane prace frezarskie to: frezowanie płaszczyzn, frezowanie powierzchni kształtowych, frezowanie rowków, kół zębatych.



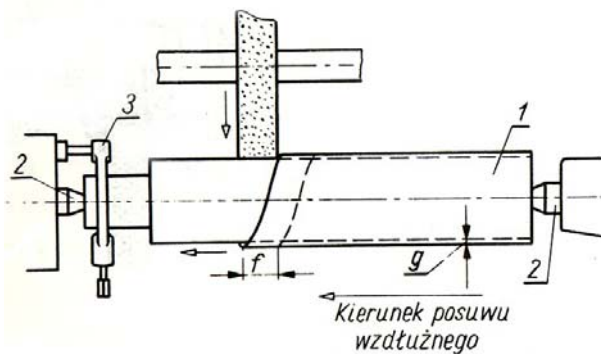
Rys.7.3. Zasada frezowania [14]

Struganie jest obróbką skrawaniem za pomocą noża strugarskiego, charakteryzuje się nieciągłością ruchu głównego i posuwowego. Ruch główny prostoliniowy składa się z ruchu roboczego i powrotnego ruchu jałowego. Ruch posuwowy jest ruchem prostoliniowym przerywanym, odbywa się podczas przechodzenia narzędzia z ruchu jałowego w ruch roboczy. Rozróżnia się:

- struganie wzdłużne, w którym ruch roboczy wykonuje przedmiot obrabiany a ruch posuwowy nóż strugarski,
- struganie poprzeczne, w którym ruch roboczy wykonuje nóż, a ruch posuwowy – przedmiot obrabiany,
- struganie pionowe zwane dłutowaniem, w którym ruch główny wykonuje narzędzie i jest to ruch pionowy.

Struganie jest stosowane do obróbki płaszczyzn. Dłutowanie stosuje się do nacinania uzębień kół zębatych metodą obwiedniową.

Szlifowanie – obróbka skrawaniem, podczas której narzędzie (ściernica) wykonuje szybki ruch obrotowy a przedmiot obrabiany porusza się ruchem prostoliniowym (szlifowanie płaszczyzn) lub obrotowym (szlifowanie wałków, otworów, płaszczyzn)



Rys. 7.4. Zasada szlifowania wałków na szlifierce kłowej: 1 – wałek, 2 – kły, 3 – zabierak, g – głębokość szlifowania, f – posuw [12]

W zależności od otrzymanej klasy dokładności oraz chropowatości powierzchni rozróżnia się obróbkę: zgrubną, średnio dokładną, dokładną, bardzo dokładną (obróbka wykańczająca). Na dokładność obróbki i wartość chropowatości powierzchni wpływa kształt ostrza narzędzia, rodzaj materiału obrabianego, rodzaj obróbki oraz parametry skrawania: grubość warstwy skrawanej, posuw, szybkość skrawania.

Szybkość skrawania „v” [m/min] jest to stosunek drogi, którą przebywa krawędź skrawająca narzędzia względem powierzchni obrabianego przedmiotu w kierunku głównego ruchu roboczego do czasu przebycia tej drogi.

Głębokość skrawania jest to grubość warstwy materiału usuwanej podczas jednego przejścia narzędzia skrawającego. Podczas toczenia oblicza się ją według wzoru:

$$g = \frac{D - d}{2} \text{ [mm]}$$

gdzie: g- głębokość skrawania w mm,

D – średnica przedmiotu obrabianego,

d – średnica przedmiotu obrobionego

Posuwem „f” [mm/obrót] nazywa się wartość przesunięcia noża przypadającą na jeden obrót przedmiotu.

Wióry, które powstają podczas skrawania powinny być składowane w odpowiednich pojemnikach (koszach). Ciecze chłodząco- smarujące powinny być poddawane utylizacji.

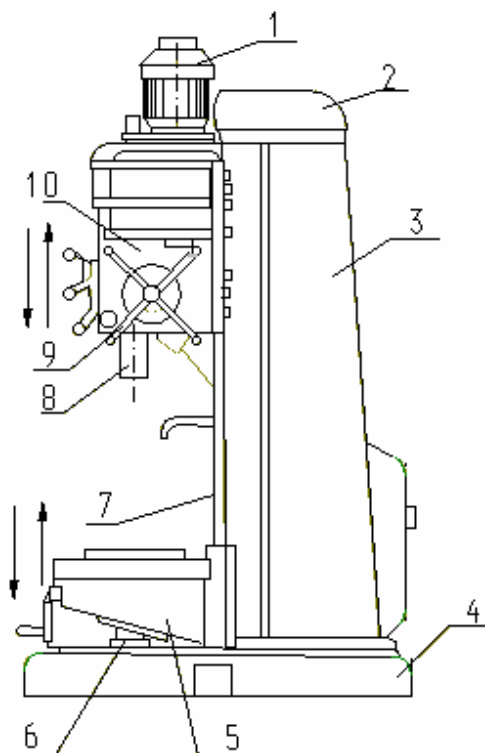
Obrabiarki, na których przeprowadza się obróbkę skrawaniem to: tokarki, frezarki, wiertarki, strugarki, dłutownice, szlifierki, itp. Dla każdego urządzenia lub maszyny opracowana jest dokumentacja techniczno-ruchowa (DTR) zwana również paszportem

maszynowym. W przypadku obrabiarek zawiera ona między innymi opis poszczególnych zespołów i mechanizmów.

Większość obrabiarek jest wyposażona w następujące mechanizmy i urządzenia:

- silniki, które stanowią źródło energii dla zespołów napędowych,
- mechanizmy przenoszące ruch od silnika do zespołów roboczych (skrzynki prędkości, skrzynki posuwów),
- zespoły robocze wykonujące ruchy niezbędne do prowadzenia procesu skrawania (np. wrzeciono)
- korpusy, łoża łączące poszczególne mechanizmy w jedną całość,
- urządzenia do mocowania narzędzi i przedmiotów (imaki nożowe, oprawki narzędziowe, uchwyty)
- elementy i zespoły sterowania, które służą do kierowania pracą obrabiarki,
- urządzenia nastawcze i pomiarowe służące do ustalenia i pomiaru położenia narzędzia w stosunku do przedmiotu obrabianego,
- urządzenia do chłodzenia narzędzi i smarowania obrabiarki,
- urządzenia zabezpieczające operatora obrabiarki przed wypadkiem.

Na rys. 7.5. przedstawiono podstawowe zespoły wiertarki kadłubowej.



Rys. 7.5. Wiertarka kadłubowa: 1 – silnik napędowy, 2 – skrzynka przekładniowa napędu głównego (przekładnia wrzeciennika), 3 – kadłub, 4 – płyta podstawy, 5 – wspornik stołu, 6 – podpórka śrubowa, 7 – prowadnice, 8 – wrzeciono, 9 – dźwignia do ręcznego przesuwania skrzynki posuwów, 10 – skrzynka posuwów [16]

4.7.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co nazywamy obróbką maszynową wiórową?
2. W jaki sposób realizowane jest oddzielanie warstwy skrawanej?
3. Co nazywamy ruchami podstawowymi podczas skrawania?
4. Co nazywamy ruchem głównym?
5. Jak nazywa się ruch niezbędny do usunięcia warstwy materiału z całej powierzchni obrabianej?
6. Co nazywamy ruchem jałowym?
7. Jakie są podstawowe rodzaje obróbki skrawaniem?
8. Na czym polega toczenie?
9. Co wykonuje się przez toczenie?
10. Na czym polega wiercenie?
11. Na czym polega frezowanie?
12. Co wykonujemy przez frezowanie?
13. Na czym polega struganie?
14. Co wykonujemy przez struganie?
15. Na czym polega różnica między struganiem a dłutowaniem?
16. Co nazywamy szlifowaniem?
17. Jakie wyroby wykonujemy przez szlifowanie?
18. Co wpływa na dokładność obróbki?
19. Co nazywamy szybkością skrawania?
20. Co to jest posuw?
21. Co nazywamy głębokością skrawania?
22. Jak nazywają się obrabiarki na których wykonuje się toczenie, frezowanie, wiercenie, struganie, dłutowanie i szlifowanie?
23. W jakie podstawowe mechanizmy i urządzenia wyposażone są obrabiarki?
24. Jakie zadania spełniają poszczególne zespoły obrabiarki?

4.7.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Z grupy przedstawionych 8 wyrobów wybierz cztery, które zostały wykonane metodami obróbki skrawaniem. Omów cechy, które pozwoliły Ci rozpoznać i wybrać te wyroby. Gdzie znajdują zastosowanie wybrane wyroby?

Sposób wykonania ćwiczenia:

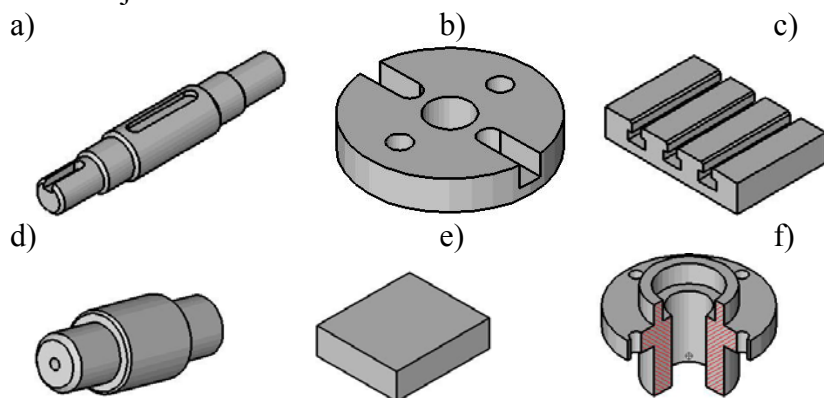
Nauczyciel przedstawi Ci do wyboru 8 wyrobów różniących się technologią wykonania. Wśród nich znajdują się cztery, które zostały wykonane metodami obróbki skrawaniem. Powinieneś je wybrać i przedstawić nauczycielowi odpowiadając na zamieszczone w ćwiczeniu pytania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Cztery wyroby wykonane metodami obróbki skrawaniem, cztery wyroby wykonane przez odlewanie i metodami obróbki plastycznej.

Ćwiczenie 2

Pracując w parze z kolegą zaproponuj metody wytwarzania do wykonania części przedstawionych na rysunku. Czym kierowałeś się przy doborze procesu technologicznego? Czy nie znając wymiarów możesz jednoznacznie określić sposób wykonania? Odpowiedź uzasadnij.



Sposób wykonania ćwiczenia:

Na rysunkach przedstawiono części różniące się od siebie kształtem i przeznaczeniem. Zastanów się w jaki sposób można je wykonać. Zapisz swoje propozycje i przedstaw je wraz z uzasadnieniem nauczycielowi.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

Rysunki części, papier, pisaki, instrukcja pracy metodą tekstu przewodniego, pytania prowadzące.

Ćwiczenie 3

Korzystając z dokumentacji techniczno-ruchowej i pracując w parze z kolegą zapoznaj się z budową obrabiarek a następnie wypełnij tabelkę i wskaż na przykładzie wiertarki wybrane elementy jej budowy: silnik napędowy, skrzynka posuwów, wrzeciono, kadłub, stół.

Zespół	Przeznaczenie

Sposób wykonania ćwiczenia:

Nauczyciel podzieli Was na 2-osobowe zespoły i przedstawi dokumentację techniczno-ruchową dwóch obrabiarek. Zapoznaj się z częścią dokumentacji dotyczącą budowy obrabiarek. Zastanów się jakie podstawowe zespoły wchodzi w skład obrabiarki. Wypełnij tabelę a następnie podejdź wraz z nauczycielem do wiertarki i wskaż wymienione w poleceniu zespoły i elementy budowy.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

DTR wiertarki i tokarki, wiertarka, instrukcja pracy metodą tekstu przewodniego, pytania prowadzące.

Ćwiczenie 4

Podstawowe ruchy występujące podczas obróbki wiórowej to ruch główny i posuwowy. Uzupełnij tabelkę nazwą właściwego narzędzia, elementu lub zespołu wykonującego ruch wyszczególniony w kolumnach 2-4.

Rodzaj obróbki	Ruch główny		Ruch posuwowy	Uwagi
	roboczy	jałowy		
toczenie				
frezowanie				
struganie				
szlifowanie				

Sposób wykonania ćwiczenia:

Nauczyciel wyświetli film, przedstawiający podstawowe rodzaje obróbki wiórowej. Zwróć uwagę na ruchy wykonywane przez narzędzie i przedmiot obrabiany, wyniki obserwacji zapisz w tabelce.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

Film dydaktyczny przedstawiający podstawowe rodzaje obróbki wiórowej.

Ćwiczenie 5

W podanym prostokącie wpisano 14 pojęć związanych z maszynową obróbką wiórową. Wyszukaj je, wypisz i wykreśl z prostokąta. Pozostałe nie wykreślone litery czytane kolejno poziomo utworzą 15 hasło - rozwiązanie. Wyjaśnij otrzymane pojęcia wpisując je do tabeli wykonanej według podanego wzoru.

Uwaga: jedna litera może należeć do dwóch pojęć a dozwolony ruch w kwadracie to : → ↓

R	W	U	C	C	N	H	K	W
P	I	T	H	O	Ó	S	A	S
U	E	O	Ł	O	Ż	E	D	P
C	R	K	O	N	I	K	Ł	O
H	T	A	D	U	M	W	U	R
W	Ł	R	Z	W	A	I	B	N
Y	O	K	E	O	K	Ó	W	I
T	S	A	N	I	E	R	Y	K
S	Z	L	I	F	I	E	R	Z
W	R	Z	E	C	I	O	N	O

Wzór tabeli

Lp.	Pojęcie związane z obróbką skrawaniem	Krótką notatką	Uwagi

Sposób wykonania ćwiczenia:

Wykreśl wyszukane hasła i wpisz je do tabeli. Wyjaśnij krótko pojęcie. Jeśli masz wątpliwości skorzystaj z leksykonu technicznego

Wypożyczenie stanowiska pracy:

Leksykon techniczny.

4.7.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- 1) rozróżnić części maszyn wykonane przez obróbkę skrawaniem?
- 2) wymienić podstawowe rodzaje maszynowej obróbki wiórowej?
- 3) odróżnić ruch główny i posuwowy podczas obróbki wiórowej?
- 4) dobrać rodzaj obróbki do wykonania części?
- 5) posłużyć się DTR?
- 6) rozpoznać podstawowe zespoły wiertarki?
- 7) określić przeznaczenie zespołów wiertarki?

Tak

Nie

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

4.8. Spajanie metali i stopów

4.8.1. Materiał nauczania

Spajanie – proces trwałego łączenia materiału przez uzyskiwanie jego ciągłości. Rozróżnia się spawanie, zgrzewanie, lutowanie i klejenie.

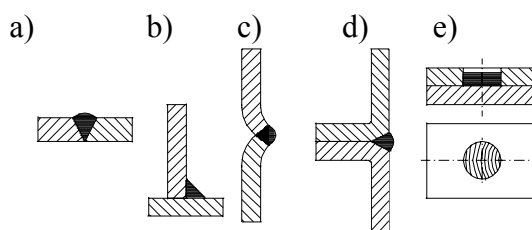
Spawanie polega na nierozłącznym łączeniu metali przez ich stopienie w miejscu połączenia, z dodaniem lub bez dodawania spoiwa. W zależności od źródła ciepła rozróżnia się spawanie:

- elektryczne łukowe (elektrodą topliwą i nietopliwą, w osłonie gazów, łukiem krytym),
- gazowe (najczęściej acetylenowo-tlenowe),
- termitowe,
- elektronowe,
- plazmowe,
- laserowe.

W celu prawidłowego przeprowadzenia spawania materiał łączony należy odpowiednio przygotować. Blachy o grubości do 2 mm wygina się. Blachy od 2 do 4 mm rozsuwa się na odległość równą połowie ich odległości, a blachy o grubości od 4 do 12 mm ukosuje się.

Złącem spawanym nazywamy połączenie ze sobą części za pomocą spawania. Złącze składa się ze spoiny i z materiału rodzimego. Rozróżnia się złącza doczołowe, pachwinowe, narożne, krzyżowe, przylgowe, nakładkowe i zakładkowe.

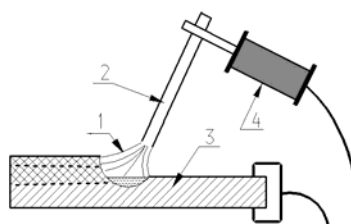
Na rys. 8.1. przedstawiono rodzaje spoin spawanych: czołowe, pachwinowe, brzeżne, grzbietowe i otworowe.



Rys. 8.1. Rodzaje spoin: a) czołowa, b) pachwinowa, c) brzeżna, d) grzbietowa, e) otworowa [15]

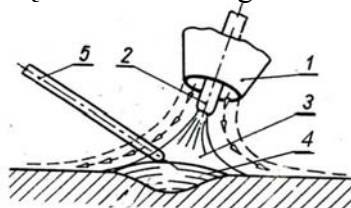
Spawanie gazowe: spawanie, w którym źródłem ciepła jest płomień gazowy najczęściej acetylenowo-tlenowy.

Spawanie elektryczne wykorzystuje energię elektryczną jako źródło ciepła. W ogólnym pojęciu oznacza ono spawanie łukowe ręczne elektrodami otulonymi (rys. 8.2.).



Rys. 8.2. Spawanie łukowe elektrodą topliwą: 1 – łuk elektryczny, 2 – elektroda topliwa, 3 – przedmiot spawany, 4 – uchwyt [15]

Spawanie w osłonie gazów (rys. 8.3.) jest to spawanie, podczas którego łuk elektryczny wraz z miejscem spawania są osłonięte strumieniem gazu ochronnego.



Rys. 8.3. Spawanie w osłonie gazów: 1 – uchwyt, 2 – elektroda wolframowa, 3 – łuk elektryczny, 4 – jezioro, 5 – spoiwo [15]

Spawanie łukiem krytym polega spawaniu elektrodą nieutuloną, przy czym łuk elektryczny jarzący się pod warstwą topnika.

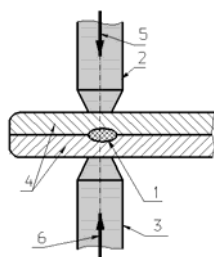
Spawanie termitowe-stosowane do łączenia elementów stalowych o dużych przekrojach. Stopiwo otrzymuje się w wyniku spalania termitu (mieszanki tlenku żelaza i aluminium), reakcja jest również źródłem ciepła.

Spawanie elektronowe przeprowadzane jest w próżni rzędu $1,5 \cdot 10^{-2} \div 1,5 \cdot 10^{-3}$ Pa strumieniem elektronów emitowanych z katody wolframowej.

Spawanie plazmowe- jako źródło ciepła wykorzystuje się strumień plazmy o temperaturze do 20000°C otrzymany w palniku plazmowym.

Spawanie laserowe wykorzystuje laser jako źródło ciepła. Metoda znalazła ekonomiczne uzasadnienie do elementów o grubości od 0,1 do 3 mm.

Zgrzewanie polega na połączeniu metali w wyniku miejscowego nagrzania do stanu wysokiej plastyczności i wywarcia silnego nacisku. Do łączenia części maszyn najczęściej stosuje się zgrzewanie elektryczne oporowe, które może być doczołowe, punktowe, garbowe i liniowe. Źródłem ciepła jest prąd elektryczny, który w miejscu największego oporu zamienia się na ciepło. Zgrzewanie doczołowe (zwarciove lub iskrowe) stosowane jest do łączenia prętów, drutów, rur, ogniów łańcuchów, osi. Do łączenia elementów z blach w przemyśle samochodowym stosowane jest zgrzewanie punktowe (rys. 8.4.) Blachy ułożone na zakładkę są ściskane przez stożkowe elektrody. Materiał zgrzewany nagrzewany jest prądem o wysokim natężeniu i niskim napięciu. Zgrzewanie garbowe wymaga wcześniejszego wytłoczenia występow-garbów w jednym z łączonych elementów. Zgrzeinę otrzymuje się w kilku punktach jednocześnie. W porównaniu ze zgrzewaniem punktowym jest to metoda wydajniejsza. Zgrzewanie liniowe polega na łączeniu części pomiędzy obracającymi się elektrodami krążkowymi, które równocześnie dociskają do siebie łączone elementy. Metoda stosowana jest przy wymaganej szczelności połączenia. Części zgrzewa się na zakładkę albo ze zgniotem krawędziowym.



Rys. 8.4. Zasada zgrzewania punktowego: 1 – zgrzeina, 2, 3 – elektrody, 4 – zgrzewane elementy, 5, 6 – kierunek działania siły docisku [15]

Inne metody zgrzewania to: gazowe, termitowe, ogniskowe, zgmiotowe, tarciove, ultradźwiękowe, indukcyjne i dyfuzyjne.

Lutowanie polega na nierozłącznym połączeniu metali przy użyciu stopionego spoiwa nazywanego lutem, którego temperatura topnienia jest niższa niż temperatura topnienia łączonych elementów. Wykorzystuje się siły adhezji i dyfuzji między cząsteczkami lutu i łączonymi elementami. W zależności od temperatury topnienia lutu rozróżnia się:

- lutowanie miękkie,
- lutowanie twarde (temperatura topnienia lutu powyżej 500°C)

Do lutowania miękkiego stosuje się luty cynowe, cynowo-ołowiowe, cynkowe, kadmowe, bizmutowe, na osnowie indu, na osnowie galu. Luty miękkie obejmuje norma PN-EN 29453:2000. W tabeli 8.1 przedstawiono niektóre własności wybranych lutów.

Tabela 8.1. Spoiwa cynowo-ołowiowe

Cecha spoiwa	Temperatura topnienia °C		Przewodność elektryczna właściwa $m/\Omega \cdot mm^2$	Główne zastosowanie	
	dolna	górna		metale łączone	przykłady
LC4A6	244	270	4,8	stal	lutowanie i wyrównywanie wgłębień nadwozi samochodowych
LC2	320	325	4,9	stal	lutowanie opakowań na produkty spożywcze
LC10	268	299	5,0	miedź, mosiądz, stal	lutowanie przedmiotów przeznaczonych do lakierowania na gorąco, lutowanie elementów pracujących w podwyższonych temperaturach, lutowanie żarówek
LC30	183	260	5,6	miedź, mosiądz, stal, cynk	spoiwo powszechnego użytku, lutowanie blach stalowych, ocynowanych, ocynkowanych oraz cynku, pobielenie, lutowanie chłodziw
LC50	183	216	6,8	miedź, mosiądz, stal	lutowanie i pobielenie drobnych elementów w budowie maszyn, pobielenie i lutowanie w przemyśle elektrotechnicznym
LC63	183	185	7,0	miedź, mosiądz, stal	lutowanie kapielowe połączeń elektrycznych w przemyśle elektronicznym oraz cynowanie końcówek elementów elektronicznych lutowanie precyzyjnych elementów w budowie maszyn

Luty wykonywane są w postaci drutu, prętów, past, pałeczek i proszków.

Lutowanie miękkie stosowane jest do łączenia części, od których nie wymaga się przenoszenia dużych obciążeń, uszczelniania zbiorników, rurociągów, łączenia przewodów elektrycznych itp. W przypadku nieznacznego obciążenia połączenie powinno pracować na ścinanie. Najlepiej jest, jeżeli części lutowane są także połączone ze sobą kształtowo, co znacznie zwiększa wytrzymałość połączenia.

Rozróżnia się następujące metody lutowania miękkiego:

- za pomocą lutownicy zwykłej, benzynowej, gazowej lub elektrycznej,
- lutowanie indukcyjne,
- lutowanie kąpielowe,
- lutowanie piecowe,
- lutowanie płomieniowe.

Przebieg lutowania miękkiego:

- mechaniczne oczyszczenie powierzchni lutowanych,
- chemiczne oczyszczenie powierzchni za pomocą topników,
- nagrzanie lutownicy i potarcie jej główki o topnik,
- przeniesienie lutownicą lutu na szew i rozprowadzenie go wzdłuż szwu.

Niektóre z wad występujące w połączeniach lutowanych przedstawiono w tabeli 8.2.

Tabela 8.2. Wady występujące przy lutowaniu miękkim

Rodzaj wady	Przyczyna
Lut nie przylepia się do lutownicy	zanieczyszczone ostrze lutownicy
Lutowany szew rozchodzi się	źle oczyszczone powierzchnie lutowane
Na szwie występują szczeliny	zbyt mało lutu
Lut nie wypełnia szczeliny	– za niska temperatura lutowania, – za krótki czas lutowania, – źle ułożone części do lutowania.
Powierzchnia położonego lutu jest chropowata	za wysoka temperatura lutowania lub za długi czas lutowania

Do lutowania twardego stosuje się luty z miedzi technicznej, mosiądzu, brązu oraz lutów srebrnych, niklu z dodatkiem manganu. Spoiwa do lutowania twardego ujęte są w PN- EN 1044:2002. Luty twarde wykonywane są w postaci blaszek, taśm, drutu, wiórów i granulek. Wykonywane połączenia mogą przenosić znaczne obciążenia. Stosowane są do mocowania płytek z węglików spiekanych w narzędziach skrawających, do styków urządzeń elektrycznych. Do lutowania twardego ma najczęściej zastosowanie:

- lutowanie gazowe,
- lutowanie elektryczne oporowe,
- lutowanie elektryczne indukcyjne,
- lutowanie piecowe,
- lutowanie kąpielowe.

Przebieg procesu lutowania twardego:

- mechaniczne (papierem ściernym, pilnikiem) i chemiczne (odtłuszczenie lub trawienie) oczyszczenie przygotowanych powierzchni,
- nałożenie topnika oraz lutu i złożenie części lutowanych,
- nagrzanie do temperatury umożliwiającej stopienie lutu,
- oczyszczenie połączenia i sprawdzenie spoiny.

Topniki stanowią mieszaninę związków chemicznych. Stosowane są w celu oczyszczania, rozpuszczania i usuwania związków niemetalicznych z powierzchni materiału oraz z ciekłego

lutu. Jako topniki do lutowania miękkiego stosowane są topniki chemicznie czynne: chlorek cynku, chlorek amonu, chlorek potasu, oraz chemicznie biernie: kalafonia. Do lutowania używa się również gotowych past, w skład których wchodzi: chlorek cynku, chlorek amonu, wazelina, gliceryna, parafina, kalafonia. Jako topników do lutowania miękkiego stali, miedzi i mosiądzu używa się najczęściej wody lutowniczej, którą tworzy chlorek cynku rozpuszczony w wodzie (np. 300 gramów stopionego technicznie chlorku cynku na 1 litr wody). Do połączeń lutowanych do celów elektrotechnicznych powinno się używać tylko topników biernych. Do lutowania twardego stosuje się boraks, kwas borowy, tlenek boru. Bez topników lut się utlenia i źle wypełnia szczeliny między łączonymi powierzchniami.

Odmianą lutowania twardego jest lutowanie, wykonywane w sposób podobny do spawania ale bez nadtapiania brzegów łączonych elementów. Jako lut stosuje się elektrody lub drut spawalniczy z mosiądzu lub brązu. Metoda ta ma zastosowanie do łączenia materiałów trudno spawalnych: żeliwa szarego, brązu, stali wysokowęglowych.

Klejenie polega na nierozłącznym połączeniu metali w wyniku wprowadzenia między przygotowane powierzchnie cienkiej warstwy substancji klejącej, odznaczającej się dobrą adhezją utrzymującą się po sklejeniu. Metoda umożliwia łączenie materiałów o różnych własnościach np. metali z niemetalami. Proces technologiczny klejenia dzieli się na:

- przygotowanie powierzchni metalu do klejenia przez ich mechaniczne lub chemiczne oczyszczenie,
- przygotowanie masy klejącej,
- dokładne nałożenie warstwy kleju (grubość około 0,1 mm) na powierzchnię klejoną,
- utwardzenie skleiny w odpowiedniej temperaturze i przy zachowaniu właściwego nacisku,
- oczyszczanie sklein.

Klej nakłada się za pomocą pędzla, natryskowo lub przez zanurzenie. Po podsuszeniu kleju dociska się do siebie łączone elementy i w odpowiedniej dla danego kleju temperaturze utwardza masę klejową. Po utwardzeniu oczyszcza się miejsce połączenia z wycieków powstałych z nadmiaru kleju za pomocą rozpuszczalników lub mechanicznie. Rozróżnia się kleje epoksydowe, fenolowe, kauczukowe, winylowe.

4.8.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co nazywamy spajaniem?
2. Jakie znasz metody spajania ?
3. Na czym polega lutowanie?
4. Jakie znasz rodzaje lutowania?
5. Określ różnicę między lutowaniem miękkim a twardym?
6. Jaką rolę spełnia topnik podczas lutowania?
7. Jakie topniki stosuje się do lutowania miękkiego a jakie do twardego?
8. Na czym polega zgrzewanie?
9. Jakie znasz rodzaje zgrzewania?
10. Podaj przykłady zastosowania zgrzewania punktowego?
11. Na czym polega spawanie?
12. Jakie są rodzaje spawania w zależności od użytego źródła ciepła?
13. W jaki sposób przygotowuje się materiał do spawania?
14. Z jakich etapów składa się proces klejenia?
15. Jakie znasz kleje?

4.8.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Z grupy przedstawionych połączeń rozpoznaj te, które zostały wykonane przez spawanie, zgrzewanie, lutowanie i klejenie. Jakie cechy pozwoliły Ci rozpoznać te połączenia? Gdzie są stosowane te połączenia?

Sposób wykonania ćwiczenia:

Nauczyciel przedstawi Ci części połączone różnymi metodami. Wśród nich znajdują się te, które powinieneś wybrać i podzielić na cztery grupy połączeń: spawane, zgrzewane, lutowane i klejone. Przedstaw je nauczycielowi odpowiadając na pytanie znajdujące się w ćwiczeniu.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

Części łączone przez spawanie, zgrzewanie, lutowanie i klejenie.

Ćwiczenie 2

Korzystając z PN-EN 29453:2000 podaj przykłady głównego zastosowania spoiwa LC 40A oraz LC 90.

Sposób wykonania ćwiczenia:

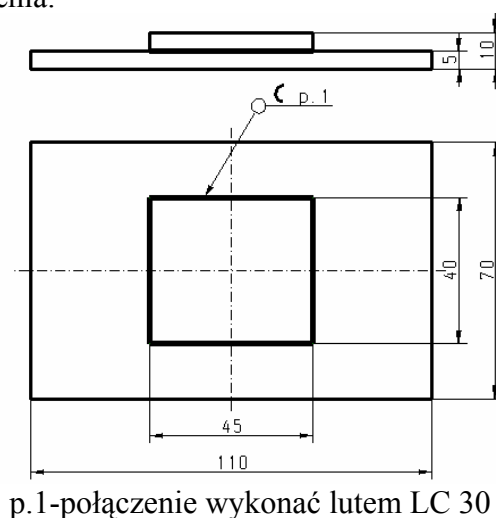
Zapoznaj się z PN, przeczytaj uważnie treść polecenia a następnie odszukaj w normie podane rodzaje spoiw i zapoznaj się z ich głównym zastosowaniem. Wykonaj odpowiednią notatkę.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

PN-EN 29453:2000 Luty miękkie. Skład chemiczny i postać.

Ćwiczenie 3

Wykonaj połączenie lutowane płytek stalowych według przedstawionego rysunku. Oceń jakość otrzymanego połączenia.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z rysunkiem,
- 2) przygotować niezbędne materiały i narzędzia,
- 3) jeżeli wymaga tego stan łączonych powierzchni to oczyścić je mechanicznie i odtłuścić,

- 4) złożyć elementy lutowane,
- 5) oczyścić chemicznie powierzchnie za pomocą płynu lutowniczego,
- 6) nagrzać główkę lutownicy i potrząść ją w kawałku salmiaku (chlorku amonowym) lub zanurzyć ostrze w chlorku cynku,
- 7) dotknąć główką do lutu tak by po stopieniu na części roboczej osadziła się warstewka stopu,
- 8) ocynowaną część roboczą główki przyłożyć do miejsca lutowanego,
- 9) potrząść i rozprrowadzić stop wzdłuż szwu aż do połączenia powierzchni.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Płytki stalowe wg rysunku, rysunek połączenia lutowanego, narzędzia pomiarowe, narzędzia do mechanicznego oczyszczenia powierzchni, aceton lub alkohol, lutownica, topnik, lut.

Ćwiczenie 4

Spośród przedstawionych połączeń spajanych wybierz te, które zostały wykonane nieprawidłowo, określ przyczynę i podaj propozycje uniknięcia wady.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Nauczyciel przedstawi Ci połączenia części za pomocą spajania. Wśród nich znajdują się takie, które zostały źle wykonane. Wybierz je, zastanów się co mogło być przyczyną powstania wady i zaproponuj sposób w jaki można było jej uniknąć. Wykonaj odpowiednią notatkę i przedstaw ją nauczycielowi.

Wyposażenie stanowiska pracy:

Połączenia wykonane przez lutowanie, klejenie, zgrzewanie i spawanie, wśród których znajdują się przynajmniej cztery wykonane nieprawidłowo.

4.8.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) skorzystać z Polskich Norm?	☐	☐
2) przygotować powierzchnie do lutowania?	☐	☐
3) dobrać topniki do lutowania?	☐	☐
4) wykonać połączenie lutowane?	☐	☐
5) określić przyczyny wad połączeń lutowanych?	☐	☐
6) podać przykłady zastosowania połączeń spajanych? wyjaśnić pojęcia?	☐	☐
1) spawanie	☐	☐
2) zgrzewanie	☐	☐
3) lutowanie	☐	☐
4) lutowanie	☐	☐
5) klejenie	☐	☐
rozpoznać połączenia?		
1) spawane	☐	☐
2) zgrzewane	☐	☐
3) lutowane	☐	☐
4) klejone	☐	☐

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
3. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi i tylko na niej udzielaj odpowiedzi.
4. Zestaw zadań testowych składa się z:
 - a) 10 zadań zamkniętych (zadań wielokrotnego wyboru).
 - b) 20 zadań otwartych (10 zadań z luką i 10 zadań krótkiej odpowiedzi).
5. Zadania typu wielokrotnego wyboru mają 4 wersje odpowiedzi, z których tylko jedna jest prawidłowa. Prawidłową odpowiedź należy zakreślić we właściwym miejscu na karcie odpowiedzi.
6. W zadaniach „z luką” należy w miejsce kropek wpisać prawidłowe wyrażenie, czyli uzupełnić zdanie w sposób stanowiący logiczną całość.
7. Odpowiedzi na zadania typu „krótka odpowiedź” powinny być jednozdaniowe, sformułowane w sposób zwięzły i konkretny.
8. W przypadku pomyłki błędną odpowiedź należy otoczyć okręgiem i ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową.
9. Jeżeli udzielenie odpowiedzi na jakieś pytanie sprawia Ci trudność, to opuść je i przejdź do zadania następnego. Do zadań bez odpowiedzi możesz wrócić później.
10. Na udzielenie odpowiedzi masz 35 minut.

Zestaw zadań testowych

I Podkreśl poprawną odpowiedź: (punktacja 0–1 pkt)

1. Narzędziem, które służy do ręcznego wykonania gwintu zewnętrznego jest:
 - a) gwintownik,
 - b) rozwiertak,
 - c) pogłębiacz,
 - d) narzynka.
2. Podczas ostrzenia przecinaka kąt ostrza sprawdza się za pomocą:
 - a) kątownika,
 - b) kątomierza,
 - c) wzornika,
 - d) mikroskopu warsztatowego.
3. Narzędzia, którymi wykonasz otwór o średnicy 12 mm w klasie IT7:
 - a) wiertło i rozwiertak,
 - b) wiertło i pogłębiacz,
 - c) rozwiertak i pogłębiacz,
 - d) nawiertak i pogłębiacz.
4. Zespół przekładni umożliwiających zmianę prędkości obrotowej wiertła to:
 - a) silnik,
 - b) wrzeciono,
 - c) wrzeciennik,
 - d) skrzynka posuwów.

5. Do wykonania rowka wpustowego pod wpust czółenkowy w wale zastosujesz:
 - a) frezowanie,
 - b) toczenie,
 - c) struganie,
 - d) dłutowanie.
6. Żeliwny korpus obrabiarki najlepiej wykonać przez:
 - a) wytłaczanie,
 - b) skrawanie,
 - c) spawanie,
 - d) odlewanie.
7. Do wykonania w operacji gięcia okręgu o średnicy 40 mm powinieneś użyć drutu o długości równej:
 - a) 62 mm,
 - b) 126 mm,
 - c) 251 mm
 - d) 126 cm
8. Metody wykonywania odlewów uporządkowane według wzrastającej chropowatości powierzchni to odlewanie:
 - a) metodą traconego wosku, kokilowe, w formy piaskowe,
 - b) w formy piaskowe, skorupowe, pod ciśnieniem,
 - c) w formy skorupowe, w formy piaskowe, pod ciśnieniem
 - d) skorupowe, pod ciśnieniem, w formy piaskowe.
9. Do łączenia rur, drutów, prętów, ogniw łańcuchów stosuje się zgrzewanie:
 - a) punktowe,
 - b) garbowe,
 - c) liniowe,
 - d) doczołowe.
10. Metoda spajania, której cechą jest to, że temperatura elementów w miejscu łączenia jest wyższa niż temperatura topnienia łączonych elementów to:
 - a) spawanie,
 - b) zgrzewanie,
 - c) lutowanie,
 - d) klejenie.

II W zadaniach 11-20 uzupełnij podane zdania:

(punktacja 0–1 pkt)

11. Podczas prac ślusarskich przedmioty obrabiane mocowane są najczęściej w
12. Po wykonaniu otworu i wyłączeniu wiertarki wióry należy usunąć przy użyciu
13. W celu uniknięcia starcia linii trasowanych przecięcia linii, środki okręgów, dłuższe kresy w odstępach od 20 do 50 mm.
14. Podczas łączenia metali przez lutowanie wykorzystuje się siły i występujące między cząsteczkami lutu i łączonymi elementami.
15. Rozwiercanie jest obróbką wstępnie wykonanego otworu w celu powiększenia jego i
16. Gwintowanie polega na wykonaniu na powierzchni wałka lub otworu wgłębień wzdłuż
17. Do wykonania otworu o średnicy 32 mm zastosujesz wiercenie zwane również

18. jest to proces technologiczny obróbki plastycznej na zimno lub na gorąco obejmujący operacje gięcia i kształtowania.
19. Średnica trzpienia do nacinania gwintu zewnętrznego powinna być mniejsza od średnicy zewnętrznej gwintu ze względu na
20. Ostrzenie przecinaków, wycinaków odbywa się na.....

III Udziel pisemnej odpowiedzi na podane pytania 21: (punktacja 0–1 pkt)

21. Wymień przynajmniej 3 podstawowe narzędzia ślusarskie stanowiące stałe wyposażenie stanowiska do obróbki ręcznej.
22. Jak postępujemy przy osadzaniu pilnika w rękojeści?
23. Jaka powinna być prędkość obrotowa wrzeczona wiertarki, jeżeli zalecana szybkość skrawania dla żeliwa wynosi 14 m/min a średnica wiertła $d=8$ mm?
24. Z czym powinien zapoznać się pracownik przystępując do pracy na określonym stanowisku?
25. W jaki środek ochrony osobistej powinien być wyposażony pracownik podczas usuwania przecinakami zalewek powstałych na odlewie żeliwnym, jeśli podczas ich usuwania powstają odpryski?
26. Wymień przynajmniej trzy rodzaje złączy spawanych.
27. Czym sprawdzisz poprawność wykonania zarysu gwintu zewnętrznego i jego skok?
28. W jakim celu stosuje się topnik przy lutowaniu?
29. Jak nazywa się metoda obróbki wiórowej, w której narzędzie wykonuje prostoliniowy ruch główny roboczy i ruch powrotny jałowy a przedmiot ruch posuwowy?
30. Wymień przynajmniej dwa rodzaje klejów stosowanych do łączenia metali.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko klasa

Zastosowanie podstawowych technik wytwarzania części maszyn

Nr zadania	Zakreśl poprawną odpowiedź				Uzyskana liczba punktów
	a	b	c	d	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
	Uzupełnienie zdań				
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
	Krótka odpowiedź				
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
Suma punktów					

6. LITERATURA

1. Dretkiewicz-Więch J.: Technologia mechaniczna. Techniki wytwarzania. WSiP, Warszawa 2000
2. Zawora J.: Podstawy technologii maszyn. WSiP, Warszawa 2000

Literatura uzupełniająca:

3. Karpiński T.: Inżynieria produkcji. WNT, Warszawa 2004
4. Oczko K. E.: Sposoby kształtowania ubytkowego. Klasyfikacja i terminologia. Mechanik 2/2005
5. Czerwiński W., Czerwiński J.: Poradnik ślusarza. WNT, Warszawa 1989
6. Górecki A.: Technologia ogólna. Podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa 1998.
7. Mac S.: Obróbka metali z materiałoznawstwem. WSiP, Warszawa 1984
8. Okoniewski S.: Technologia maszyn. WSiP, Warszawa 1993
9. Praca zbiorowa: Poradnik mechanika. WNT, Warszawa 1988

Rysunki zaczerpnięto z:

10. Wardynszkiewicz M.: Obróbka ręczna. Poradnik metodyczny. NOT, Gdańsk 1986
11. Górecki A.: Technologia ogólna. Podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa 1998
12. Okoniewski S.: Technologia maszyn. WSiP, Warszawa 1993
13. Okoniewski S.: Technologia metali. Część III. WSiP, Warszawa 1971
14. Górecki A.: Technologia ogólna. Podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa 1991
15. Wardynszkiewicz M.: Technologia maszyn. Poradnik metodyczny. NOT, Gdańsk 1986
16. Solis H.: Szlifierstwo. PWSZ, Warszawa 1970