



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Andrzej Zych

Wykonywanie obróbki cieplnej i plastycznej 722[03].Z2.04

Poradnik dla ucznia

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007**

Recenzenci:

mgr inż. Michał Sylwestrzak
mgr inż. Grzegorz Śmigielski

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Andrzej Zych

Konsultacja:

dr inż. Janusz Figurski

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 722[03].Z2.04 „Wykonywanie obróbki cieplnej i plastycznej”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu Ślusarz 722[03].

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Obróbka cieplna i cieplno – chemiczna	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	10
4.1.3. Ćwiczenia	11
4.1.4. Sprawdzian postępów	13
4.2. Tłoczenie	14
4.2.1. Materiał nauczania	14
4.2.2. Pytania sprawdzające	16
4.2.3. Ćwiczenia	16
4.2.4. Sprawdzian postępów	19
4.3. Kucie	20
4.3.1. Materiał nauczania	20
4.3.2. Pytania sprawdzające	24
4.3.3. Ćwiczenia	24
4.3.4. Sprawdzian postępów	27
5. Sprawdzian osiągnięć	28
6. Literatura	33

1. WPROWADZENIE

Poradnik ten będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiadomości i kształtowaniu umiejętności wykonywania obróbki plastycznej, cieplnej i ciepłno ÷ chemicznej.

Poradnik zawiera treści kształcenia 3 tematów, są to: Obróbka cieplna i ciepłno ÷ chemiczna, Tłoczenie oraz Kucie.

Treści zawarte w temacie „Obróbka cieplna i ciepłno chemiczna” umożliwią Ci kształtowanie umiejętności wykonywania obróbki cieplnej prostych narzędzi.

Treści zawarte w temacie „Tłoczenie” umożliwią Ci kształtowanie umiejętności wykonywania operacji obróbki plastycznej na zimno. Będzie to przede wszystkim cięcie plastyczne i kształtowanie plastyczne.

Treści zawarte w temacie „Kucie” umożliwią Ci kształtowanie umiejętności kucia swobodnego na młocie oraz kucia ręcznego.

Ponadto w każdym temacie znajdziesz podstawowe informacje na temat bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony środowiska naturalnego.

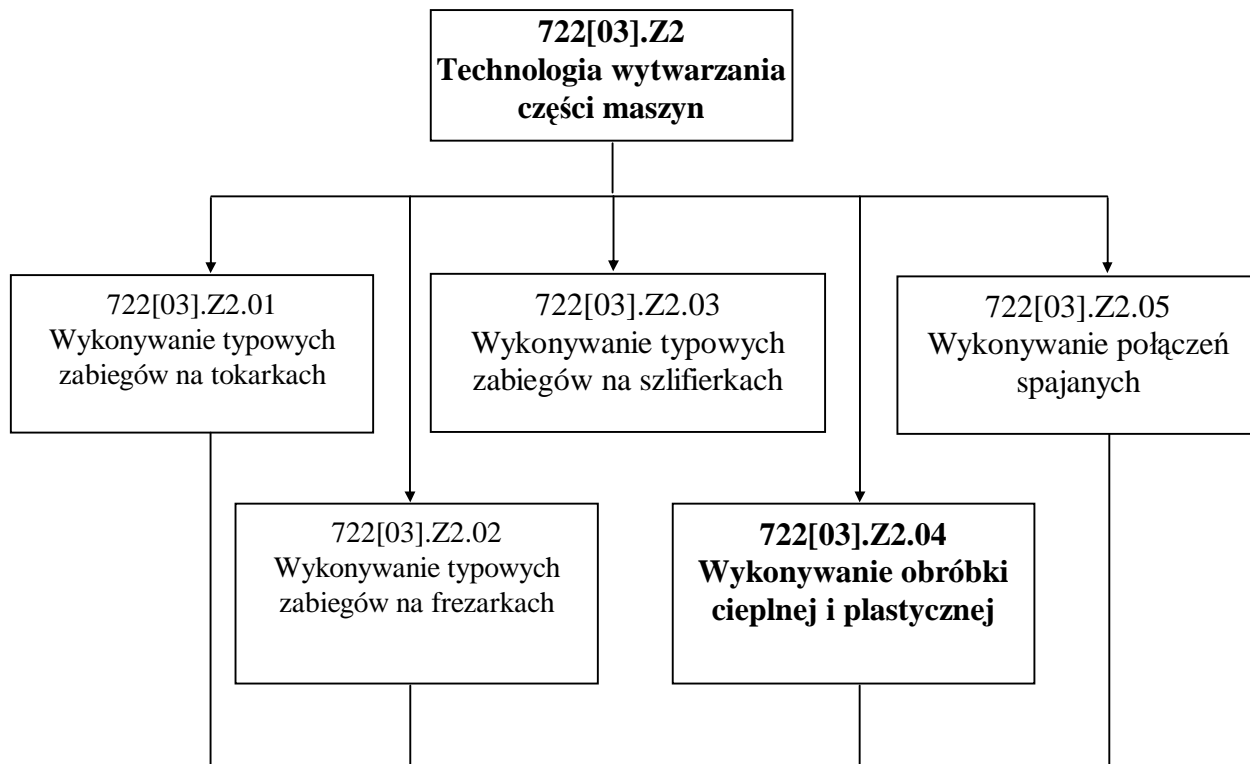
W strukturze poradnika wyróżnia się:

1. Wymagania wstępne, czyli wykaz niezbędnych umiejętności i wiadomości, które powinieneś mieć opanowane, aby przystąpić do realizacji treści jednostki modułowej.
2. Cele kształcenia.
3. Materiał nauczania, który obejmuje:
 - informacje, opisy, tabele, rysunki z danego tematu,
 - pytania sprawdzające wiedzę potrzebną do wykonania ćwiczeń,
 - zestaw ćwiczeń,
 - sprawdzian postępów.
4. Sprawdzian osiągnięć zawierający zestaw zadań testowych z zakresu całej jednostki modułowej.
5. Literatura przydatna do wykonywania ćwiczeń oraz uzupełniania wiadomości.

Jeżeli będziesz miał trudności ze zrozumieniem tematu lub wykonaniem ćwiczenia, to poproś nauczyciela lub instruktora o wyjaśnienie i ewentualne sprawdzenie, czy dobrze wykonujesz daną czynność.

W czasie pobytu w pracowni musisz przestrzegać regulaminów, przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz instrukcji przeciwpożarowych, wynikających z rodzaju wykonywanych prac. Wymagania te poznasz podczas trwania nauki.

Podczas wykonywania ćwiczeń powinieneś pamiętać o dokładnym, uważnym i spokojnym wykonywaniu pracy, gdyż będziesz narażony na różnego rodzaju urazy.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- korzystać z różnych źródeł informacji,
- posługiwać się jednostkami układu SI,
- odczytywać informacje z rysunków technicznych,
- wykonywać szkice części maszyn,
- wykonywać pomiary warsztatowe,
- rozróżniać materiały metalowe i niemetalowe stosowane w pracach ślusarskich,
- dobierać materiały do wykonywanych prac ślusarskich,
- udzielać pierwszej pomocy osobom poszkodowanym w wypadkach przy pracy,
- przestrzegać przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- przygotować stanowisko pracy,
- wyjaśnić procesy obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej,
- dobrać do wykonania określonych operacji obróbki cieplnej: temperaturę nagrzewania, środek chłodzący, urządzenia do nagrzewania, urządzenia do chłodzenia,
- obsłużyć piece komorowe do nagrzewania i wanny hartownicze,
- wykonać wyżarzanie, hartowanie i odpuszczanie,
- scharakteryzować metody obróbki plastycznej,
- rozpoznać typowe wyroby hutnicze i określić ich przeznaczenie,
- dobrać narzędzia i urządzenia do kucia,
- obsłużyć proste urządzenia grzewcze,
- wykonać podstawowe operacje kucia swobodnego ręcznego i mechanicznego,
- rozpoznać temperaturę podczas kucia na podstawie barwy żarzenia,
- wykonać nieskomplikowane części za pomocą kucia swobodnego ręcznego i mechanicznego,
- wykonać przedmioty z blachy za pomocą tłoczenia,
- sprawdzić jakość wykonanej pracy,
- skorzystać z dokumentacji technologicznej,
- zastosować przepisy bhp, ochrony ppoż. i ochrony środowiska podczas wykonywania pracy.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna

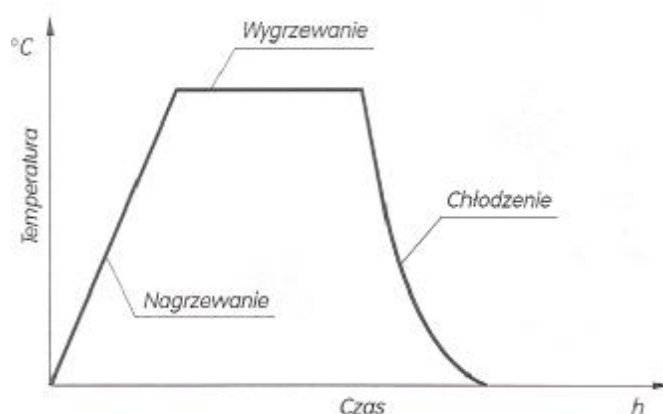
4.1.1. Materiał nauczania

Wytworzone różne narzędzia, części maszyn okazują się bardzo często albo zbyt miękkie, albo zbyt twarde, albo nie posiadają innych koniecznych własności. Podwyższenie twardości materiału oraz jego wytrzymałości można uzyskać w procesach obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej.

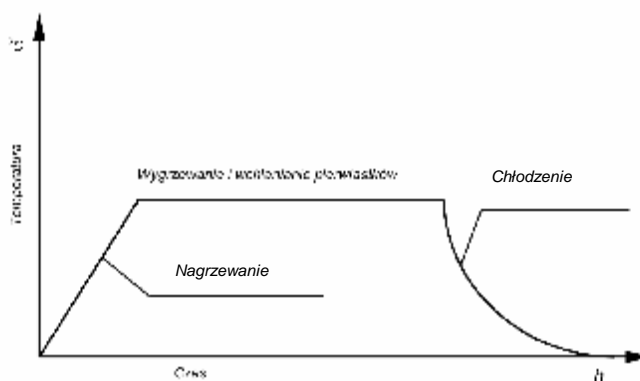
Obróbka cieplna jest procesem polegającym na przeprowadzeniu zabiegów cieplnych, w wyniku których zmieniają się własności mechaniczne, fizyczne lub chemiczne metali i stopów. Do zabiegów cieplnych zaliczamy nagrzanie materiału do odpowiedniej temperatury, wygrzanie w tej temperaturze oraz schłodzenie. Chłodzenie może być bardzo szybkie lub powolne, w zależności od rodzaju obróbki cieplnej.

Obróbka cieplno-chemiczna jest procesem polegającym na wzbogaceniu warstwy wierzchniej metali i stopów w węgiel lub azot. Proces ten przebiega w wysokiej temperaturze. Celem obróbki cieplno-chemicznej jest uzyskanie twardej powierzchni metali i stopów, przy zachowaniu miękkiego i plastycznego rdzenia.

Proces obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej można przedstawić za pomocą wykresów przedstawionych na rysunkach 1 i 2.

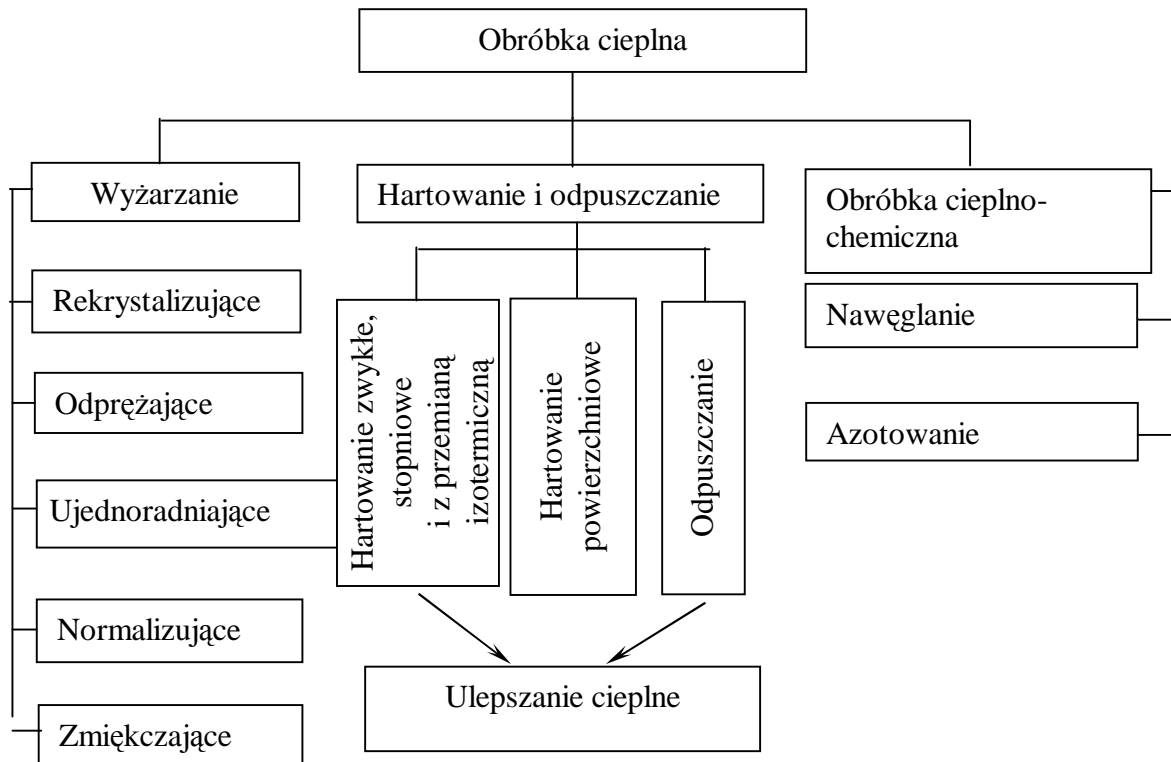


Rys. 1. Proces obróbki cieplnej



Rys. 2. Proces obróbki cieplno-chemicznej

Klasyfikację wybranych rodzajów obróbki cieplnej przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Klasyfikacja wybranych rodzajów obróbki cieplnej

Wyżarzanie

Wyżarzanie polega na nagraniu materiału do określonej temperatury, wygrzaniu go w tej temperaturze i następnie wolnym studzeniu do temperatury otoczenia. Zakres temperatury wyżarzania jest bardzo szeroki i wynosi od 400°C do 1250°C.

Wyżarzanie rekrystalizujące przeprowadza się po obróbce plastycznej na zimno. Polega na nagraniu materiału do temperatury wyższej od temperatury początku rekrystalizacji (to jest wyższej niż 550÷650°C) wygrzaniu w tej temperaturze i chłodzeniu. Celem wyżarzania rekrystalizującego jest usunięcie skutków zgniotu i przywrócenie pierwotnych właściwości materiału.

Wyżarzanie odprężające polega na nagraniu materiału do temperatury najczęściej ok. 600÷650°C, wygrzaniu w tej temperaturze i powolnym studzeniu. Celem wyżarzania odprężającego jest zmniejszenie naprężeń własnych takich wyrobów jak elementy spawane, czy utwardzonych przez odkształcenia plastyczne.

Wyżarzanie ujednorodniające polega na nagraniu materiału do temperatury ok. 1000÷1250°C, długotrwałym wygrzaniu w tej temperaturze oraz powolnym chłodzeniu. Celem zabiegu jest zmniejszenie niejednorodności składu chemicznego i struktury.

Wyżarzanie normalizujące polega na nagraniu do temperatury 750÷1000°C (w zależności od rodzaju stali) i następnie studzeniu w powietrzu. Celem operacji jest uzyskanie jednorodnej struktury drobnoziarnistej.

Wyżarzanie zmiękczające polega na powolnym nagraniu stali do temperatury około 750°C, wygrzaniu w tej temperaturze i następnie powolnym chłodzeniu. Celem tego wyżarzania jest polepszenie plastyczności.

Do określenia temperatury wyżarzania można posłużyć się wykresem żelazo-cementyt.

Hartowanie, odpuszczanie, ulepszenie cieplne

Hartowanie polega na nagraniu stali do temperatury $700\div 1200^{\circ}\text{C}$ (w zależności od rodzaju stali), krótkim wygraniu w tej temperaturze i szybkim oziębieniu. Celem hartowania jest podwyższenie twardości i wytrzymałości stali. Podczas hartowania stale stają się jednak bardziej kruche. Przy hartowaniu zwykłym materiał staje się twardszy w całej swojej objętości. Natomiast przy hartowaniu powierzchniowym twarda staje się tylko powierzchnia (uzyskujemy twardą powierzchnię przy zachowaniu plastycznego rdzenia).

Hartowanie zwykle stosuje się do hartowania nieskomplikowanych części wykonanych ze stali stopowych. Po nagraniu i wygraniu w określonej temperaturze następuje szybkie chłodzenie w wodzie do temperatury około 300°C , a następnie powolne chłodzenie, do temperatury otoczenia, w oleju lub na wolnym powietrzu.

Hartowanie stopniowe stosuje się do obróbki części o skomplikowanych kształtach wykonanych ze stali stopowych. Nagrzewanie i wygrzewanie jest podobne jak przy hartowaniu zwykłym. Następnie chłodzi się w kąpeli solnej i strumieniu powietrza.

Hartowanie z przemianą izotermiczną, stosuje się do hartowania drobnych części wykonanych ze stali węglowych, w celu uniknięcia odkształceń i pęknięć. Po nagraniu do odpowiedniej temperatury i wygraniu w tej temperaturze, hartowany przedmiot wkłada się do kąpeli celem schłodzenia (przy czym przedmiot przetrzymywany jest w tej temperaturze przez dłuższy czas).

Hartowanie powierzchniowe polega na szybkim nagraniu warstwy wierzchniej stali (w płomieniu, indukcyjnie lub w kąpeli) i następnie szybkim chłodzeniu. Podczas nagrzewania rdzeń nie zdąży się nagrzać, więc się nie zahartuje. Uzyskamy przedmiot o twardej powierzchni i plastycznym rdzeniu.

Odpuszczanie polega na nagraniu stali zahartowanej do odpowiedniej temperatury, wygraniu w tej temperaturze i chłodzeniu do temperatury pokojowej. W zależności od temperatury, w której prowadzony jest proces, rozróżnia się odpuszczanie: niskie $100\div 250^{\circ}\text{C}$, średnie $250\div 500^{\circ}\text{C}$, wysokie $500\div 700^{\circ}\text{C}$.

Ulepszenie cieplne jest zabiegiem składającym się z hartowania i odpuszczania. Celem jest uzyskanie dobrych właściwości mechanicznych, przy zachowaniu możliwości obróbki skrawaniem.

Obróbka cieplno chemiczna

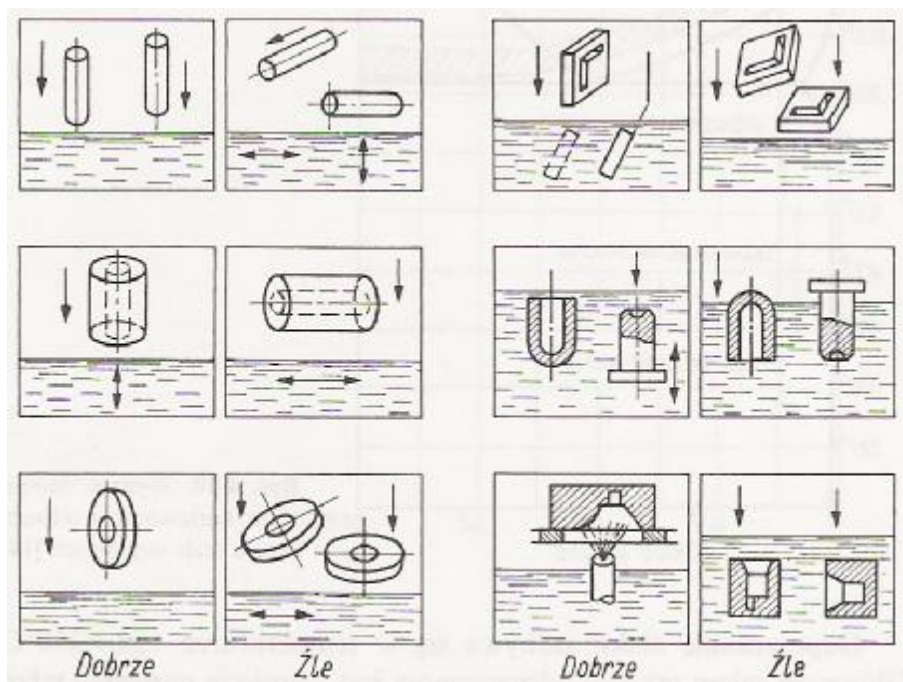
Nawęglanie jest obróbką cieplno-chemiczną. Przeprowadza się go przez nagrzanie stali do temperatury $900\div 950^{\circ}\text{C}$ w ośrodku wydzielającym tlenek węgla, następnie długotrwałym przetrzymywaniu w tej temperaturze. W wyniku procesu nawęglania do warstwy wierzchniej stali (stali miękkiej, plastycznej) przedostaje się węgiel, co daje możliwość późniejszego zahartowania. Zahartuje się tylko warstwa wierzchnia (gdyż zawiera dużo węgla), a rdzeń pozostaje miękki i plastyczny.

Azotowanie polega na wprowadzeniu azotu do warstwy wierzchniej stali, który tworząc azotki żelaza i glinu przyczynia się do uzyskania bardzo twardej i odpornej na ścieranie warstwy wierzchniej.

Urządzenia do obróbki cieplnej

Nagrzewanie przedmiotów w czasie obróbki cieplnej dokonuje się w specjalnych piecach. W zależności od sposobu nagrzewania rozróżniamy piece: gazowe, elektryczne, piece z kąpielą.

Chłodzenie przedmiotów odbywa się w wannach hartowniczych. Przedmioty powinny być tak zanurzone, aby wszystkie jego miejsca były jednocześnie chłodzone. Sposób chłodzenia przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Zanurzanie i poruszanie przedmiotów podczas chłodzenia. [3, s. 198]

Bezpieczeństwo i higiena pracy

Podczas wykonywania prac należy stosować się do zasad bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony środowiska.

Podczas pracy bardzo łatwo jest o wypadek lub uraz. Należy więc zachować ostrożność, prace wykonywać spokojnie i dokładnie, narzędzia stosować zgodnie z przeznaczeniem. Ponadto należy stosować środki ochrony indywidualnej. Rękawice ochronne używać do prac tam gdzie materiały mogą mieć podwyższoną temperaturę, a w przypadku wyższych temperatur (widoczna zmiana zabarwienia) należy stosować odpowiednie narzędzia pomocnicze. Ponadto należy stosować okulary ochronne i ubranie ochronne.

Podczas obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej powstaje dużo odpadów i zużytych materiałów pomocniczych (zużyty olej hartowniczy). W związku z tym należy przestrzegać zasad ochrony środowiska. Wszelkie odpady należy segregować i składować w odpowiednio oznakowane pojemniki.

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaki jest cel obróbki cieplnej?
2. Jakie są podstawowe rodzaje obróbki cieplnej?
3. Jakie są rodzaje wyżarzania?
4. Jakie są rodzaje hartowania?
5. Jakie są rodzaje obróbki cieplno-chemicznej?
6. Jaki jest cel odpuszczania?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Korzystając w dokumentacji technicznej, wypisz: parametry techniczne pieca komorowego (lub innego znajdującego się w pracowni), czynności konieczne do wykonania przed rozpoczęciem pracy, zasady i metody bezpiecznego wykonywania pracy oraz czynności po zakończeniu pracy.

Parametry techniczne pieca	
Czynności konieczne do wykonania przed rozpoczęciem pracy	
Zasady i metody bezpiecznego wykonywania pracy	
Czynności konieczne do wykonania po zakończeniu pracy pieca	

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

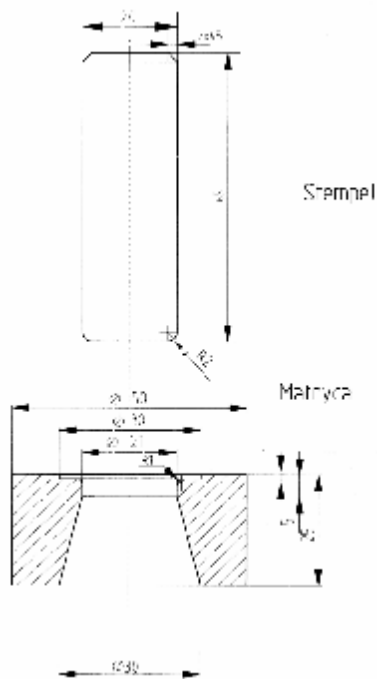
- 1) przygotować dokumentację techniczną pieca i instrukcję obsługi,
- 2) wypisać ich parametry techniczne,
- 3) wypisać czynności konieczne do wykonania przed rozpoczęciem pracy,
- 4) wypisać zasady i metody bezpiecznego wykonywania pracy
- 5) wypisać czynności po zakończeniu pracy
- 6) porównać swoją tabelę z tabelami kolegów.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja techniczna pieca,
- instrukcja obsługi pieca.

Ćwiczenie 2

Wykonaj hartowanie i odpuszczanie stempla i matrycy. Warunki procesu dobierz w zależności od gatunku stali, z której wykonane są stempel i matryca.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) opracować plan obróbki cieplnej,
- 2) przygotować piec i kąpiel chłodzącą (olej),
- 3) zgłosić nauczycielowi gotowość wykonania ćwiczenia,
- 4) zahartować stempel i matrycę,
- 5) odpuścić stempel i matrycę.

Plan obróbki cieplnej	
Opisz, na czym polega i jak się przeprowadza ulepszenie cieplne (skorzystaj z literatury)	
Wypisz kolejne zabiegi procesu hartowania i odpuszczania niskiego	
Dobierz temperaturę i czas nagrzewania do hartowania	
Dobierz ciecz chłodzącą	
Dobierz temperaturę i czas nagrzewania do odpuszczania	

Wyposażenie stanowiska pracy:

- piec do obróbki cieplnej,
- stempel i matryca (tulejka i wałek),
- ciecz chłodząca,
- dokumentacja techniczna pieca (DTR),
- poradnik ślusarza.

Ćwiczenie 3

Wykonaj wyżarzanie drutu stalowego, tak aby stał się plastyczny i miękki.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) opracować plan obróbki,
- 2) przygotować materiał do wyżarzania,
- 3) przygotować piec,
- 4) zgłosić nauczycielowi gotowość wykonania ćwiczenia,
- 5) wyżarzyć drut.

Plan obróbki cieplnej	
Dobierz rodzaj wyżarzania	
Wypisz kolejne zabiegi procesu wyżarzania	
Dobierz temperaturę i czas nagrzewania	

Wyposażenie stanowiska pracy:

- piec do obróbki cieplnej,
- sztywny drut stalowy,
- dokumentacja techniczna pieca (DTR),
- poradnik ślusarza.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) przygotować piec do obróbki cieplnej?
2) dobrać rodzaj i parametry hartowania?
3) dobrać rodzaj i parametry odpuszczania?
4) dobrać rodzaj i parametry wyżarzania?
5) wykonać wyżarzanie?
6) wykonać hartowanie?
7) wykonać odpuszczanie?

4.2. Tłoczenie

4.2.1. Materiał nauczania

Podstawowe procesy obróbki plastycznej

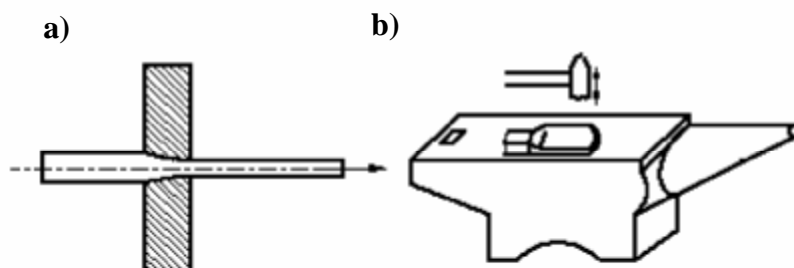
Obróbka plastyczna jest to taka obróbka, podczas której – w wyniku działania sił zewnętrznych – następują zmiany kształtu i własności materiału. Zmiany kształtu i własności następują w wyniku kształtowania (np. gięcie blachy) dzielenia materiału (np. cięcie blachy), uderzeń (np. kucie na gorąco).

Rozróżnia się obróbkę plastyczną na zimno oraz obróbkę plastyczną na gorąco.

Podstawowe rodzaje obróbki plastycznej, to: kucie, walcowanie, tłoczenie, ciągnięcie.

Kucie, jest to obróbka plastyczna metali na gorąco lub na zimno, wykonywana ręcznie lub mechanicznie (na młotach, prasach i kuźniarkach), podczas której nadaje się przedmiotom kształt przez uderzenie lub nacisk.

Ciągnięcie jest to obróbka wykonywana na zimno lub na gorąco, w której zmienia się kształt i pole przekroju drutu, pręta, rury.



Rys. 5. Przykłady obróbki plastycznej: a) ciągnięcie, b) kucie

Walcowanie jest to obróbką wykonywaną na zimno lub na gorąco, w której materiał odkształca się plastycznie przechodząc pomiędzy walcami.

W procesach walcowania otrzymuje się kształtowniki, rury, pręty, druty, taśmy. Mogą być one stosowane na różne konstrukcje stalowe i inne wyroby. Rodzaje tych wyrobów, wymiary, gatunki stali z jakich są one wykonywane znaleźć można w poradnikach, katalogach.

Rozróżniamy następujące rodzaje kształtowników:

- kątowniki równoramienne i nierównoramienne (mogą być zimnogięte i walcowane),
- ceowniki (mogą być ceowniki zwykłe i ekonomiczne, czyli pocienione),
- teowniki, dwuteowniki,
- zetowniki.

Rozróżniamy następujące rodzaje rur:

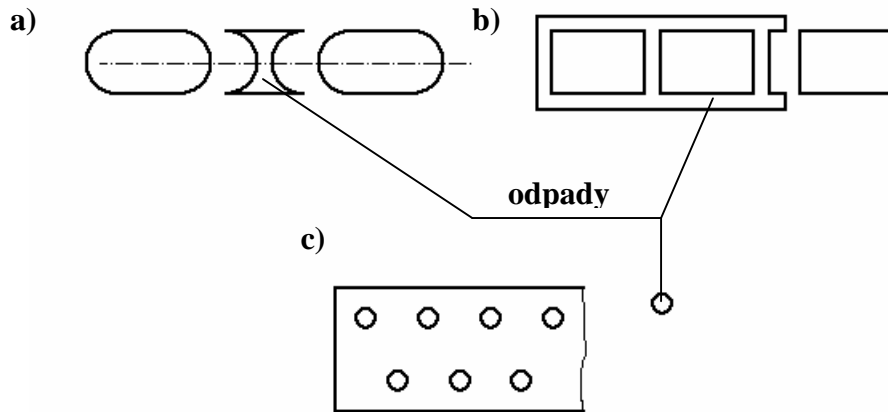
- rury bez szwu,
- rury ze szwem.

Rozróżniamy następujące rodzaje blach:

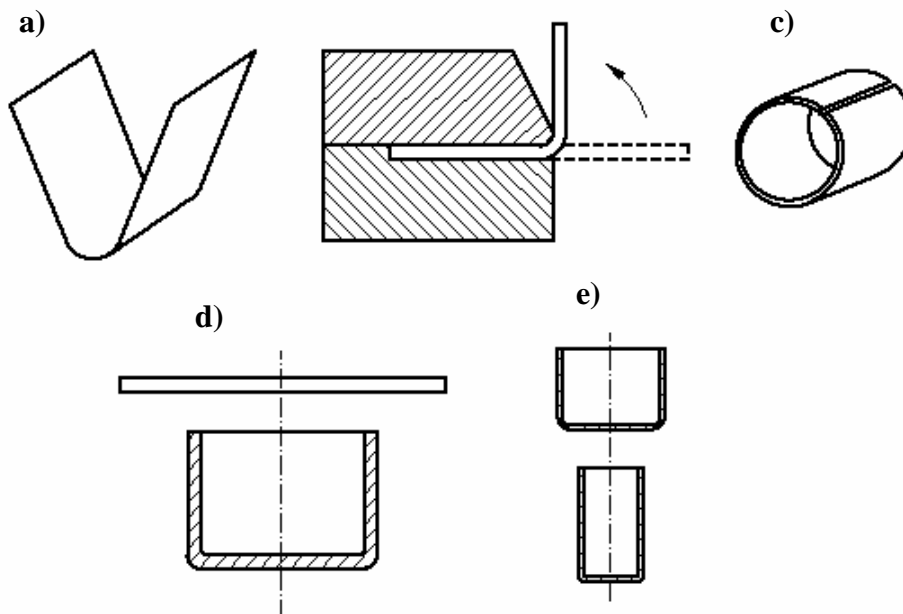
- blachy cienkie,
- blachy grube.

Tłoczenie

Tłoczenie, jest to obróbka plastyczna na zimno lub na gorąco, obejmująca procesy cięcia i kształtowania blach i taśm metalowych. Wymagany kształt w procesie tłoczenia uzyskuje się przez cięcie, tj. oddzielenie zbędnych części od reszty materiału wyjściowego (do cięcia zalicza się odcinanie, wycinanie, dziurkowanie, przecinanie, okrawanie, nacinanie i rozcinanie) lub plastyczne kształtowanie materiału wyjściowego bez naruszenia jego spójności (np. przez: wyginanie, zawijanie, skręcanie, profilowanie, wygniatanie, przetłaczanie, obciąganie, wywijanie, obciskanie). Tłoczenie przeprowadza się najczęściej na prasach. Przykłady tłoczenia podano na rysunkach 6 i 7.



Rys. 6. Tłoczenie – cięcie: a) odcinanie, b) wycinanie, c) dziurkowanie



Rys. 7. Tłoczenie – kształtowanie plastyczne: a) wyginanie, b) zaginanie, c) zawijanie, d) wytłaczanie, e) przetłaczanie

Bezpieczeństwo i higiena pracy

Podczas wykonywania prac należy stosować się do zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

Podczas pracy bardzo łatwo jest o wypadek lub uraz. Należy więc zachować ostrożność, prace wykonywać spokojnie i dokładnie, narzędzia stosować zgodnie z przeznaczeniem. Ponadto należy stosować środki ochrony indywidualnej. Rękawice ochronne używać do prac przy gięciu, prostowaniu oraz tam, gdzie materiał może posiadać ostre krawędzie, np. blachy. Okularów ochronnych używać tam, gdzie mogą wystąpić odpryski, wióry. Mogą leżeć na podłodze ostre przedmioty i odpady co wymaga stosowania obuwia na twardej podeszwie. Konieczne jest również stosowanie ubrania ochronnego.

4.2.2. Pytania sprawdzające

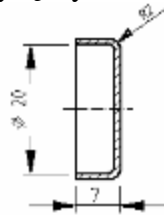
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie są podstawowe rodzaje obróbki plastycznej?
2. Jaki rodzaj obróbki plastycznej nazywamy kuciem?
3. Jaki rodzaj obróbki plastycznej nazywamy walcowaniem?
4. Jaki rodzaj obróbki plastycznej nazywamy ciągnięciem?
5. Jaki rodzaj obróbki plastycznej nazywamy tłoczeniem?
6. Jakie procesy obejmuje tłoczenie?
7. Jakiego rodzaju wyroby i półwyroby uzyskuje się w procesie walcowania?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj z blachy o grubości 0,5 mm miseczki (10 szt.). Miseczki wykonaj w procesie wytłaczania. Wykorzystaj stempel i matrycę wykonane w ćwiczeniu 2 – rozdział 4.1.3.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wykonać szkic materiału przed obróbką plastyczną (półfabrykatu) i zwymiarować go,
- 2) przedstawić szkic nauczycielowi,
- 3) dobrać materiał,
- 4) przygotować półfabrykaty,
- 5) wykonać miseczki,
- 6) sprawdzić jakość wykonania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- prasa balansowa,
- blacha 0,5 mm,
- stempel i matryca.

Ćwiczenie 2

Wykonaj z blachy aluminiowej 0,5 pokrywki (krążki blachy o średnicy $\Phi 21$ - 10 szt.). Pokrywki wykonaj w procesie cięcia.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wykonać szkic wykrojnika (stempel i płyta tnąca),
- 2) przedstawić szkice nauczycielowi,
- 3) dobrać materiał na wykrojnik,
- 4) przygotować półfabrykaty,
- 5) wykonać pokrywki,
- 6) sprawdzić jakość wykonania.

<p>Szkic wykrojnika:</p> <ul style="list-style-type: none">– średnica otworu w płycie tnącej $\Phi 21$,– średnica stempla $\Phi 20,95$ <p>Skorzystaj z literatury (np. z odpowiedniego poradnika)</p>	
Materiał na wykrojnik	

Wyposażenie stanowiska pracy:

- suwmiarka,
- prasa balansowa z zamontowanym wykrojnikiem,
- blacha 0,5 mm.

Ćwiczenie 3

Wypisz dane wskazanych kształtowników w oparciu o poradnik mechanika lub katalog wyrobów hutniczych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) odszukać w poradniku tabelę z odpowiednikami kształtownikami,
- 2) odczytać ciężar,
- 3) wykonać i zwymiarować szkic,
- 4) podać przykłady zastosowania,
- 5) porównać tabele z tabelami kolegów.

Dobierany materiał	Masa 1 metra kształownika, drutu, rury	Szkic przekroju poprzecznego z wymiarami	Przykładowe zastosowanie
Kątownik równoramienny walcowany 50x50x5			
Kątownik równoramienny gięty 50x50x4			
Kątownik nierównoramienny walcowany 60x50x5			
Ceownik C40			
Ceownik 50E			
Pręt okrągły $\Phi 10$			
Pręt kwadratowy 10			
Arkusz blachy stalowej o wymiarach 1000x1000 i grubości 1mm			
Drut sprężynowy $\Phi 1$			
Rura stalowa ze szwem, precyzyjna $\Phi 10 \times 1$	Odczytaj lub oblicz:		

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik mechanika,
- katalog wyrobów hutniczych.

4.2.4. Sprawdźan postępów

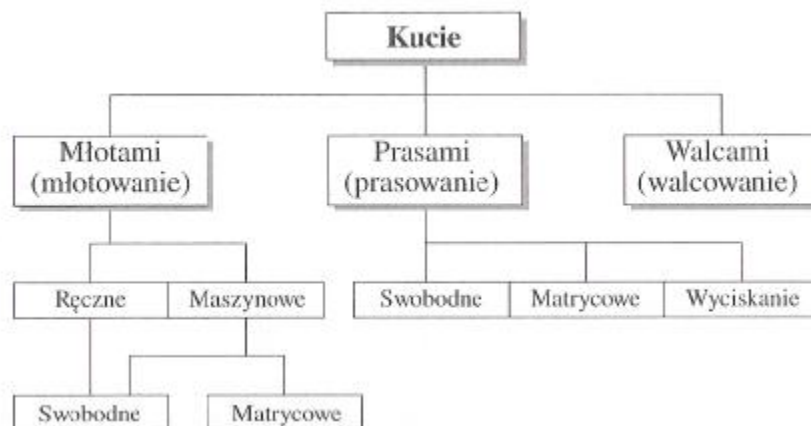
Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) sklasyfikować obróbkę plastyczną?
2) wykonać wybraną operację wytłaczania?
3) wykonać wybraną operację ciecicia plastycznego?
4) odszukać kształtownik w poradniku lub katalogu wyrobów hutniczych?

4.3. Kucie

4.3.1. Materiał nauczania

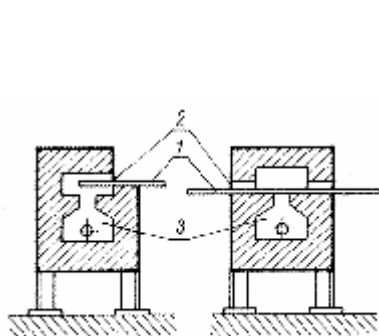
Kucie jest procesem obróbki plastycznej, w którym trwałe odkształcenie materiału uzyskuje się wskutek zginięcia go poprzez uderzenia młotem, nacisku prasy lub walców kuźniczych. Warsztat pracy, w którym znajdują się stanowiska, na których wykonuje się kucie nazywany kuźnią.

Sposoby kucia przedstawione są na rysunku 8.

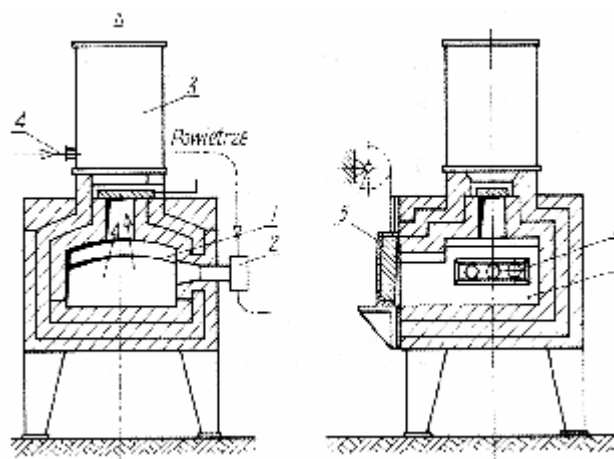


Rys. 8. Sposoby kucia [A. Mazurkiewicz, L. Kocur: obróbka plastyczna – laboratorium. Politechnika Radomska, Radom 1997]

Przy kuciu na gorąco materiał powinien być odpowiednio nagrany. Do nagrzewania materiału stosuje się piece komorowe (rys. 10), oczkowe i szczelinowe (rys. 9). Do nagrzewania materiału przy kuciu ręcznym służą ogniska kowalskie.



Rys. 9. Piece szczelinowe [3, s. 183]
1 – materiał nagrzewany, 2 – szczelina do wkładania materiału, 3 – komora spalania








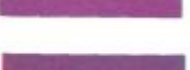

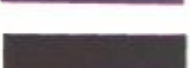


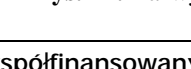
Rys. 10. Piece komorowy [3, s. 183]
1 – komora grzejna, 2 – palniki, 3 – odprowadzanie spalin (rekuperator), 4 – doprowadzenie powietrza nagrzanego w rekuperatorze

Temperatura, do jakiej należy nagrzać materiał zależy od jego gatunku. Można ją dobrać z poradników. Określenie żądanej temperatury nagrzania materiału dokonywane jest poprzez odczytanie na wskaźniku pieca lub poprzez porównanie z barwami żarzenia.

Tabela 1 podaje temperatury kucia różnych gatunków materiałów, a na rysunku 11 pokazano barwy żarzenia i przyporządkowane im temperatury.

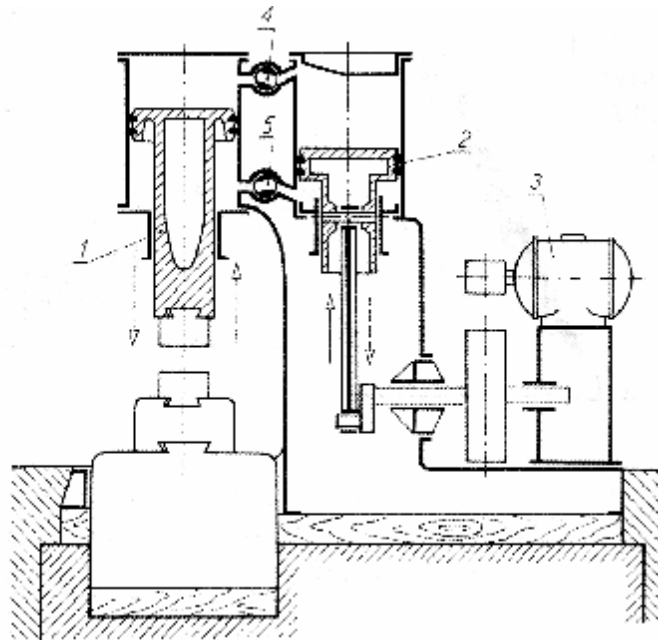
Tabela 1. Temperatury kucia [Poradnik Mechanika warsztatowca. WNT, Warszawa 1981]

Materiał		Normalny zakres temperatur kucia		Najwyższa dopuszczalna temperatura kucia °C	
rodzaj	znak lub cacha	początek kucia	koniec kucia		
Stal węglowa o zawartości	0,1% węgla	St2S, 10	1250 ÷ 1200	830 ÷ 700	1300
	0,2% węgla	St3S, 20	1220 ÷ 1180	830 ÷ 700	1290
	0,3% węgla	St4, 25	1200 ÷ 1150	850 ÷ 730	1270
	0,35% węgla	St5, 35	1200 ÷ 1150	850 ÷ 730	1250
	0,45% węgla	St6, 45	1160 ÷ 1120	850 ÷ 750	1200
	0,55% węgla	St7, 55	1140 ÷ 1100	870 ÷ 780	1180
	0,65% węgla	65, N6, N6E	1120 ÷ 1080	870 ÷ 780	1180
	0,9% węgla	N9, N9E	1100 ÷ 1050	900 ÷ 800	1150
	1,2% węgla	N12, N12E	1050 ÷ 1000	900 ÷ 820	1100
	Stal nierdzewna	H17	1150 ÷ 1100	920 ÷ 880	1240
	Stal szybkotnąca	SW18	1180 ÷ 1140	950 ÷ 920	1200
	Brąz o zawartości	—	—	—	—
5% cyny	—	800	700	—	
Mosiądze i tombaki	—	800	650	—	
Stopy aluminium	—	480	400	500	
Stopy magnezu	—	400	300	—	
Stopy cynku	—	260	200	—	

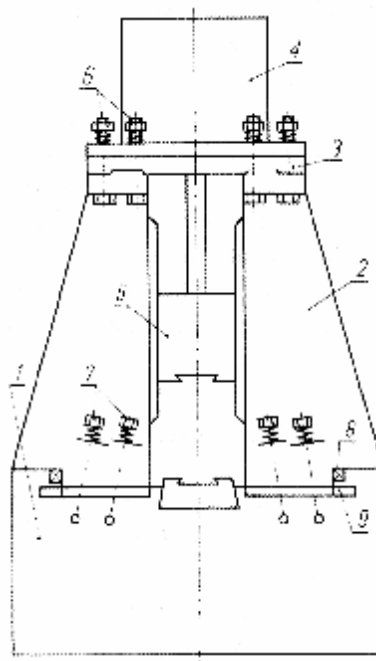
Barwy żarzenia		
	Barwa	Temperatura [°C]
	Biało-żółta	1350 ÷ 1250
	Żółta	1250 ÷ 1150
	Ciemno-żółta	1150 ÷ 1050
	Pomarańczowa	1050 ÷ 880
	Pomarańczowo-czerwona	880 ÷ 830
	Jasno-wiśniowa	830 ÷ 800
	Wiśniowa	800 ÷ 780
	Ciemno-wiśniowa	780 ÷ 750
	Ceglasto-brązowa	750 ÷ 650
	Brunatno-czerwona	650 ÷ 580
	Ciemno-brunatna	580 ÷ 520

Rys. 11. Barwy żarzenia [Poradnik Mechanika warsztatowca. WNT, Warszawa 1981]

Kucie mechaniczne przeprowadzane jest na młotach do kucia swobodnego (Rys. 12), młotach do kucia matrycowego (Rys. 13) i prasach kuźniczych (kuźniarkach). Przy kuciu swobodnym materiał nie jest niczym ograniczany tylko leży swobodnie na kowadle. Przy kuciu matrycowym materiał leży na matrycy (formie) i nie może swobodnie przemieszczać się na boki.

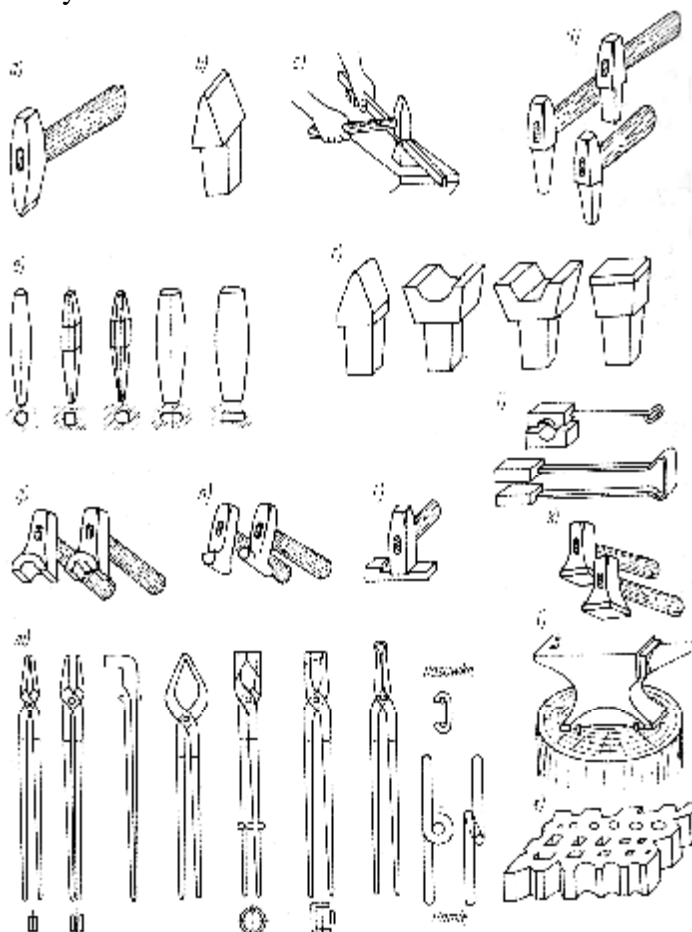


Rys. 12. Młot sprężarkowy do kucia swobodnego [3, s. 187]
1 – bijak, 2 – tłok sprężający powietrze, 3 – silnik, 4,5 – zawory do regulacji siły uderzenia



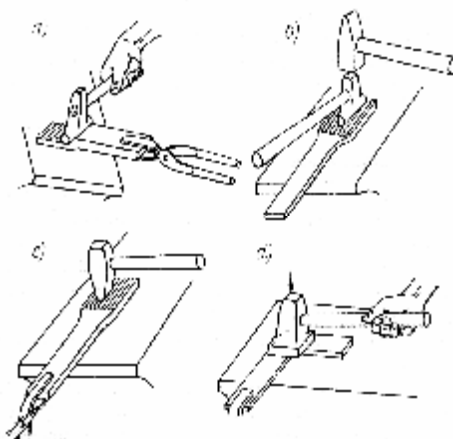
Rys. 13. Młot matrycowy [3, s. 187]
1 – szabota, 2 – stojaki, 3 – płyta łącząca, 4 – mechanizm napędowy, 5 – bijak, 6, 7 – śruby i sprężyny amortyzujące, 8, 9 – kliny do poziomowania matrycy

Kucie ręczne przeprowadzane jest przy użyciu różnego rodzaju narzędzi kowalskich. Zestaw narzędzi pokazany jest na rysunku 14.

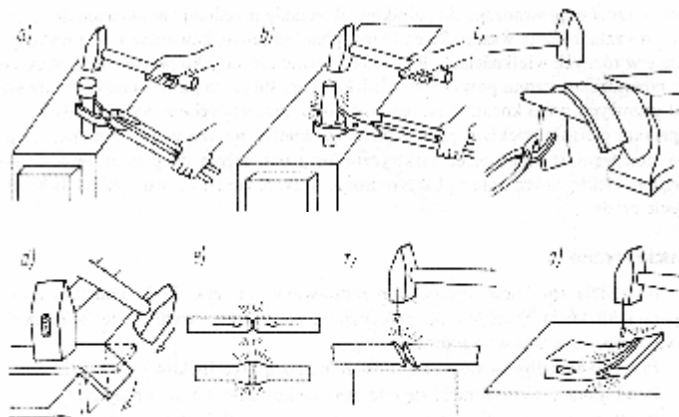


Rys. 14. Narzędzia kowalskie robocze: a) przecinak, b) podcinka, c) zastosowanie podcinki, d) przebijaki, e) trzpienie, f) podsadzki, g) nadstawki, h) żłobniki, i) obsadzak, j) foremnik, k) gładziki, l) kowadło na pieńku, m) płyta kowalska (dziurownica), n) kleszcze [3, s. 184]

Podstawowe rodzaje operacji kucia ręcznego przedstawione są na rysunkach 15 i 16.



Rys. 15. Wydłużanie na kowadle: a) wydłużanie za pomocą żłobnika, b) rozszerzanie za pomocą żłobnika, c) rozszerzanie rombem młotka, d) wygładzanie gładzikiem kowalskim [3, s. 184]



Rys. 16. Niektóre operacje kowalskie: a) spęczanie sworznia na końcu, b) spęczanie sworznia w środku, c) wyginanie na rogu kowadła, d) wyginanie na krawędzi kowadła, e) zgrzewanie stykowe doczołowe, f) zgrzewanie na zakładkę, g) zgrzewanie w klin [3, s. 186]

Bezpieczeństwo i higiena pracy

Podczas wykonywania prac należy stosować się do zasad bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony środowiska. Należy więc zachować ostrożność, prace wykonywać spokojnie i dokładnie, narzędzia stosować zgodnie z przeznaczeniem. Maszyny i urządzenia należy użytkować zgodnie z instrukcjami obsługi.

Należy również pamiętać o odpowiednim składaniu i segregowaniu odpadów.

4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaki proces nazywamy kuciem?
2. Jakie są rodzaje kucia?
3. Jakie są sposoby nagrzewania materiału do kucia?
4. Jak określa się temperaturę kucia?
5. Na jakich urządzeniach wykonuje się kucie mechaniczne?
6. Jaka jest różnica pomiędzy kuciem swobodnym i matrycowym?
7. Jakie podstawowe narzędzia wykorzystuje się do kucia ręcznego?
8. Jakie są podstawowe operacje kucia ręcznego?
9. Na co należy zwracać uwagę podczas pracy w kuźni, aby uniknąć wypadków?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Scharakteryzuj pojęcia z zakresu kucia. Wykonaj polecenia z tabeli. Skorzystaj z literatury technicznej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przygotować literaturę zgodnie z wykazem literatury zamieszczonym w poradniku dla ucznia,
- 2) wykonać kolejne polecenia z tabeli,
- 3) porównać swoją tabelę z tabelami kolegów.

Opisz, na czym polega operacja kucia – przecinanie.	
Opisz, na czym polega operacja kucia – przebijanie.	
Opisz, na czym polega operacja kucia – wydłużanie.	
Opisz, na czym polega operacja kucia – spęczanie.	
Opisz, na czym polega operacja kucia – odsadzanie.	
Opisz, na czym polega operacja kucia – zgrzewanie.	

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura podana w poradniku dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Korzystając w dokumentacji technicznej oraz instrukcji obsługi, wypisz: parametry techniczne młota oraz czynności konieczne do wykonania przed rozpoczęciem pracy, zasady i metody bezpiecznego wykonywania pracy oraz czynności po zakończeniu pracy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przygotować dokumentację techniczną młota i instrukcję obsługi,
- 2) wypisać parametry techniczne młota,
- 3) wypisać zasady i metody bezpiecznego wykonywania pracy,
- 4) wypisać czynności dotyczące obsługi młota w czasie jego pracy (np. regulacje),
- 5) wypisać czynności po zakończeniu pracy,
- 6) porównać swoją tabelę z tabelami kolegów.

Parametry techniczne młota	
Czynności konieczne do wykonania przed rozpoczęciem pracy	

Zasady i metody bezpiecznego wykonywania pracy	
Czynności po zakończeniu pracy	

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja techniczna,
- instrukcja obsługi.

Ćwiczenie 3

Wykonaj operację kucia swobodnego na młocie mechanicznym (wydłużanie i poszerzanie).

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przygotować i uruchomić piec do nagrzewania lub ognisko kowalskie (w razie potrzeby poprosić nauczyciela o przeszkolenie w zakresie obsługi ogniska kowalskiego),
- 2) dobrać temperaturę kucia,
- 3) poprosić nauczyciela o przeszkolenie stanowiskowe i przygotować młot do pracy,
- 4) nagrzać materiał,
- 5) wykonać operację kucia,
- 6) przedstawić nauczycielowi do oceny wykonany wyrób.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- piec komorowy lub ognisko kowalskie,
- szczypce,
- młot mechaniczny,
- materiał do kucia (np. wałek stalowy o średnicy $\Phi 50$),
- instrukcje obsługi pieca i młota.

Ćwiczenie 4

Zaprojektuj i wykonaj kratę ozdobną.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zaprojektować kratę i przedstawić projekt nauczycielowi,
- 2) opracować plan pracy,
- 3) wykonać elementy kraty,
- 4) przedstawić wyrób do oceny.

Projekt kraty:
Zestawienie narzędzi:
Plan pracy (wykaz kolejnych czynności):

Wyposażenie stanowiska pracy:

- ognisko kowalskie,
- narzędzia kowalskie do kucia ręcznego,
- materiał do wykonania kraty.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) dobrać narzędzia do kucia ręcznego?
2) uruchomić i obsłużyć piec do grzania materiału?
3) przygotować i obsłużyć ognisko kowalskie?
4) dobrać temperaturę kucia?
5) wykonać operacje kucia swobodnego na młocie mechanicznym?
6) wykonać wyrób w procesie kucia ręcznego?

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Udzielaj odpowiedzi na załączonej karcie odpowiedzi.
5. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
6. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci czas wolny.
7. Na rozwiązanie testu masz 60 min.

Powodzenia

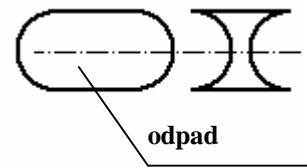
ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Wyżarzanie rekrytalizujące polega na nagrzanu materiału do
 - a) temperatury wyższej od temperatury początku rekrytalizacji, wygrzanu w tej temperaturze i powolnym chłodzeniu.
 - b) temperatury ponad 1450⁰C i powolnym chłodzeniu.
 - c) temperatury wyższej od temperatury początku rekrytalizacji, wygrzanu w tej temperaturze i szybkim chłodzeniu.
 - d) temperatury początku topnienia, wygrzanu w tej temperaturze i powolnym chłodzeniu.
2. Celem wyżarzania odprężającego jest
 - a) odprężenie wyrobów typu sprężyna, resor.
 - b) uzyskanie wyrobu posiadającego obniżoną sprężystość
 - c) zmniejszenie naprężeń własnych wałów maszynowych.
 - d) usunięcie naprężeń własnych takich wyrobów jak elementy spawane, czy utwardzonych przez odkształcenia plastyczne.
3. Hartowanie polega na nagrzanu stali do temperatury
 - a) 360⁰C (w zależności od rodzaju stali), krótkim wygrzanu w tej temperaturze i szybkim oziębieniu.
 - b) od 700 do 1200⁰C (w zależności od rodzaju stali), krótkim wygrzanu w tej temperaturze i powolnym oziębieniu
 - c) od 700 do 1200⁰C (w zależności od rodzaju stali), krótkim wygrzanu w tej temperaturze i szybkim oziębieniu.
 - d) 560⁰C (w zależności od rodzaju stali), krótkim wygrzanu w tej temperaturze
4. Celem hartowania jest podwyższenie
 - a) twardości bez zmiany wytrzymałości.
 - b) twardości i wytrzymałości stali.
 - c) wytrzymałości stali bez zmiany twardości.
 - d) plastyczności stali.

5. Ulepszenie cieplne jest zabiegiem składającym się z procesów
- wyżarzania i odpuszczania wysokiego.
 - hartowania i odpuszczania wysokiego.
 - hartowania i kucia na gorąco.
 - hartowania i walcowania.
6. Nawęglanie przeprowadza się przez
- nagrzanie stali do temperatury od 900 do 950°C w ośrodku wydzielającym tlenek węgla i długotrwałym przetrzymywaniu w tej temperaturze.
 - nagrzanie stali do temperatury od 900 do 950°C w ośrodku składającym się z węglowodorów, które ulegają samozapaleniu.
 - roztopienie stali i jej zestalenie w pojemniku zawierającym węgiel lub grafit.
 - nagrzewanie palnikiem w celu uzyskanie czarnej barwy powierzchni wyrobów.
7. Azotowanie jest procesem obróbki cieplno chemicznej polegającym na
- wprowadzeniu do warstwy wierzchniej stali azotu, który wypłucze miękkie cząstki.
 - wprowadzeniu do warstwy wierzchniej stali azotu celem związania szkodliwych związków siarki.
 - nałożeniu warstwy azotków podczas walcowania stali.
 - wprowadzeniu do warstwy wierzchniej stali azotu, który tworząc związki z żelazem przyczynia się do uzyskania bardzo twardej i odpornej na ścieranie warstwy wierzchniej.
8. Obróbka polegająca na wprowadzeniu węgla do warstwy wierzchniej stali nazywa się
- nawęglaniem.
 - odwęglaniem.
 - wyżarzaniem cieplno-chemicznym.
 - odpuszczaniem cieplno-chemicznym.
9. Podczas hartowania w piecu komorowym koniecznymi środkami ochrony indywidualnej jest (są)
- kombinezon hutniczy.
 - rękawice azbestowe i ubranie azbestowe.
 - rękawice ochronne, okulary i ubranie robocze.
 - blaszane przyłbice.
10. Podstawowe rodzaje obróbki plastycznej, to
- kucie, walcowanie, tłoczenie, ciągnięcie.
 - wyłaczanie, przetłaczanie i dotłaczanie.
 - gięcie i prostowanie.
 - spęczanie, wydłużanie, poszerzanie i zgrzewanie.
11. Obróbka plastyczna wykonywana ręcznie lub mechanicznie, podczas której nadaje się przedmiotom kształt przez uderzenie lub nacisk nosi nazwę
- tłoczenia.
 - wyciskania.
 - ciągnięcia.
 - kucia.

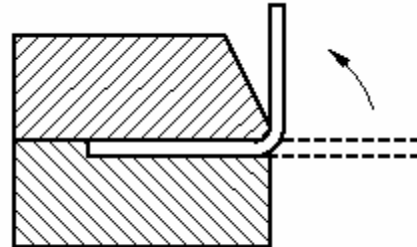
12. Przedstawiona na rysunku operacja nazywa się

- a) wycinaniem.
- b) ucinaniem.
- c) odcinaniem.
- d) przycinaniem.



13. Przedstawiona na rysunku operacja kształtowania nazywa się

- a) wyginaniem.
- b) zaginaniem.
- c) odginaniem.
- d) przetłaczaniem.



14. Podczas obróbki plastycznej blach największe zagrożenie stanowią urazy

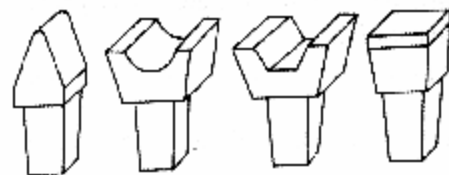
- a) skaleczenia.
- b) porażenia prądem.
- c) oparzenia.
- d) złamania.

15. Wyrób hutniczy oznaczony „**Ceownik 60E**” nazywa się

- a) ceownikiem równoramiennym o wysokości 60 mm.
- b) ceownikiem nierównoramiennym o wysokości 60 mm.
- c) ceownikiem ekonomicznym o wysokości 60 mm.
- d) ceownikiem o wysokości 60 mm oznaczonym zgodnie z norma europejską.

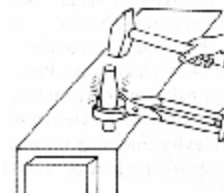
16. Przedstawione na rysunku narzędzia kowalskie noszą nazwę

- a) podsadzek.
- b) podkładek kowalskich.
- c) kształtek kowalskich.
- d) babek kowalskich.



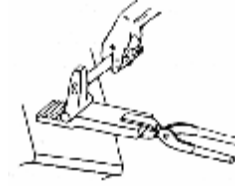
17. Przedstawiona na rysunku operacja kucia ręcznego nazywa się

- a) pogrubianiem.
- b) dziurowaniem.
- c) zgrzewaniem.
- d) spęczaniem.



18. Do wykonania przedstawionej na rysunku operacji kucia konieczne są następujące narzędzia

- a) młotek, żłobnik, kowadło, kleszcze.
- b) młotek, kowadło, kleszcze.
- c) młotek, nadstawka, kowadło, kleszcze.
- d) żłobnik, kowadło, kleszcze.



19. Do wykonania z płaskownika pierścienia o średnicy 100 mm, w procesie kucia i zgrzewania metodą na zakładkę, długość płaskownika powinna wynosić około

- a) 100 mm.
- b) 314 mm.
- c) 330 mm.
- d) 628 mm.

20. Do wykonania w procesie tłoczenia miseczki o średnicy $\Phi 50$ i wysokości 10, z blachy o grubości 1mm krążek wyjściowy blachy powinien mieć średnicę około

- a) 31,4 mm.
- b) 50 mm.
- c) 60 mm.
- d) 70 mm.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko.....

Wykonywanie obróbki cieplnej i plastycznej

Zakreśl poprawną odpowiedź.

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

6. LITERATURA

1. Czerwiński W., Czerwiński J.: Poradnik ślusarza. WNT, Warszawa 1989
2. Górecki A., Grzegórski Z.: Ślusarstwo przemysłowe i usługowe. Technologia. WSiP, Warszawa 2003
3. Górecki A.: Technologia ogólna. Podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa 2006
4. Kowerski A.: Bezpieczeństwo i higiena pracy w zakładach ślusarskich i budowy maszyn. CIOP, Warszawa 1998
5. Mały poradnik mechanika. Praca zbiorowa: WNT, Warszawa 1999
6. Zawora J.: Podstawy technologii maszyn. WSiP, Warszawa 2006