



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Justyna Bluszcz

Rozpoznawanie materiałów konstrukcyjnych, narzędziowych i eksploatacyjnych 722[03].O1.04

Poradnik dla ucznia

Wydawca

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

Recenzenci:

mgr inż. Grzegorz Śmigielski
mgr inż. Andrzej Zych

Opracowanie redakcyjne:

dr Justyna Bluszcz

Konsultacja:

dr inż. Janusz Figurski

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 722[03].O1.04 „Rozpoznawanie materiałów konstrukcyjnych, narzędziowych i eksploatacyjnych”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu ślusarz.

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. Podział, właściwości i metody badań materiałów	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	13
4.1.3. Ćwiczenia	14
4.1.4. Sprawdzian postępów	17
4.2. Żelazo i jego stopy – klasyfikacja, właściwości i znakowanie	18
4.2.1. Materiał nauczania	18
4.2.2. Pytania sprawdzające	21
4.2.3. Ćwiczenia	22
4.2.4. Sprawdzian postępów	23
4.3. Stale stopowe i niestopowe – właściwości i klasyfikacja	24
4.3.1. Materiał nauczania	24
4.3.2. Pytania sprawdzające	28
4.3.3. Ćwiczenia	28
4.3.4. Sprawdzian postępów	31
4.4. Staliwo, żeliwo, wyroby hutnicze	32
4.4.1. Materiał nauczania	32
4.4.2. Pytania sprawdzające	34
4.4.3. Ćwiczenia	34
4.4.4. Sprawdzian postępów	36
4.5. Metale nieżelazne i ich stopy – znakowanie, właściwości i zastosowanie	37
4.5.1. Materiał nauczania	37
4.5.2. Pytania sprawdzające	41
4.5.3. Ćwiczenia	42
4.5.4. Sprawdzian postępów	44
4.6. Materiały z proszków spiekanych i materiały ceramiczne – właściwości i zastosowanie	45
4.6.1. Materiał nauczania	45
4.6.2. Pytania sprawdzające	47
4.6.3. Ćwiczenia	47
4.6.4. Sprawdzian postępów	48
4.7. Tworzywa sztuczne, drewno, szkło, guma, materiały uszczelniające i lakiernicze – rodzaje i zastosowanie	49
4.7.1. Materiał nauczania	49
4.7.2. Pytania sprawdzające	52
4.7.3. Ćwiczenia	52
4.7.4. Sprawdzian postępów	53
5. Sprawdzian osiągnięć	54
6. Literatura	58

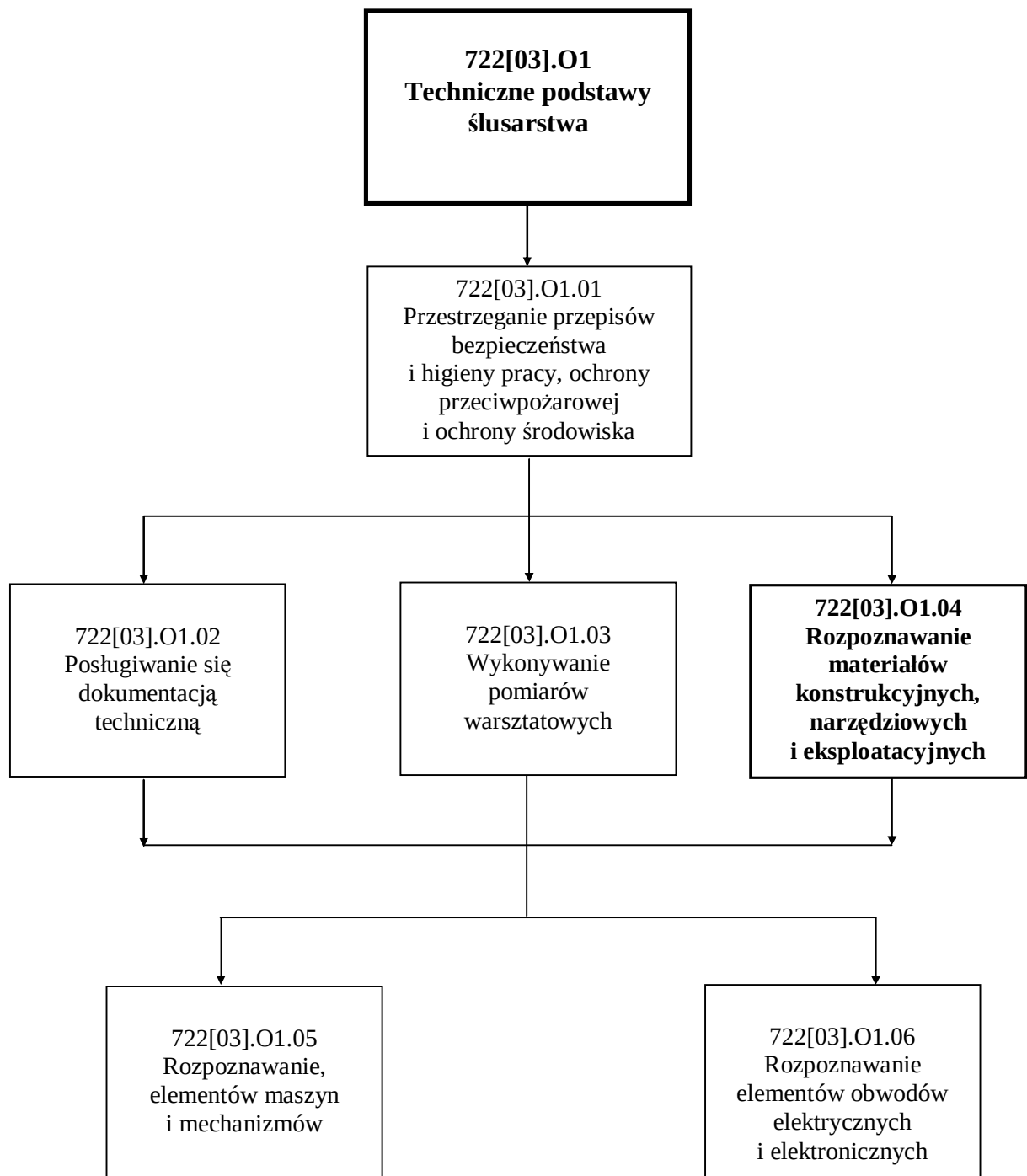
1. WPROWADZENIE

Otrzymujesz do rąk poradnik, który będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy dotyczącej:

- klasyfikacji metali i stopów, ich właściwościach fizycznych, chemicznych, mechanicznych i technologicznych,
- oznaczeniach stali, staliwa, żeliwa, metali żelaznych i nieżelaznych oraz ich stopach,
- zastosowaniu materiałów metalowych i niemetalowych,
- materiałach z tworzyw sztucznych, z proszków spiekanych, ceramicznych oraz materiałach uszczelniających i lakierniczych.

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 – wiadomości teoretyczne niezbędne do osiągnięcia założonych celów kształcenia i opanowania umiejętności zawartych w jednostce modułowej,
- zestaw pytań sprawdzających, abyś mógł sprawdzić, czy już opanowałeś określone treści,
- ćwiczenia, które pomogą Ci zweryfikować wiadomości teoretyczne oraz ukształtować umiejętności praktyczne,
- sprawdzian postępów,
- sprawdzian osiągnięć, czyli przykładowy zestaw zadań testowych, który potwierdzi opanowanie materiału całej jednostki modułowej,
- literaturę.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu nauczania jednostki modułowej, powinieneś umieć:

- wykonywać obliczenia matematyczne bez użycia i z użyciem kalkulatora,
- odczytywać informacje z układu okresowego pierwiastków,
- obsługiwać komputer i przeglądarkę internetową,
- wyszukiwać informacje z Internetu i literatury uzupełniającej,
- posługiwać się dokumentacją techniczną i PN,
- przestrzegać przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej, powinieneś umieć:

- sklasyfikować stopy żelaza z węglem oraz stopy metali nieżelaznych,
- określić właściwości fizyczne, chemiczne, mechaniczne i technologiczne materiałów metalowych i niemetalowych,
- rozpoznać na podstawie oznaczenia: stal, staliwo, żeliwo, metale nieżelazne i ich stopy,
- rozpoznać oraz określić zastosowanie materiałów niemetalowych,
- dobrać na podstawie norm technicznych materiały na elementy konstrukcyjne,
- posłużyć się Polską Normą, dokumentacją techniczną.

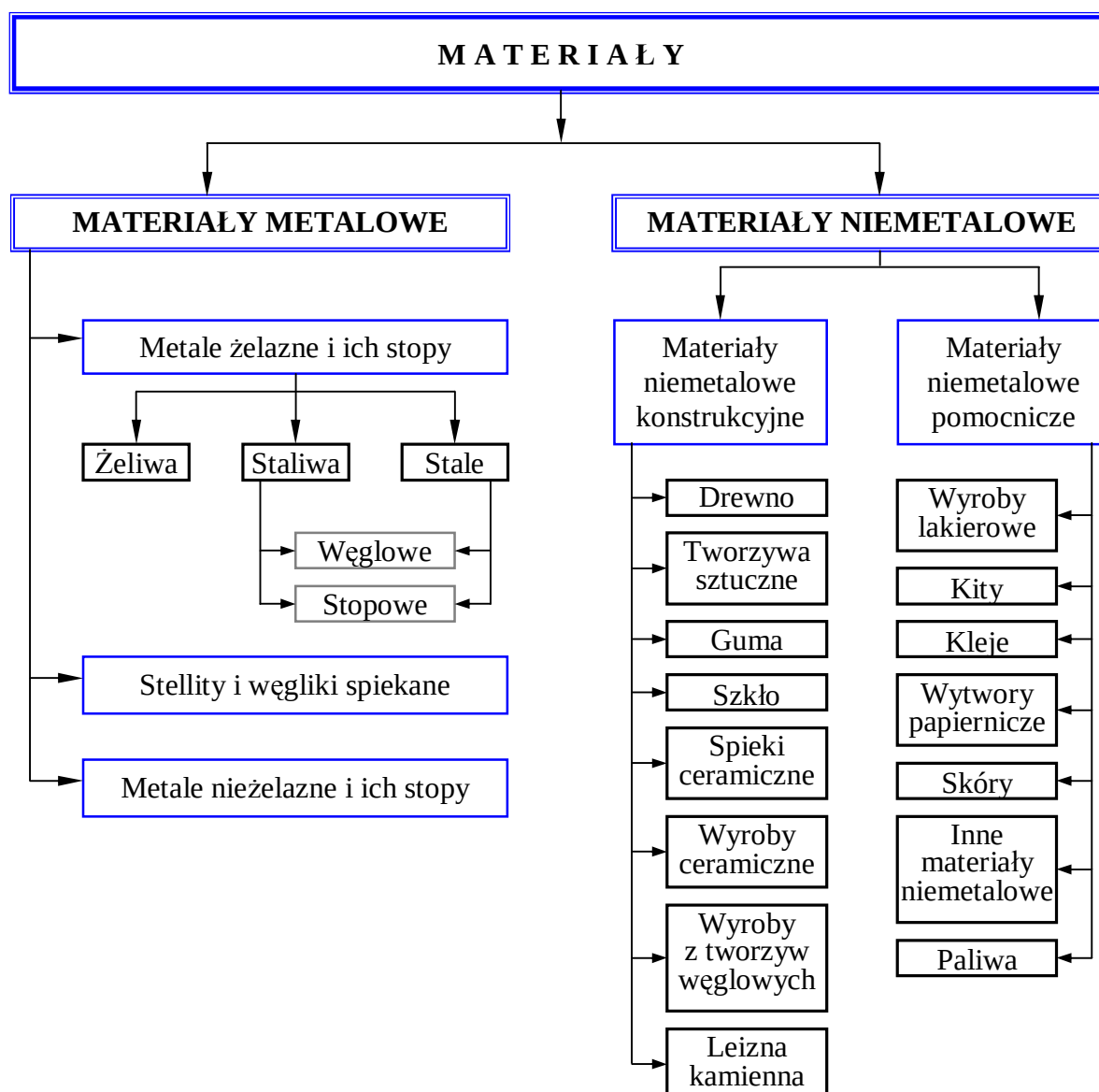
4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Podział, właściwości i metody badań materiałów

4.1.1. Materiał nauczania

Definicja i podział materiałów

Materiałami w pojęciu technicznym nazywa się ciała stałe, których właściwości czynią je użytecznymi dla człowieka, gdyż wykonuje się z nich złożone produkty pracy – przedmioty użytkowe, narzędzia, konstrukcje i budowle, maszyny i pojazdy, broń, dzieła sztuki itp. Podział materiałów przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Schemat podziału materiałów [opracowanie własne na podstawie [2]]

Materiały metalowe charakteryzują się tym, że w ich strukturze na poziomie molekularnym (atomowym) przewagę stanowi wiązanie metaliczne, w przeciwieństwie do

materiałów niemetalowych, w których wiązanie to zdominowane jest przez inne typy wiązań chemicznych.

Podając charakterystykę poszczególnych grupy materiałów najczęściej kieruje się podziałem ze względu na właściwości: fizyczne, chemiczne, mechaniczne i technologiczne.

Właściwości fizyczne materiałów

Oznaczanie określonych wielkości fizycznych w danych warunkach fizycznych stosuje się w celu scharakteryzowania i identyfikacji materiału. Na właściwości fizyczne materiałów składa się wygląd zewnętrzny i wartości takich wielkości jak:

- gęstość – stosunek masy ciała do objętości (wyrażona w kg/m^3),
- temperatura topnienia (krzepnięcia) – temperatura przejścia ze stanu stałego w ciekły (z ciekłego w stały) – wyrażona w K (według układu SI) lub dla celów użytkowych w $^{\circ}\text{C}$,
- ciepło właściwe – ilość ciepła pobierana (lub oddawana) przez 1g substancji przy zmianie o 1°C ,
- rozszerzalność cieplna – wzrost wymiarów liniowych i objętości ze wzrostem temperatury,
- przewodność elektryczna – zdolność przewodzenia prądu elektrycznego.

Właściwości fizyczne materiałów również opisują wielkości charakteryzujące właściwości magnetyczne.

Właściwości chemiczne materiałów

O właściwościach chemicznych materiałów mówi się wtedy, gdy rozpatruje się ich odporność na działanie czynników chemicznych (np. kwasów, zasad), zdolność do reagowania z otaczającym środowiskiem, np. odporność metali na korozję.

Właściwości mechaniczne materiałów

Zdolność materiału do przeciwstawiania się działaniu sił zewnętrznych, które mogą prowadzić do odkształcenia, czy w krańcowych przypadkach do jego zniszczenia określa zespół cech charakteryzujących mechaniczne właściwości materiałów. Zalicza się do nich:

- wytrzymałość, czyli granicę oporu stawianego przez siły wewnętrzne materiału siłom, które próbują go odkształcić,
- twardość, czyli odporność materiału na odkształcenia trwałe, powstające na skutek wciskania węł głębnika,
- udurowość, czyli odporność materiału na uderzenia.

Z właściwościami mechanicznymi silnie związane jest zjawisko zmęczenia, które polega na zmniejszaniu się wytrzymałości pod wpływem okresowo zmieniającego się obciążenia.

Właściwości technologiczne materiałów

Określenie przydatności materiału w procesach wytwarzania przedmiotów użytkowych jest istotą właściwości technologicznych materiału. Zalicza się do nich:

- lejućność, czyli zdolność ciekłej postaci materiału do wypełniania formy odlewniczej,
- zgrzewalność, czyli zdolność materiału do tworzenia stałych połączeń pod wpływem temperatury lub sił zewnętrznych,
- skrawalność, czyli zdolność do poddawania się obróbce za pomocą narzędzi skrawających,
- ścieralność, czyli odporność materiału na ścieranie,
- spawalność – przydatność materiału do spawania,
- plastyczność, czyli podatność materiału do odkształceń trwałych, niezbędnych do nadania ostatecznych kształtów.

Metody badania wybranych właściwości materiałów

Do charakteryzowania (identyfikowania) materiałów pod kątem użyteczności, najczęściej stosuje się wielkości opisujące właściwości fizyczne.

W celu określenia właściwości technologicznych metali i ich stopów najczęściej przeprowadza się następujące próby technologiczne:

- zginania,
- skręcania,
- nawijania,
- zwijania ze zginaniem,
- tłoczności,
- spłaszczania.

Szczegółowe informacje na temat wymienionych prób można znaleźć w literaturze uzupełniającej oraz w Polskich Normach.

Z kolei do określenia właściwości wytrzymałościowych metali i stopów wykorzystuje się następujące próby:

- **statyczna rozciągania** - stosowana do określenia jakości materiałów konstrukcyjnych według kryterium naprężeniowego w warunkach obciążeń statycznych. Pozwala na obserwację zachowania się materiału w całym zakresie odkształceń (sprężystym, sprężysto – plastycznym aż do zerwania), można na jej podstawie określać nie tylko cechy wytrzymałościowe, ale także plastyczne materiału. Próba ta polega na osiowym rozciąganiu próbek o ściśle określonym kształcie (zależnym od rodzaju badanego materiału) w specjalnych uchwytach dostosowanych do próbek;
- **udarność**- polega na dynamicznym łamaniu na specjalnym młocie wahadłowym, próbek o przekroju 10 x 10mm mających z jednej strony karb. Karb próbki powinien być usytuowany po stronie przeciwnej do kierunku uderzenia młota. W Polsce obowiązują próbki typu Menagera i Charpy V. Badając udarność materiału można uzyskać cenne informacje, które umożliwiają prawidłową selekcję materiału pod względem odporności na pękanie.
- **badania twardości** - w praktyce za twardość przyjęto uważać właściwość ciała stałego (właściwość mechaniczną) wyrażającą się odpornością na odkształcenie plastyczne przy działaniu skupionego nacisku na powierzchnię tego ciała, powstającą np. przy wciskaniu w tę powierzchnię wgłębnika. Inaczej: twardość jest miarą oporu, jaki wykazuje ciało w czasie wciskania weń drugiego ciała. Badanie i porównywanie twardości opiera się na metodach, które ze względu na charakter oporu stawianego przez materiał podczas próby, można podzielić na:
 1. Metody oparte na wciskaniu:
 - a) statyczne (Brinella, Rockwella, Vickersa, Knoop);
 - b) dynamiczne (Poldi).
 2. Metody ryskowe (Martensa i inne).
 3. Metody sprężystego odskoku (Shore'a i inne).

Pomiar twardości metodą Brinella

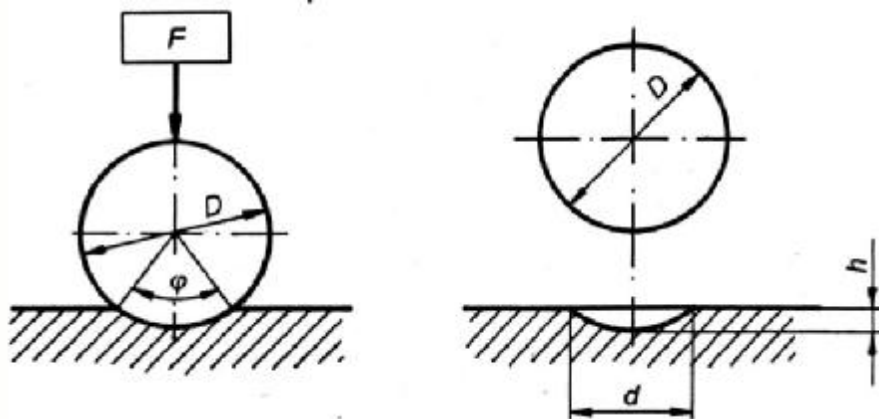
Metoda Brinella polega na wciskaniu określoną siłą wgłębnika w postaci hartowanej kulki stalowej lub kulki z węglików spiekanych o średnicy D , w powierzchnię badanego materiału w określonym czasie. Według normy PN-EN ISO 6506-1:2002 jako wgłębniki używane są kulki stalowe hartowane o znormalizowanych średnicach 1,0; 2,5; 5; 10 mm. Zalecana średnica kulki wynosi 10mm.

Twardość Brinella określa stosunek siły F wciskającej wgłębnik do pola S trwałego odcisku, który w postaci czaszy kulistej utworzy się na powierzchni materiału. Jest to więc średnia wartość ciśnienia obliczonego w sposób umowny, po osiągnięciu którego kulka przestaje się zagłębiać w materiał.

$$HB = 0,102 \frac{F}{S} \quad (1)$$

gdzie: F – siła obciążająca [N], S – pole powierzchni odcisku (czaszy) [mm²],
a współczynnik 0,102 wynika z przeliczenia niutonów na kilogramy.

Zasada pomiaru twardości została przedstawiona na rys. 3.



Rys. 3. Zasada pomiaru twardości metodą Brinella [3]

Uwzględniając zależności geometryczne wzór (1) można przedstawić w następującej postaci:

$$S = p \cdot D \cdot h, \quad h = \frac{1}{2} \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2}), \quad S = p \cdot \frac{D}{2} \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2}) \quad (2)$$

$$HB = 0,102 \frac{0,204 \cdot F}{p \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

gdzie: D – średnica kulki wgłębnika, d – średnica odcisku (czaszy).

Twardość Brinella zależy więc od F , D oraz d .

Wymagania, które należy spełnić w metodzie pomiaru twardości według Brinella:

- kształt badanego przedmiotu – możliwie płaski, umożliwiający nieruchome ustawienie przedmiotu tak, aby badana powierzchnia była prostopadła do kierunku działania siły obciążającej, dopuszcza się przeprowadzenie próby twardości na powierzchni, której najmniejszy promień krzywizny jest większy od trzykrotnej średnicy kulki
- jakość powierzchni – gładka i oczyszczona ze zgorzeliny oraz smarów, przy wygładzaniu należy zachować ostrożność, aby nie zmienić twardości poprzez nagrzanie lub zgniot,
- odstęp środków odcisków – co najmniej 4-krotnie większy od średnicy odcisku,
- temperatura – dla próby kontrolnej i odbiorczej $20 \pm 15^\circ\text{C}$, a dla próby rozjemczej $23 \pm 5^\circ\text{C}$
- czas działania siły obciążającej – próbkę należy obciążyć bez wstrząsów równomiernie do żądanej siły w czasie od 2 do 8 s; czas działania siły powinien wynieść:
 - dla $HB > 100$ – $10 \div 15$ s,
 - $100 \geq HB \geq 35$ – 30 s,
 - $35 \geq HB \geq 10$ – 120 s,
 - $HB < 10$ – 180 s,

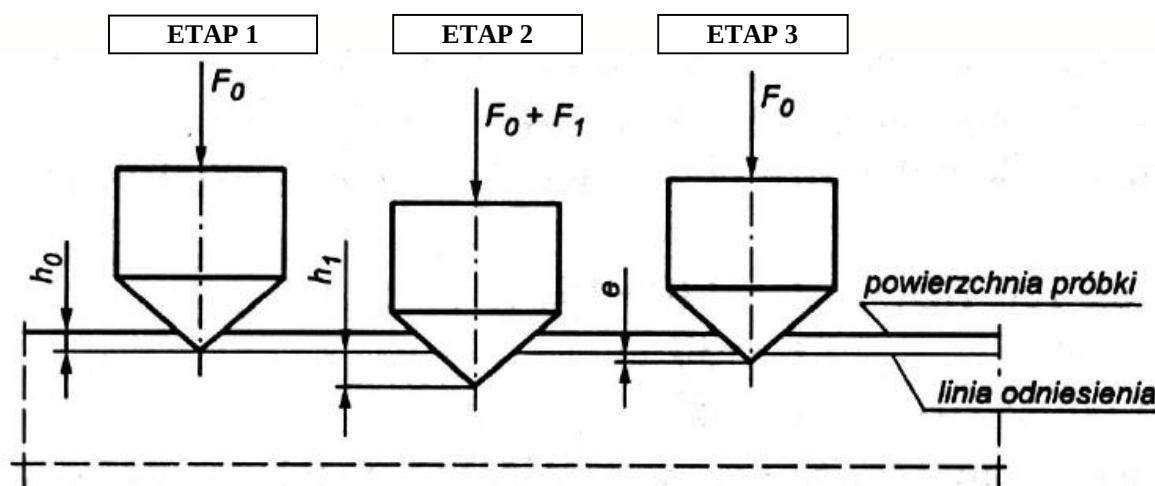
- pomiar odcisku – w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach, a przy odciskach wzdłużnych i nieregularnych mierzy się najmniejszą i największą średnicę; średnia arytmetyczna służy do wyznaczenia HB.

Obecnie do badania twardości używa się wyłącznie kulek z węglików spiekanych.

Zalety metody	Wady metody
- możliwość uzależnienia twardości Brinella dla materiałów ciągliwych od wytrzymałości na rozciąganie R_m. (zależności te kształtują się następująco: stal o twardości $125 < HB < 175$ – $R_m 0,343 HB$; stal o twardości $HB > 175$ – $R_m 0,362 HB$; staliwo $R_m (0,3 \div 0,4) HB$; żeliwo szare $R_m (HB - 40) / 6$; aluminium $R_m 0,26 HB$), - możliwość stosowania tej metody do pomiaru twardości o strukturze niejednorodnej.	- niemożność stosowania go do pomiaru twardości wyrobów twardych, drobnych oraz cienkich warstw utwardzonych i powierzchni niepłaskich, - kłopotliwy pomiar twardości (mikroskop do pomiaru średnicy odcisku), - zależność wyniku pomiaru twardości od zastosowanego obciążenia na kulkę, - znaczne uszkodzenie powierzchni.

Pomiar twardości metodą Rockwella

Pomiar ten polega na dwustopniowym wciskaniu (przy określonych warunkach) w badaną próbkę wgłębnika w kształcie kulki stalowej (skala B, T, F) lub stożka diamentowego o kącie rozwarcia 120° (skala C, A).



Rys. 4. Zasada pomiaru twardości metodą Rockwella [4]

- Pomiar twardości metodą Rockwella składa się z 3 etapów (rys. 4):
- [ETAP 1] F_0 – obciążenie wstępne, wciska wgłębnik na głębokość h_0
 - [ETAP 2] F_1 – obciążenie główne, $F_0 + F_1$ wciska wgłębnik na głębokość h_1
 - [ETAP 3] odciąża się F_1 (F_0 pozostaje) wgłębnik cofa się nieco (o część sprężystą odkształcenia) i pozostaje w położeniu na głębokości $h_0 + e$, gdzie: e - trwały przyrost głębokości,

Miarą twardości w metodzie Rockwella jest różnica pomiędzy stałą wartością K a głębokością odcisku e .

$$HR = K - e \quad (3)$$

$K = 130$ (0,26 mm) dla kulki; $K = 100$ (0,20 mm) dla stożka, e – podaje się w jednostkach 0,002 mm

Jeśli pomiar wykonany został za pomocą kulki, wtedy twardość oznacza się symbolem HRB, gdy zastosowany został stożek – HRC. Kulka stalowa jest wykorzystywana

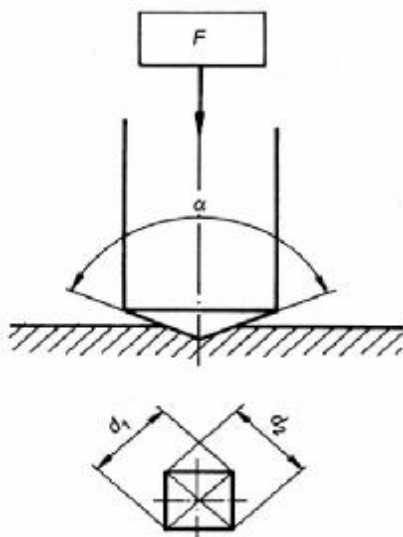
do pomiarów twardości stali węglowej i stopowej w stanie zmiękczonym lub normalizowanym oraz stopów metali nieżelaznych o twardości od 35 do 100 HRB. Stożek diamentowy stosowany jest w pomiarach twardości stali węglowej i stopowej w stanie zahartowanym i ulepszonym cieplnie oraz innych stopów o twardości od 20 do 67 HRC.

Obciążenie wstępne zawsze wynosi 98 N, a obciążenie główne jest zależne od badanego materiału. Twardość Rockwella w skali C nie równa się twardości Rockwella w skali B pomimo takiej samej wartości, np. HRC 25 nie jest równe HRB 25.

Zalety metody	Wady metody
- możliwość stosowania go do badania wyrobów twardych i niektórych warstw utwardzonych, - szybkość i łatwość pomiaru, - bardzo prosta obsługa twardościomierza, - odczytywanie twardości bezpośrednio na twardościomierzu bez konieczności stosowania tablic, - małe odciski pozostawione przez ten pomiar, - możliwość stosowania go do zautomatyzowania pomiarów.	- bardzo duży wpływ niepoprawnego ustawienia przedmiotu na wynik pomiarów, - bardzo duży wpływ zanieczyszczeń śruby podnośnej i podstawek, stolika przedmiotowego i kształtu na samego wyrobu na wynik pomiaru, - niemożliwość pomiaru twardości bardzo cienkich przedmiotów i cienkich warstw nawęglonych, azotowanych itp., - niemożność dotrzymania dużej dokładności pomiaru wskutek niekorzystnych warunków metrologicznych (wiele mechanicznych przełożeń), - znaczna ilość skal twardości i kłopotliwe ich porównanie ze sobą, jak również z wynikami innych sposobów, - nierównomierność poszczególnych skal, np. przy porównywaniu twardości stali węglowej

Pomiar twardości metodą Vickersa

Metoda pomiaru twardości metodą Vickersa polega na wciskaniu w badany materiał, pod obciążeniem F , foremnego ostrosłupa diamentowego o podstawie kwadratowej i wierzchołkowym kącie pomiędzy przeciwległymi ścianami $\alpha = 136^\circ$. Po odciążeniu mierzy się przekątne odcisku d_1 i d_2 w celu obliczenia jego powierzchni.



Rys. 5. Zasada pomiaru twardości metodą Vickersa [4]

Twardość wyznacza się ze stosunku siły obciążającej wgłębnik F do powierzchni poboczniczy odcisku:

$$HV = \frac{F}{S} \quad (4)$$

Gdy siłę F wyraża się w niutonach, wzór przybiera postać:

$$HV = \frac{0,204F \cdot \sin 68^\circ}{d^2} \quad (5)$$

gdzie: $d = \frac{d_1 + d_2}{2}$ – średnia pomiarów przekątnych d_1 i d_2 .

Powierzchnie odcisków dla wgłębnika w postaci ostrosłupa, niezależnie od wielkości obciążenia, są geometrycznie podobne, tzn. twardość HV nie zależy od obciążenia.

Kąt wierzchołkowy wynosi 136° , gdyż dla tej wartości kąta wyniki pomiarów twardości metodą Vickersa są porównywalne do wyników pomiarów twardości metodą Brinella dla odcisków równych $d = 0,375 D$. Do wartości 350 HB praktycznie się pokrywają. Odchylenia pojawiające się dla większych twardości wynikają z odkształceń sprężystych kulki w metodzie Brinella.

W praktyce twardość odczytuje się z tablic po zmierzeniu przekątnej odcisku dla zastosowanego obciążenia, które może wynosić: 49, 98, 196, 249, 490 lub 981 N. Wyniki pomiarów twardości metodą Vickersa są dla danego materiału jednakowe, niezależnie od użytego obciążenia. Twardość podajemy w HV np. HV 250. Metodą Vickersa łatwiej jest mierzyć twardość materiałów twardych (o twardości ok. 300-400 HB).

Zalety metody	Wady metody
- duża porównywalność tej metody z metodą Brinella (aż do 300 jednostek twardości HB są ze sobą zgodne; powyżej stosuje się zależność $HB = 0,95 HV$), - możliwość uzależnienia twardości HV od wytrzymałości na rozciąganie R_m, - możliwość stosowania tej metody zarówno do materiałów miękkich, jak i bardzo twardych, - małe głębokości odcisków, - zmiana ustawienia nie wpływa na wynik pomiaru, - duża dokładność odczytu przekątnych, - wynik pomiaru twardości przy zastosowaniu większych obciążeń nie zależy od - zastosowanego obciążenia.	- skomplikowana konstrukcja twardościomierza wymagającego bardzo fachowej obsługi, - mała wydajność pomiaru, - niemożność pomiaru niektórych materiałów niejednorodnych, np. żeliwa ze względu na jego porowatość, w związku z tym może nastąpić uszkodzenie ostrza wgłębnika, - dość znaczny wpływ chropowatości na wynik pomiaru, - większy koszt twardościomierza.

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jak dzielimy materiały metalowe i jakie są ich rodzaje?
2. Jakie materiały należą do materiałów niemetalowych konstrukcyjnych i pomocniczych?
3. Jakie wielkości charakteryzują właściwości fizyczne materiałów?
4. Co określają właściwości chemiczne materiałów?
5. Jakie wielkości opisują właściwości mechaniczne i technologiczne materiałów?
6. Na czym polega pomiar twardości metodą Brinella?
7. W jaki sposób wykonuje się pomiar twardości metodą Vickersa?

8. Na czym polega pomiar twardości metodą Rockwella?
9. Jakie znasz zalety i wady poznanych metod pomiaru twardości?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Scharakteryzuj dowolne (różne) 3 materiały metalowe i 5 materiałów niemetalowych będących na wyposażeniu pracowni, opisując ich właściwości fizyczne, chemiczne, mechaniczne i technologiczne. Wykorzystaj informacje zamieszczone w polskich normach (PN), dostępnej literaturze technicznej oraz w internecie. Wyniki swojej pracy zapisz w postaci tabeli, a następnie przedstaw je na forum grupy.

Tabela do ćwiczenia 1. Charakterystyka materiałów metalowych i niemetalowych [opracowanie własne]

Tabela do ćwiczenia 1. Charakterystyka materiałów metalowych i niemetalowych [opracowanie własne]																	
Lp.	Nazwa materiału (oraz jego symbol)	Cechy wyglądu zewnętrznego	Właściwości fizyczne				Właściwości chemiczne		Właściwości mechaniczne			Właściwości technologiczne					
			gęstość	temperatura topnienia (krzepnięcia)	ciepło właściwe	rozszerzalność cieplna	przewodność elektryczna	odporność na działanie kwasów	odporność na działanie zasad	wytrzymałość	twardość	udarność	lejniść	zgrzewalność	skrawalność	ścieralność	spawalność
1.																	
2.																	

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienś:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) przypomnieć sobie zasady bhp obowiązujące na stanowisku pracy,
- 3) dokonać oględzin powierzchni badanego materiału,
- 4) wpisać podany przez producenta symbol oraz nazwę badanego materiału do tabeli pomiarów,
- 5) opisać cechy wyglądu zewnętrznego badanego materiału i zanotować w tabeli,
- 6) odczytać z Polskich Norm, dostępnej literatury technicznej (lub z internetu) wartości wielkości opisujących poszczególne właściwości badanego materiału,
- 7) zapisać wyniki w tabeli,
- 8) przedstawić zestawienie (tabelę) i scharakteryzować ustnie każdy badany materiał na forum grupy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- materiały wzorcowe (metalowe i niemetalowe) stanowiące wyposażenie pracowni,
- arkusze papieru formatu A3 i A4,

- artykuły piśmiennicze,
- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu i drukarką.

Ćwiczenie 2

Wykonaj pomiar twardości za pomocą twardościomierza Brinella co najmniej 5 wzorcowych materiałów metalowych będących na wyposażeniu pracowni technologicznej. Porównaj otrzymane wartości z wartościami zamieszczonymi w polskich normach (PN), a następnie oblicz różnicę procentową pomiędzy nimi. Całość zapisz w tabeli pomiarów (tabela do ćwiczenia 2) i przedstaw na forum grupy.

Tabela do ćwiczenia 2. Tabela pomiarów twardości metodą Brinella [opracowanie własne].

Lp.	Nazwa materiału	Symbol materiału	Twardość odczytana z PN	Siła nacisku	Średnica kulki wgłębnika	Czas trwania nacisku	Średnica odcisku	Twardość obliczona	Różnica [%]

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) zapoznać się z zasadami bhp obowiązującymi na stanowisku pracy,
- 3) dokonać oględzin powierzchni badanego materiału,
- 4) określić grupę materiałową badanego materiału i wpisać podany przez producenta symbol oraz nazwę do tabeli pomiarów,
- 5) odczytać z Polskich Norm wartość twardości Brinella badanego materiału,
- 6) przeczytać instrukcję obsługi twardościomierza Brinella,
- 7) dobrać parametry próby (rodzaj wgłębnika, obciążenie, czas) oraz wpisać do tabeli pomiarów wartość średnicy kulki wgłębnika i siły nacisku,
- 8) umocować próbkę w uchwycie twardościomierza,
- 9) dokonać pomiaru zgodnie z procedurą zamieszczoną w instrukcji,
- 10) dokonać pomiaru średnicy odcisku,
- 11) powtórzyć pomiar trzykrotnie dla każdej z badanych próbek,
- 12) obliczyć z wzoru (2) twardość badanych próbek,
- 13) obliczyć różnicę pomiędzy wartością twardości odczytaną z PN a otrzymaną w doświadczeniu i wyrazić ją w procentach,
- 14) zapisać wyniki w tabeli pomiarów,
- 15) przedstawić na forum grupy wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- stanowisko do pomiaru twardości metodą Brinella,
- instrukcja obsługi twardościomierza Brinella,
- metalowe materiały wzorcowe stanowiące wyposażenie stanowiska do pomiaru twardości,
- arkusze papieru formatu A3 i A4,
- artykuły piśmiennicze,
- kalkulator (można go użyć, ale nie jest wymagany).

Ćwiczenie 3

Wykonaj pomiar twardości za pomocą twardościomierza Rockwella co najmniej 5 wzorcowych materiałów metalowych będących na wyposażeniu pracowni technologicznej. Porównaj otrzymane wartości z wartościami zamieszczonymi w polskich normach (PN), a następnie oblicz różnicę procentową pomiędzy nimi. Całość zapisz w tabeli pomiarów (tabela do ćwiczenia 3) i przedstaw na forum grupy.

Tabela do ćwiczenia 3. Tabela pomiarów twardości metodą Rockwella [opracowanie własne].

Lp.	Nazwa materiału	Symbol materiału	Twardość odczytana z PN	Twardość zmierzona	Różnica [%]

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienś:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) zapoznać się z zasadami bhp obowiązującymi na stanowisku pracy,
- 3) dokonać oględzin powierzchni badanego materiału,
- 4) określić grupę materiałową badanego materiału i wpisać podany przez producenta symbol oraz nazwę do tabeli pomiarów,
- 5) odczytać z Polskich Norm wartość twardości Rockwella badanego materiału,
- 6) przeczytać instrukcję obsługi twardościomierza Rockwella,
- 7) założyć w uchwycie odpowiedni wgłębnik i zawiesić odpowiednie ciężarki,
- 8) umieścić próbkę na stoliku,
- 9) zrealizować obciążenie wstępne za pomocą wyskalowanej sprężyny,
- 10) zrealizować obciążenie główne za pomocą ciężarków,
- 11) odciążyć wgłębnik (zdejmuje się tylko obciążenie główne),
- 12) odczytać twardość w stopniach Rockwella na odpowiedniej skali,
- 13) powtórzyć pomiar trzykrotnie dla każdej z badanych próbek,
- 14) obliczyć różnicę pomiędzy wartością twardości odczytaną z PN a otrzymaną w doświadczeniu i wyrazić ją w procentach,
- 15) zapisać wyniki w tabeli pomiarów,
- 16) przedstawić na forum grupy wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- stanowisko do pomiaru twardości metodą Rockwella,
- instrukcja obsługi twardościomierza Rockwella,
- metalowe materiały wzorcowe stanowiące wyposażenie stanowiska do pomiaru twardości,
- arkusze papieru formatu A3 i A4,
- artykuły piśmiennicze.

Ćwiczenie 4

Wykonaj pomiary twardości za pomocą twardościomierza Vickersa co najmniej 5 wzorcowych materiałów metalowych będących na wyposażeniu pracowni technologicznej. Porównaj otrzymane wartości z wartościami zamieszczonymi w polskich normach (PN), a następnie oblicz różnicę procentową pomiędzy nimi. Całość zapisz w tabeli pomiarów (tabela do ćwiczenia 4) i przedstaw na forum grupy.

Tabela do ćwiczenia 4. Tabela pomiarów twardości metodą Vickersa [opracowanie własne]

Lp.	Nazwa materiału	Symbol materiału	Twardość odczytana z PN	Siła nacisku	Przekątna d_1	Przekątna d_2	Średnia d	Twardość obliczona	Różnica [%]

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) zapoznać się z zasadami bhp obowiązującymi na stanowisku pracy,
- 3) dokonać oględzin powierzchni badanego materiału,
- 4) określić grupę materiałową badanego materiału i wpisać podany przez producenta symbol oraz nazwę do tabeli pomiarów,
- 5) odczytać z Polskich Norm wartość twardości Vickersa badanego materiału,
- 6) przeczytać instrukcję obsługi twardościomierza Vickersa,
- 7) dobrać parametry próby (obciążenie, czas) oraz wpisać do tabeli pomiarów wartość średnicy kulki wgłębnika i siły nacisku,
- 8) ustawić próbkę na stoliku twardościomierza,
- 9) obciążyć próbkę (wykonać odcisk),
- 10) dokonać pomiaru przekątnych (d_1 , d_2) odcisku,
- 11) powtórzyć pomiar trzykrotnie dla każdej z badanych próbek,
- 12) obliczyć z wzoru (5) twardość badanych próbek,
- 13) obliczyć różnicę pomiędzy wartością twardości odczytaną z PN a otrzymaną w doświadczeniu i wyrazić ją w procentach,
- 14) zapisać wyniki w tabeli pomiarów,
- 15) przedstawić na forum grupy wyniki swojej pracy.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- stanowisko do pomiaru twardości metodą Vickersa,
- instrukcja obsługi twardościomierza Vickersa,
- metalowe materiały wzorcowe stanowiące wyposażenie stanowiska do pomiaru twardości,
- arkusze papieru formatu A3 i A4,
- artykuły piśmiennicze.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) dokonać podziału materiałów?	..	..
2) scharakteryzować materiały pod względem właściwości fizycznych, chemicznych, mechanicznych i technologicznych?	..	..
3) wykonać pomiar i obliczyć wartość twardości metodą Brinella?	..	..
4) wykonać pomiar i obliczyć wartość twardości metodą Rockwella?	..	..
5) wykonać pomiar i obliczyć wartość twardości metodą Vickersa?	..	..

4.2. Żelazo i jego stopy – klasyfikacja, właściwości i znakowanie

4.2.1. Materiał nauczania

Metale – wiadomości ogólne

Metale charakteryzują się wiązaniem metalicznym, występującym pomiędzy atomami tworzącymi metal. Układy wieloskładnikowe złożone z więcej niż jednego pierwiastka, charakteryzujące się przewagą wiązania metalicznego tworzą stopy metali. Metale i ich stopy stanowią obecnie największą grupę materiałów konstrukcyjnych i narzędziowych.

Metale i ich stopy cechują następujące właściwości:

- dobre przewodnictwo cieplne i elektryczne,
- opór elektryczny zwiększa się z podwyższeniem temperatury,
- połysk metaliczny, polegający na odbijaniu promieni świetlnych od wypolerowanych powierzchni,
- plastyczność (zdolność do trwałych odkształceń pod wpływem przyłożonych naprężeń).

Z technicznego punktu widzenia, najważniejszym metalem jest żelazo (Fe), będące głównym składnikiem stali. Inne technicznie ważne metale określa się nazwą metali nieżelaznych. Metale nieżelazne o gęstości mniejszej od 4500 kg/m^3 zalicza się do tak zwanych metali lekkich (glin, magnez, beryl, sód, potas), natomiast o gęstości większej niż 4500 kg/m^3 zalicza się do metali ciężkich. Wśród nich ważną grupę stanowią metale kolorowe (cyna, miedź, cynk, ołów), stosowane do otrzymywania różnego rodzaju stopów. Najbardziej odporne chemicznie są metale szlachetne (platyna, złoto, srebro). Często stosuje się też podział metali na metale żelazne (żelazo, stal, staliwo, żeliwo), nieżelazne (pozostałe), metale uszlachetniające stal.

Metale otrzymuje się z rud, będących najczęściej tlenkami. Procesy metalurgiczne polegają zwykle na redukcji prowadzącej do ekstrakcji metalu z rudy oraz na rafinacji, usuwającej z metalu pozostałe zanieczyszczenia. Elementy metalowe zwykle wykonywane są metodami odlewniczymi, obróbki plastycznej lub obróbki skrawaniem, a często także metalurgii proszków. Właściwości metali i stopów są kształtowane metodami obróbki cieplnej, a powierzchnia elementów metalowych często jest uszlachetniana metodami inżynierii powierzchni, zwiększającymi m.in. odporność na korozję lub odporność na zużycie.

Najczęściej używanymi spośród materiałów metalowych są stale, czyli stopy żelaza z węglem i innymi pierwiastkami, a także stopy odlewnicze żelaza, tzn. staliwa i żeliwa.

Liczną grupę stosowanych materiałów metalowych stanowią również metale nieżelazne i ich stopy. Metale mają szerokie zastosowanie zwłaszcza jako materiały konstrukcyjne.

Żelazo i jego stopy – ogólna charakterystyka

Żelazo jest pierwiastkiem metalicznym o temperaturze topnienia 1534°C i temperaturze wrzenia 3070°C . W przyrodzie występuje głównie w postaci tlenków, węglanów, wodorotlenków i siarczków, jako magnetyt (Fe_3O_4), hematyt (Fe_2O_3), syderyt (FeCO_3), limonit ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \times 3\text{H}_2\text{O}$) i piryt (FeS_2).

Z rud tlenkowych w redukcyjnym procesie hutniczym w wielkim piecu otrzymuje się tzw. surówkę, będącą stopem żelaza z węglem, krzemem, manganem, siarką, fosforem, tlenem, azotem i innymi (łącznie do 10%). Surówka podlega dalszej przeróbce w piecach stalowniczych, podczas której utlenia się znaczna część domieszek, tak że w większości przypadków łączna ich ilość (nie licząc węgla) nie przekracza 1%. Otrzymany produkt nazywa się stalą węglową.

W czasie nagrzewania (lub chłodzenia) żelaza, zachodzi w nim szereg przemian, aż do topnienia włącznie. Przede wszystkim zmienia się struktura krystaliczna żelaza, co powoduje zmianę właściwości fizycznych, chemicznych i mechanicznych. W efekcie powstają inne

odmiany tego samego żelaza, noszące nazwę odmian alotropowych. Żelazo występuje w dwóch odmianach alotropowych: α i γ , ale można również spotkać się z odmianą δ .

Żelazo α , termodynamicznie trwałe od niskich temperatur do temperatury 910°C oraz od temperatury 1390 do 1534°C, a wysokotemperaturową odmianę żelaza α często nazywa się żelazem δ . Odmiana żelaza α do temperatury 768°C posiada właściwości magnetyczne (ferromagnetyk), natomiast powyżej niej jest materiałem niemagnetycznym (paramagnetyk). Gęstość żelaza α w temperaturze 20°C wynosi 7860 kg/m³.

Żelazo γ , termodynamicznie trwałe w temperaturach 910 do 1390°C, a gęstość żelaza γ w temperaturze 916°C - 8050 kg/m³.

Stopy żelaza z węglem (surówki, stale, staliwa i żeliwa) należą do najbardziej rozpowszechnionych stopów w technice, a zarazem najczęściej stosowanych materiałów konstrukcyjnych. Optymalny dobór tworzywa i jego zastosowanie należą do konstruktora, który powinien konsultować się z technologiem i użytkownikiem, uwzględniając równocześnie czynniki ekonomiczne. Stopy żelaza z węglem można traktować pod wieloma względami jako stopy dwuskładnikowe, mimo że zawierają one jeszcze zawsze niewielkie ilości innych pierwiastków pochodzących z procesu metalurgicznego. W zależności od stężenia węgla oraz sposobu wytwarzania można dokonać ogólnej klasyfikacji stopów żelaza z węglem. Stopy zawierające mniej niż 0,05 % węgla noszą nazwę żelaza technicznego, stopy otrzymane w wyniku odlewania i następnej obróbki plastycznej zawierające do 2% węgla nazywa się stalą (odlewnicze stopy o tym samym stężeniu węgla noszą nazwę staliw), a stopy o zawartości węgla większej od 2,06% - noszą nazwę żeliw.

Stopy żelaza z węglem o niewielkim stężeniu innych pierwiastków w postaci domieszek lub zanieczyszczeń (tabela 1) są nazywane odpowiednio stalami, staliwami lub żeliwami węglowymi. Do domieszek, które korzystnie wpływają na właściwości należą Mn, Si, Cr, Ni i Cu. Natomiast zanieczyszczenia, takie jak P, S, O, H, N, wywierają ujemny wpływ na właściwości stopów żelaza. Pierwiastki, których stężenie przekracza umowną wartość określoną w tabeli 1, dodawane celowo (dla polepszenia właściwości) do stopów żelaza z węglem nazywane są dodatkami stopowymi.

Tabela 1. Maksymalne stężenie domieszek i zanieczyszczeń w stalach, staliwach i żeliwach węglowych [1, s. 160]

Stop	Maksymalne stężenie pierwiastka [%]											
	Mn	Si	Ni	Cr	W	Co	Cu	Al	Mo	V	Ti	Cr+Ni+Mo+Cu
Stal	0,8	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,05	0,05	0,05	0,8
Staliwo	1,0	0,6	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8
Żeliwo	1,0	3,5	0,3	0,1	0,08	0,5	0,3	0,3	0,1	0,08	0,08	-

Ferryt jest roztworem stałym węgla w żelazie α . Rozpuszczalność węgla w żelazie α przy temperaturze 727°C wynosi 0,02%, zaś przy temperaturach normalnych zaledwie 0,008%. Ferryt ma niską wytrzymałość i twardość (HB = ok. 80, R_m = ok. 300 MPa), natomiast dużą plastyczność i udarność (A_5 = ok. 50%, K_M = ok. 200J/cm²).

Cementyt jest to związek chemiczny żelaza z węglem, zawierający 6,67% węgla, krystalizujący w układzie rombowym. Cementyt jest składnikiem twardym (ok. 820 HB) o dużej kruchości.

Perlit jest to związek chemiczny żelaza z węglem, zawierający 0,8% węgla. Perlit składa się z 87% ferrytu i 13% cementytu. Powstaje on z rozkładu austenitu przy temperaturze 723°C. W stalach wolno chłodzonych perlit posiada budowę pasemkową, tj. zbudowany jest z na przemian ułożonych płytek ferrytu i cementytu. Cienkie płytki kruchego cementytu w miękkim i plastycznym ferrycie nadają perlitowi większą twardość i wytrzymałość przy gorszych właściwościach plastycznych, wszelako bez objawów kruchości. Stal eutektoidalna o strukturze czysto perlitycznej wykazuje następujące własności: HB = ok. 240, R_m = ok.

850 MPa, $A_5 = \text{ok. } 10\%$.. Dane te dotyczą perlitu grubopasemkowego. Ze zmniejszającą się grubością pasemek ferrytu i cementytu, wzrasta jego twardość i wytrzymałość przy obniżeniu właściwościach plastycznych.

Klasyfikacja gatunków stali:

- według składu chemicznego:
 - a) stale niestopowe;
 - b) stale odporne na korozję;
 - c) inne stale stopowe,
- według głównych klas jakościowych:
 - a) stale niestopowe (jakościowe, specjalne);
 - b) stale odporne na korozję;
 - c) inne stale stopowe (jakościowe, specjalne),

Systemy oznaczania stali

Znaki stali, symbole główne.

Norma podaje zasady oznaczania stali za pomocą symboli literowych i cyfrowych, które są tak dobrane, że wskazują na główne cechy stali, np. na zastosowanie stali, na właściwości mechaniczne lub fizyczne lub na skład chemiczny stali, co pozwala w prosty sposób zidentyfikować poszczególne gatunki stali.

Znaki stali zostały podzielone na dwie grupy:

- Grupa 1: Znaki stali zawierają symbole wskazujące na zastosowanie oraz mechaniczne lub fizyczne właściwości stali
- Grupa 2: Znaki stali zawierają symbole wskazujące na skład chemiczny stali. Są one podzielone na dalsze 4 podgrupy.

Grupa 1: Stale oznaczane są według ich zastosowania i właściwości mechanicznych lub fizycznych. Znak zawiera następujące symbole główne:

- S – stale konstrukcyjne,
- P – stale pracujące pod ciśnieniem,
- L – stale na rury przewodowe,
- E – stale maszynowe,

za którymi umieszcza się liczbę będącą minimalną granicą plastyczności w N/m^2 dla najmniejszego zakresu grubości wyrobu.

- B, Y, R, H, D, T, M – stale do zbrojenia betonu, do betonu sprężonego, na szyny itd., po czym liczba charakteryzująca określone właściwości dla tego typu stali,
- symbole dodatkowe (patrz Norma [7]).

Grupa 2: Stale oznaczane są według składu chemicznego:

1. Oznaczenia stali niestopowych (bez stali automatowych) o średniej zawartości manganu poniżej 1%. Znak składa się z następujących symboli, umieszczonych kolejno po sobie:
 - litery C,
 - liczby będącej 100-krotną średnią wymaganą zawartością procentową węgla,
 - symbole dodatkowe (patrz Norma [7]).
2. Oznaczenia stali niestopowych o średniej zawartości manganu większej lub równej 1%, niestopowych stali automatowych i stali stopowych (bez stali szybkotnących) o zawartości każdego pierwiastka stopowego poniżej 5%. Znak składa się z:
 - liczby będącej 100-krotną średnią wymaganą zawartością węgla,

- symboli pierwiastków chemicznych oznaczających składniki stopowe w stali (w kolejności malejącej zawartości pierwiastków, w przypadku identycznej zawartości dwóch lub więcej pierwiastków w kolejności alfabetycznej),
- liczb oznaczających zawartości poszczególnych pierwiastków stopowych w stali. Każda liczba oznacza średni procent pierwiastka pomnożony przez współczynnik według tabeli 2 i zaokrąglony do najbliższej liczby całkowitej. Liczby dotyczące poszczególnych pierwiastków należy oddzielić kreską poziomą,
- symboli dodatkowych (patrz Norma [7]).

Tabela 2. Współczynnik do ustalania symboli liczbowych pierwiastków stopowych przy oznaczaniu stali stopowych (bez stali szybkołącznych) o zawartości każdego pierwiastka stopowego <5% [7]

Pierwiastek	Współczynnik
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
Al., Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100
B	1000

- Oznaczenia stali stopowych (bez stali szybkołącznych) zawierających przynajmniej jeden pierwiastek stopowy w ilości większej lub równej 5%.
Znak stali składa się z następujących symboli literowych lub liczbowych:
 - litery X,
 - liczby będącej 100-krotną wymaganą średnią zawartością węgla,
 - symboli chemicznych oznaczających składniki stopowe stali, w kolejności malejącej zawartości pierwiastków, w przypadku identycznej zawartości dwóch lub więcej pierwiastków w kolejności alfabetycznej,
 - liczb oznaczających średni procent zawartości pierwiastków stopowych. Liczby należy oddzielić kreską poziomą,
 - symboli dodatkowych (patrz Norma [7]).
- Oznaczenia stali szybkołącznych. Znak stali składa się z:
 - liter HS,
 - liczb oznaczających średnie procentowe zawartości pierwiastków stopowych, zaokrąglone do liczby całkowitej i oddzielone kreską poziomą w następującym porządku: wolfram (W) – molibden (Mo) – wanad (V) – kobalt (Co).

System cyfrowy oznaczania stali

Numer składa się z cyfr według następującego schematu:

A BB XX(XX)

gdzie A – numer grupy materiału,

BB – numer grupy stali (według Tablicy 1 w [8]),

XX(XX) – kolejny numer (cyfry w nawiasach są dla użycia w przyszłości).

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

- Co to są metale i jakie są ich najważniejsze właściwości?
- Czym charakteryzuje się żelazo?
- Jakie znasz odmiany alotropowe żelaza?
- Co to jest ferryt, cementyt i perlit?
- Jak oznacza się stal niestopową?
- Jak oznacza się stal stopową?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Opisz właściwości fizyczne, mechaniczne i technologiczne oraz wymień zastosowanie poznanych odmian żelaza. Wykorzystaj informacje zamieszczone w polskich normach (PN), dostępnej literaturze technicznej oraz w internecie. Wyniki swojej pracy zapisz w postaci tabeli, a następnie przedstaw je na forum grupy.

Tabela do ćwiczenia 1. Charakterystyka odmian żelaza [opracowanie własne].

Tabela do ćwiczenia 1. Charakterystyka samian Zelaza (opracowanie własne).															
Lp.	Nazwa materiału	Właściwości fizyczne				Właściwości mechaniczne			Właściwości technologiczne					Zastosowanie	
		gęstość	temperatura topnienia (krzepnięcia)	ciepło właściwe	rozszerzalność cieplna	przewodność elektryczna	wytrzymałość	twardość	udarność	lejność	zgrzewalność	skrawalność	ścieralność		spawalność
1.															
2.															

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) wpisać symbol oraz nazwę opisywanej odmiany żelaza do tabeli pomiarów,
- 3) odczytać z Polskich Norm, dostępnej literatury technicznej (lub z internetu) wartości wielkości opisujących poszczególne właściwości badanego materiału oraz jego zastosowanie,
- 4) zapisać wyniki w tabeli,
- 5) przedstawić zestawienie (tabelę) i scharakteryzować ustnie każdą odmianę żelaza na forum grupy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- arkusze papieru formatu A3 i A4,
- artykuły piśmiennicze,
- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu i drukarką.

Ćwiczenie 2

Korzystając z odpowiednich norm odczytaj, a następnie rozpisz w tabeli znaczenie symboli następujących stali: S185, S355NL, C35, C35R3, 28Mn6, 55NiCrMoV6-2-2, X5CrNi18-10, HS2-9-1-8, 1.4821

Tabela do ćwiczenia 2. Rozpoznawanie stali i jej zastosowania na podstawie symboli [opracowanie własne]

Lp.	Symbol stali	Znaczenie

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) odszukać w Polskich Normach podane symbole stali,
- 3) rozpisać każdy symbol na składowe (o ile zachodzi taka potrzeba),
- 4) uzupełnić tabelę,
- 5) przedstawić wyniki swojej pracy na forum grupy.

Wyposażenie stanowiska pracy

- literatura, Polskie Normy,
- arkusze papieru formatu A4,
- przybory do pisanja.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) scharakteryzować żelazo i jego stopy?	..	..
2) rozpoznać właściwości i zastosowanie stali na podstawie oznaczenia?	..	..
3) rozpoznać skład chemiczny stali na podstawie oznaczenia?	..	..
4) odszukać w Polskich Normach i literaturze technicznej informacje dotyczące właściwości badanego materiału?	..	..
5) rozpoznać znaczenie symbolu stali, korzystając z systemu oznaczania stali?	..	..

4.3. Stale stopowe i niestopowe – właściwości i klasyfikacja

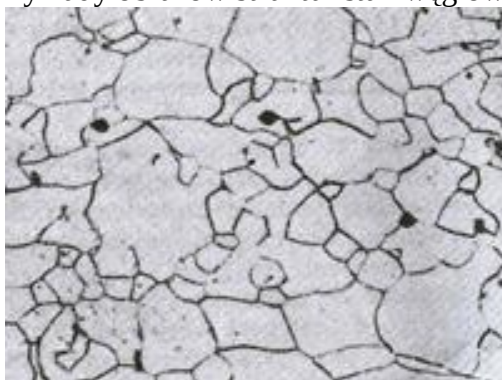
4.3.1. Materiał nauczania

Stal jest stopem żelaza z węglem oraz ewentualnie z innymi pierwiastkami, zawierającymi do około 2% węgla, obrabianym plastycznie, otrzymywanym w procesie stalowniczym po przejściu przez stan ciekły. Do zasadniczych domieszek zawsze występujących w stalach węglowych w mniejszej lub większej ilości należą: mangan, krzem, fosfor, siarka i miedź. Zawartość tych pierwiastków w stali nie przekracza zwykle następujących wartości:

mangan - 0,8%	krzem - 0,4%	fosfor - 0,05%
siarka - 0,05%	miedź - 0,3%	

Ponadto stal węglowa zawiera jeszcze rozpuszczone gazy, jak wodór, tlen i azot.

Przykłady obrazów struktur stali węglowych w stanie równowagi:



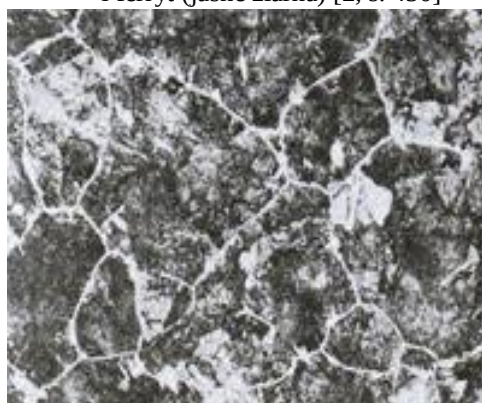
Rys. 5. Stal o zawartości ok. 0,02% C (pow. x 250). Ferryt [2, s. 450]



Rys. 6. Stal o zawartości ok. 0,35% C (pow. x 500). Perlit (ciemne ziarna) i ferryt (jasne ziarna) [2, s. 450]



Rys. 7. Stal o zawartości ok. 0,8% C (pow. x 500). Perlit [2, s. 450]



Rys. 8. Stal o zawartości ok. 1,3% C (pow. x 100). Cementyt (jasna siatka) i perlit (ciemne tło) [2, s. 451]

Stal dzieli się:

- ze względu na zawartość węgla i strukturę wewnętrzną:
 - a) stal zawierającą do 0,8% węgla, zbudowaną z ferrytu i perlitu,
 - b) stal zawierającą 0,8% węgla, posiadającą strukturę perlityczną,
 - c) stal o zawartości 0,8 - 2,0% węgla, zbudowaną z perlitu i cementytu wtórnego.
- ze względu na rodzaj i udział składników stopowych:
 - a) stal niskostopowa (węglowa):
 - niskowęglowa,
 - średniowęglowa,

- wysokowęglowa,
- b) stal stopowa:
 - niskostopowa,
 - wysokostopowa,
- ze względu na zastosowanie:

a) stal konstrukcyjna: - ogólnego przeznaczenia, - niskostopowa, - wyższej jakości, - automatowa, - łożyskowa, - sprężynowa, - do azotowania, - do ulepszania cieplnego,	b) stal narzędziowa: - węglowa, - stopowa: – do pracy na zimno, – do pracy na gorąco, – szybko tnąca,	c) stal specjalna: - nierdzewna, - kwasoodporna, - magnetyczna, - odporna na zużycie: Stal Hadfielda, - transformatorowa, - zaworowa, - żaroodporna, - stal maraging, - żarowytrzymała.
---	---	---

Wpływ składników chemicznych na właściwości stali niestopowych

- węgiel jest głównym składnikiem stopowym stali węglowych, silnie wpływającym na jej właściwości nawet przy niewielkich zmianach zawartości. Wzrost zawartości węgla podwyższa właściwości wytrzymałościowe stali przy obniżeniu właściwości plastycznych. Wytrzymałość i granica plastyczności wzrastają jedynie do zawartości 0,8% węgla,
- mangan występuje w stali w postaci roztworu stałego w ferrycie. Podwyższa on właściwości wytrzymałościowe stali, nie obniżając jej właściwości plastycznych oraz wpływa korzystnie na kująność i zgrzewalność stali,
- krzem występuje w stali również w postaci roztworu stałego i podnosi właściwości wytrzymałościowe stali, a zwłaszcza granicę sprężystości, pogarszając jej zgrzewalność,
- fosfor jest domieszką szkodliwą. Występuje on w stali w postaci roztworu stałego. Fosfor zmniejsza bardzo znacznie plastyczność stali i podwyższa temperaturę, przy której stal staje się krucha, wywołując kruchość stali na zimno,
- siarka jest również domieszką szkodliwą. Praktycznie nie rozpuszcza się ona w normalnych temperaturach w żelazie a występuje w stali w postaci siarczku żelaza FeS, a także siarczku manganu MnS. Siarczek żelazawy FeS jest łatwo topliwy (1193°C) oraz tworzy z żelazem łatwo topliwą mieszaninę (985°C), co powoduje kruchość stali na gorąco,
- miedź występuje w stali w postaci roztworu stałego w ferrycie i podwyższa jej odporność na korozję atmosferyczną.

Tabela 3. Przykłady zastosowań stali narzędziowych niestopowych [9]

Gatunek	%C	Twardość w stanie hartowanym HRC	Zastosowanie
N5	0,55	58	młoty, siekiery, narzędzia ślusarskie, części chwytowe narzędzi ze stali stopowych
N8E, N8	0,8	61	narzędzia pneumatyczne, do obróbki miękkiego kamienia i drewna, duże noże do nożyc, wykrojniki
N11E, N11	1,1	62	wiertła, frezy, rozwiertaki, gwintowniki, narzędzia do walcowania gwintu i wyrobu gwoździ, kły tokarskie, noże krążkowe, wykrojniki

N13E, N13	1,3	63	narzędzia skrawające z małą szybkością, piłki do metali, skrobaki, pilniki, narzędzia grawerskie, brzytwy, ciągadła, małe matryce i wykrojniki
--------------	-----	----	--

Stalami stopowymi nazywamy stale, które poza żelazem, węglem i zwykłymi domieszkami (Mn, Si, P, S) zawierają inne, specjalnie wprowadzone składniki lub podwyższone zawartości Mn i Si. Te celowo wprowadzone składniki noszą nazwę dodatków stopowych. Dzięki wprowadzeniu do stali dodatków stopowych można uzyskać:

- wysokie właściwości mechaniczne i technologiczne,
- zwiększoną hartowność,
- wysoką twardość i odporność na ścieranie,
- określone właściwości fizyczne i chemiczne takie jak: odporność na korozję, żaroodporność, żarowytrzymałość, itp.

W zależności od dodatków stopowych przyjęto nazwy stali np.:

- stale chromowe,
- stale chromowo-niklowe,
- stale manganowe,
- stale wolframowe,
- stale niklowe itd.

Pierwiastki stopowe zwykle występują w stali w postaci:

- rozpuszczonej (w ferrycie): Si, Ni, Co, Cr, Mo i inne,
- jako węgliki : Nb, Zr, Ti, V, W, Mo, Cr.

Zawartość fosforu i siarki w poszczególnych grupach jakościowych stali przedstawia się następująco:

- stal zwykłej jakości: fosfor P 0,05%, siarka S 0,055%, (P + S) 0,1%,
- stal wyższej jakości: fosfor P 0,04%, siarka S 0,04%, (P + S) 0,07%,
- stal najwyższej jakości: fosfor P 0,03%, siarka S 0,03%, (P + S) 0,05%.

Stale stopowe, zwykle bardzo drogie, używane są w zastosowaniach specjalnych, tam gdzie jest to uzasadnione ekonomicznie.

Wpływ składników chemicznych na właściwości stali stopowych:

- nikiel – w praktyce ułatwia to proces hartowania i zwiększa głębokość hartowania. Nikiel rozpuszczony w ferrycie umacnia go, znacznie podnosząc wytrzymałość na uderzenie. Dodatek niklu w ilości 0,5% do 4% dodaje się do stali do ulepszania ciepłego, a w ilościach 8% do 10% do stali kwasoodpornej. W symbolach stali jego dodatek oznacza się literą N,
- chrom – powoduje rozdrobnienie ziarna. Podwyższa hartowność stali. Zwiększa jej wytrzymałość. Stosowany w stalach narzędziowych i specjalnych. W tych ostatnich nawet w ilościach do 30%. W symbolach stali jego dodatek oznacza się literą H,
- mangan – już przy zawartościach 0,8% do 1,4% znacznie podwyższa wytrzymałość na rozciąganie, uderzenie i ścieranie. W symbolach stali jego dodatek oznacza się literą G,
- wolfram – zwiększa drobnoziarnistość stali, powiększa wytrzymałość, odporność na ścieranie. Duży dodatek wolframu 8% do 20% zwiększa odporność stali na odpuszczanie. W symbolach stali jego dodatek oznacza się literą W,
- molibden – zwiększa hartowność stali. Podnosi wytrzymałość i zmniejsza kruchość i podnosi odporność na pełzanie. W symbolach stali jego dodatek oznacza się literą M,
- wanad – zwiększa drobnoziarnistość stali i znacznie powiększa jej twardość. W symbolach stali jego dodatek oznacza się literą V lub F,
- kobalt – zwiększa drobnoziarnistość stali i znacznie powiększa jej twardość. W symbolach stali jego dodatek oznacza się literą K,

- krzem – normalnie traktowany jako niepożądana domieszka, zwiększa kruchość stali. Staje się pożądanym składnikiem w stalach sprężynowych. Ze względu na fakt, że zmniejsza energetyczne straty prądowe w stali, dodaje się go w ilościach do 4% do stali transformatorowej. W symbolach stali jego dodatek oznacza się literą S,
- tytan – w symbolach stali jego dodatek oznacza się literą T,
- niob – w symbolach stali jego dodatek oznacza się literami Nb,
- glin (aluminium) – w symbolach stali jego dodatek oznacza się literą A,
- miedź posiada podobne właściwości fizyczne jak czyste żelazo, lecz jest znacznie bardziej odporne na korozję. Miedź jest pożądanym dodatkiem i jej zawartość systematycznie wzrasta wraz z użyciem stali złomowej przy wytapianiu nowej stali. W symbolach stali jej dodatek oznacza się literami Cu.

Tabela 4. Przykłady składu chemicznego i zastosowania wybranych stali narzędziowych stopowych do pracy na zimno [9]

Gr.	Gatunek	Średni skład chemiczny						Zastosowanie
		C	Mn	Si	Cr	W	V	
I	NZ2	0,45	0,30	0,95	1,05	1,90	0,22	narzędzia pneumatyczne, przecinaki, dłuta, zagłowniki, przebijaki
II	NC5	1,37	0,30	0,27	0,55	-	-	narzędzia chirurgiczne, narzędzia grawerskie, brzytwy, pilniki, kółka do cięcia szkła
III	NMWV	0,95	1,15	0,27	0,55	0,55	0,17	narzędzia pomiarowe, piłki do metali, wykrojniki
IV	NC11	1,95	0,30	0,27	12,0	-	-	narzędzia wysokowydajne do cięcia, narzędzia do głębokiego tłoczenia, rolki do profilowania i wywijania kołnierzy

Tabela 5. Przykłady składu chemicznego i zastosowania wybranych stali narzędziowych stopowych do pracy na gorąco [9]

Gr	Gatunek	Średni skład chemiczny %							Zastosowanie
		C	Mn	Si	Cr	Mo	V	inne	
I	WWV	0,30	0,37	0,27	2,75	-	0,4	9,0 W	wysoko obciążone matryce, formy do odlewów ciśnieniowych, ciągnadła na gorąco
	WCL	0,38	0,35	1,00	5,00	1,35	0,4	-	formy do odlewów pod ciśnieniem, wkładki matrycowe
II	WNL	0,55	0,65	0,27	0,65	0,20	-	1,6 Ni	matryce kuźnicze, kowadła, stemple, wkładki matrycowe
	WLK	0,35	0,37	0,45	2,75	2,75	0,5	3,0 Co	stemple do szybkoobrotowych maszyn

4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co to jest stal i czym się charakteryzuje?
2. Jaki znasz podział stali?
3. Jak węgiel, mangan, krzem, fosfor, siarka i miedź wpływają na właściwości stali niestopowych?
4. Co to są stale stopowe i czym się charakteryzują?
5. Jakie znasz rodzaje stali stopowych?
6. Jaki wpływ na stal stopową ma obecność w stali niklu, chromu, manganu, wolframu, molibdenu, miedzi, krzemu?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Opisz właściwości fizyczne, mechaniczne i technologiczne oraz wymień zastosowanie 5 stali stopowych i 5 stali niestopowych (z różnymi dodatkami stopowymi). Wykorzystaj informacje zamieszczone w Polskich Normach (PN), dostępnej literaturze technicznej oraz w internecie. Wyniki swojej pracy zapisz w postaci tabeli, a następnie przedstaw je na forum grupy.

Tabela do ćwiczenia 1. Charakterystyka stali stopowych i niestopowych [opracowanie własne].

Tabela do ćwiczenia 1. Charakterystyka stali stopowych i niestopowych (opracowanie własne).															
Lp.	Nazwa stali	Właściwości fizyczne				Właściwości mechaniczne			Właściwości technologiczne					Zastosowanie	
		gęstość	temperatura topnienia (krzepnięcia)	ciężko właściwe	rozszerzalność cieplna	przewodność elektryczna	wytrzymałość	twardość	udarność	lejność	zgrzewalność	skrawalność	ścieralność		spawalność
1.															
2.															

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) wpisać symbol oraz nazwę opisywanej stali do tabeli pomiarów,
- 3) odczytać z Polskich Norm, dostępnej literatury technicznej (lub z internetu) wartości wielkości opisujących poszczególne właściwości badanego materiału oraz jego zastosowanie,

- 4) zapisać wyniki w tabeli,
- 5) przedstawić zestawienie (tabelę) i scharakteryzować ustnie każdą stal na forum grupy.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- arkusze papieru formatu A3 i A4,
- artykuły piśmiennicze,
- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu i drukarką.

Ćwiczenie 2

Korzystając z Polskich Norm oraz dostępnej literatury wypisz w formie tabeli znaczenie oraz zastosowanie stali stopowych o następujących symbolach.

St0S, St3SX, St3SCuX, St3SY, St3S, St3SCu, St3VX, St3VY, St3V, St3W, St5, MSt5, MSt6, St7, MSt7.

Tabela do ćwiczenia 2. Rozpoznawanie stali stopowych i niestopowych oraz ich zastosowania na podstawie symboli
[opracowanie własne]

Lp.	Symbol stali	Znaczenie	Zastosowanie

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) odszukać w Polskich Normach podane symbole stali,
- 3) rozpisać każdy symbol na składowe (o ile zachodzi taka potrzeba),
- 4) uzupełnić tabelę,
- 5) przedstawić wyniki swojej pracy na forum grupy.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- arkusze papieru formatu A3 i A4,
- przybory do pisania.

Ćwiczenie 3

Sklassyfikuj stale stopowe i niestopowe, będące na wyposażeniu pracowni, grupując je według zastosowania, zgodnie z systemem oznaczania stali z grupy 1 (poradnik dla ucznia str.19). Korzystając z Polskich Norm oraz dostępnej literatury technicznej odzyskaj skład chemiczny stali oraz wartości gęstości, temperatury topnienia, wytrzymałości i twardości. Wyniki zapisz w tabeli, a następnie przeanalizuj dane i wypisz cechy wspólne dla poszczególnych grup. Całość zaprezentuj na forum grupy.

Tabela do ćwiczenia 3. Klasyfikowanie stali stopowej i niestopowej zgodnie z systemem oznaczania stali
[opracowanie własne]

Lp.	Nazwa stali	Symbol	zastosowanie	Skład chemiczny	Gęstość	Temperatura topnienia	Twardość	Wytrzymałość

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) wypisać symbole i nazwy stali stopowych i niestopowych będących na wyposażeniu pracowni,
- 3) pogrupować stale zgodnie z systemem oznaczania stali w grupie 1,
- 4) zapisać wyniki w tabeli,
- 5) odszukać w Polskich Normach i literaturze technicznej skład chemiczny, wartości gęstości, temperatury topnienia, twardości i wytrzymałości i wpisać dane do tabeli,
- 6) przeanalizować dane pod kątem cech wspólnych w grupach i różnicach pomiędzy grupami,
- 7) zapisać spostrzeżenia w zeszycie,
- 8) zaprezentować na forum grupy wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- próbki stali stopowych i niestopowych będących na wyposażeniu pracowni technologicznej,
- arkusze papieru formatu A4,
- zeszyt,
- przybory do pisanja.

Ćwiczenie 4

Korzystając z Polskich Norm oraz dostępnej literatury technicznej (w tym również z internetu) dobierz po 4 elementy ze stali stopowej oraz stali niestopowej, które można by było wykorzystać do budowy dwóch maszyn: dźwigu do pracy w chłodniach przemysłowych i przenośnika świeżo wyprodukowanych wyrobów hutniczych. Uwzględnij znaczenie domieszek stopowych oraz wartości parametrów mechanicznych. Propozycje zapisz w tabeli, a następnie zaprezentuj i przedyskutuj je na forum grupy, uzasadniając swój wybór.

Tabela 1 do ćwiczenia 4. Dobieranie materiałów ze stali stopowej i niestopowej na elementy konstrukcyjne pracujące w obniżonych temperaturach [opracowanie własne]

Lp.	Symbol stali	Skład chemiczny	Zastosowanie	Właściwości			
				fizyczne	chemiczne	mechaniczne	technologiczne

Tabela 2 do ćwiczenia 4. Dobieranie materiałów ze stali stopowej i niestopowej na elementy konstrukcyjne pracujące w podwyższonych temperaturach [opracowanie własne]

Lp.	Symbol stali	Skład chemiczny	Zastosowanie	Właściwości			
				fizyczne	chemiczne	mechaniczne	technologiczne

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) wyszukać w dostępnej literaturze, Polskich Normach, dokumentacjach technicznych,

internecie informacji o stosowanych materiałach stalowych na elementy konstrukcyjne, pracujące w ekstremalnych (niekorzystnych) warunkach zewnętrznych, poddawanych dużym obciążeniom,

- 3) wypisać symbole i nazwy stali stopowych i niestopowych oraz najważniejsze parametry określające właściwości fizyczne, mechaniczne, chemiczne i technologiczne zaproponowanych stali,
- 4) uporządkować dane wpisując je do właściwych tabel,
- 5) odszukać w Polskich Normach i literaturze technicznej skład chemiczny, wartości gęstości, temperatury topnienia, twardości i wytrzymałości i wpisać dane do tabeli,
- 6) zaprezentować na forum grupy wyniki swojej pracy i uzasadnić swój wybór.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- arkusze papieru formatu A4,
- przybory do pisania,
- stanowisko komputerowe z oprogramowaniem, dostępem do internetu i drukarką.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) odszukać w dostępnej literaturze oraz w Polskich Normach właściwości fizyczne, mechaniczne i technologiczne stali stopowych i niestopowych?	..	..
2) określić zastosowanie stali na podstawie jej symbolu?	..	..
3) dobrać stal na elementy konstrukcyjne pracujące w zmiennych warunkach otoczenia?	..	..

4.4. Staliwo, żeliwo, wyroby hutnicze

4.4.1. Materiał nauczania

Staliwa – są to stopy odlewnicze żelaza z węglem (i innymi pierwiastkami) o niskiej jego zawartości do 1,5% w stanie lanym, wytapiane w piecach martenowskich lub elektrycznych, w procesach zasadowych lub kwaśnych. Staliwa są stopami na odlewy części maszyn i urządzeń. Właściwości staliw, podobnie jak stali węglowych, zależą głównie od stężenia węgla. Staliwa nisko i średniowęglowe są dobrze spawalne. Produkcja staliwa ciągle rośnie ze względu na jego korzystne właściwości. Składnikami struktury staliwa są ferryt i perlit.

Obróbka cieplna staliw polega głównie na wyżarzaniu ujednorodniającym lub normalizującym. Odlewy te można również hartować a także obrabiać cieplno – chemicznie.

Znakowanie staliwa:

- znak gatunku staliwa węglowego składa się z litery W – ograniczony skład chemiczny , liczby oznaczającej minimalną granicę plastyczności R_e oraz liczby oznaczającej minimalną wytrzymałość na rozciąganie R_m .
- znak gatunku składa się z litery L oznaczający stan lany stopu , dwucyfrowej liczby wyrażonej w setnych procenta oznaczającej zawartość węgla (0,35% C) oraz symbolów pierwiastków stopowych wg malejącej ich zawartości.

Staliwa niskostopowe (węglowe)

Właściwości: Staliwa niskowęglowe do 0,2% C odznaczają się złą lejnością. Struktura odlewów może zawierać wady np. mikrojamy skurczowe, mikropęknięcia, pęcherze gazowe. Wraz ze zwiększeniem zawartości węgla lejność staliwa polepsza się a struktura pozbawiona jest wad. Wadą staliwa jest silny wpływ grubości ścianki odlewu na właściwości mechaniczne tzn. wraz ze wzrostem grubości odlewu zmniejszają się. Właściwości te można poprawić przez obróbkę cieplną: ujednorodnianie a następnie normalizowanie. Oba zabiegi polepszają ciągliwość odlewu.

Zastosowanie: Staliwa niskowęglowe (0,10÷0,25% C) stosuje się na części przenoszące niewielkie obciążenia, jak korpusy silników elektrycznych, części kolejowe i samochodowe np. zderzaki, stery, kotwice.

Staliwa średniowęglowe (0,2÷0,4% C) na części bardziej obciążone np. koła bose, łańcuchowe, zębate, podstawy maszyn, korpusy pras i młotów. narażonych na ścieranie np. koła zębate napędów walcowniczych.

Staliwa stopowe

Właściwości L35GSM – staliwo konstrukcyjne o podwyższonej odporności na ścieranie.

Węgiel – wzrost jego zawartości zwiększa twardość i wytrzymałość na rozciąganie, a także granicę plastyczności, obniża natomiast wydłużenie, przewężenie i udarność.

Mangan – podwyższa granicę plastyczności , zwiększa twardość.

Krzem – zwiększa twardość staliwa, właściwości plastyczne pozostają bez zmian.

Żeliwa – są to odlewnicze stopy żelaza z węglem (i innymi pierwiastkami) o wysokiej jego zawartości do 2%, wytapiane w żeliwiaku lub piecu elektrycznym. Otrzymuje się je w wyniku wtórnego przetopu surówki, złomu i dodatków. Żeliwo należy do najpowszechniej stosowanych tworzyw na odlewy stosowane w przemyśle maszynowym oraz do wykonania wyrobów powszechnego użytku. Do najważniejszych zalet żeliwa należą:

- niska cena,
- łatwość nadania kształtów (lejność),
- dobra obrabialność,
- duża obrabialność,
- duża zdolność do tłumienia drgań,

- brak naprężeń,
- niewrażliwość na działanie karbu i częste zmiany kształtu,
- duża stałość wymiarów,
- duża odporność na ścieranie.

Najważniejszym składnikiem żeliw jest węgiel – może występować w nich w postaci grafitu, albo cementytu Fe_3C , w zależności od postaci rozróżnia się:

- żeliwa szare – głównie grafit – przełom jest szary,
- żeliwa białe – cementyt – przełom jest jasny,
- żeliwa połowiczne (pstry) – skupienia grafitu i cementytu – przełom jest pstry.

Żeliwo szare zwykłe - stop zawierający powyżej 0,8% C związanego w postaci cementytu, a pozostałą ilość w postaci grafitu płatkowego.

Właściwości: Do najistotniejszych właściwości żeliwa szarego zalicza się zdolność tłumienia drgań, dużą wytrzymałość na ściskanie, małą wrażliwość na działanie karbu i odporność na ścieranie.

Zastosowanie: Znajduje ono zastosowanie ze względu na tłumienie drgań: na łoża obrabiarek, bloki cylindrów, karтеры silników samochodowych, płyty fundamentowe. Ze względu na odporność na ścieranie: pierścienie tłokowe, koła zębate.

Żeliwo ciągliwe białe to żeliwo uplastycznione zabiegiem obróbki cieplnej (grafityzowanie) lub cieplno-chemicznej (odwęglanie) zawierające wolny węgiel w postaci tzw. węgla żarzenia.

Właściwości: Żeliwo ciągliwe białe otrzymywane jest poprzez żarzenie odlewów z żeliwa białego w atmosferze odwęglającej. Odznacza się dobrą spawalnością oraz gorszą skrawalnością niż żeliwo szare.

Zastosowanie: W budowie maszyn i pojazdów na cienkościennie drobne odlewy, nie wymagające większej obróbki skrawaniem. Artykuły gospodarstwa domowego.

Żeliwo szare sferoidalne - węgiel obecny w żeliwie sferoidalnym (PN-92/H-83123) ma kształt kulisty, otrzymuje się przez dodanie przed odlaniem do żeliwa krzepnącego jako szare – magnezu lub ceru dlatego grafit krystalizuje się w kształcie kulistym

Właściwości: Kulisty kształt podwójnie zwiększa wytrzymałość i plastyczność nawet dwudziestokrotnie. Żeliwo sferoidalne odznacza się mniejszą zdolnością tłumienia drgań i wrażliwością na działanie karbu. Jest ono znacznie mniej kruche.

Zastosowanie: Do budowy części samochodowych i traktorów np. na korpusy maszyn i przekładni, wały korbowe, korbowody. Również na silniki Diesla .

System oznaczania żeliwa, Symbole i numery materiału

System oznaczania na podstawie symboli dotyczy:

- żeliwa znormalizowanego (ujętego w normie europejskiej),
- żeliwa nieznormalizowanego (nie ujętego w normie europejskiej ale wytwarzanego i/lub stosowanego w krajach członkowskich Europejskiego Komitetu Normalizacyjnego.

System oznaczania na podstawie numerów dotyczy tylko żeliwa znormalizowanego

Wyroby hutnicze – to asortyment wyrobów stalowych, innych metali i stopów metali dostarczany przez huty i zakłady metalurgiczne.

Metale i stopy przeznaczone do odlewania lub obróbki plastycznej dostarczane są w postaci:

- sztab,
- kęsów,
- śrutu.

Wyroby po obróbce plastycznej dostarczane są w postaci:

- blach,

- taśm,
- prętów,
- drutów,
- profili hutniczych:
 - kątowników,
 - ceowników,
 - teowników,
 - dwuteowników,
 - zetowników,
 - rur,
 - innych niesklasyfikowanych profili np. na maszty łodzi żaglowych itp.

4.4.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co to jest staliwo?
2. Jakie znasz rodzaje staliwa i czym się charakteryzują?
3. Co to jest żeliwo?
4. Jakie znasz zastosowanie żeliwa?
5. Jak oznacza się żeliwa i staliwa?
6. Co to są i jakie znasz wyroby hutnicze?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Odszukaj w polskich normach (PN), dostępnej literaturze technicznej oraz w internecie informacje dotyczące zastosowania oraz wartości wielkości opisujących właściwości fizyczne, mechaniczne i technologiczne dla materiału ze staliwa węglowego, stopowego, żeliwa szarego i białego. Wyniki swojej pracy zapisz w postaci tabeli, a następnie przedstaw je na forum grupy.

Tabela do ćwiczenia 1. Właściwości staliwa i żeliwa [opracowanie własne].

Lp.	Nazwa materiału i jego symbol	Właściwości fizyczne				Właściwości mechaniczne			Właściwości technologiczne					Zastosowanie	
		gęstość	temperatura topnienia (krzepnięcia)	ciepło właściwe	rozszerzalność cieplna	przewodność elektryczna	wytrzymałość	twardość	udarność	lejność	zgrzewalność	skrawalność	ścieralność		spawalność
1.															
2.															

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) wpisać nazwę oraz symbol opisywanego materiału do tabeli pomiarów,
- 3) odczytać z Polskich Norm, dostępnej literatury technicznej (lub z internetu) wartości wielkości opisujących poszczególne właściwości badanego materiału oraz jego zastosowanie,
- 4) zapisać wyniki w tabeli,
- 5) przedstawić zestawienie (tabelę) i scharakteryzować ustnie każdy materiał na forum grupy, zwracając szczególną uwagę na zastosowanie konstrukcyjne materiału.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- arkusze papieru formatu A3 i A4,
- artykuły piśmiennicze,
- stanowisko komputerowe z dostępem do Internetu i drukarką.

Ćwiczenie 2

Korzystając z Polskich Norm oraz poradników dobierz jak najwięcej gatunków żeliw i staliw do zastosowań hydraulicznych, rolniczych i samochodowych (materiały i sprzęt). Wyniki przedstaw w postaci tabeli.

Tabela 1 do ćwiczenia 2. Zastosowanie staliwa i żeliwa w materiałach i sprzęcie hydraulicznym [opracowanie własne]

Materiały i sprzęt hydrauliczny					
Staliwo			Żeliwo		
Lp.	Symbol	Zastosowanie	Lp.	Symbol	Zastosowanie

Tabela 2 do ćwiczenia 2. Zastosowanie staliwa i żeliwa w materiałach i sprzęcie rolniczym [opracowanie własne]

Materiały i sprzęt rolniczy					
Staliwo			Żeliwo		
Lp.	Symbol	Zastosowanie	Lp.	Symbol	Zastosowanie

Tabela 3 do ćwiczenia 2. Zastosowanie staliwa i żeliwa w materiałach i sprzęcie samochodowym [opracowanie własne]

Materiały i sprzęt samochodowy					
Staliwo			Żeliwo		
Lp.	Symbol	Zastosowanie	Lp.	Symbol	Zastosowanie

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) przeanalizować informacje zawarte w poradnikach samochodowych i Polskich normach, dotyczące gatunków żeliw i staliw do zastosowań hydraulicznych, rolniczych i samochodowych,

- 3) zaproponować materiał, podając jego nazwę, symbol i zastosowanie,
- 4) wypełnić tabele,
- 5) przedstawić i uzasadnić swój wybór na forum grupy.

Wyposażenie stanowiska pracy

- literatura,
- poradniki dla hydraulików, rolników, mechaników samochodowych,
- zeszyt,
- przybory do pisanja.

Ćwiczenie 3

Zaproponuj materiał do wykonania wzmocnienia zderzaka samochodu terenowego, który ma być poddany modyfikowaniu określanemu jako tuningowanie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) przeanalizować informacje zawarte w poradnikach samochodowych i Polskich Normach, dotyczące rodzaju materiałów wykorzystywanych do produkcji zderzaków o ulepszonych właściwościach konstrukcyjnych,
- 3) zaproponować materiał, podając jego nazwę, symbol i najważniejsze wartości wielkości mechanicznych,
- 4) przedstawić i uzasadnić swój wybór na forum grupy.

Wyposażenie stanowiska pracy

- literatura,
- poradniki samochodowe,
- zeszyt,
- przybory do pisanja.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) scharakteryzować staliwa?	..	..
2) scharakteryzować żeliwa?	..	..
3) podać zastosowanie staliwa i żeliwa?	..	..
4) dobrać materiał na elementy konstrukcyjne?	..	..

4.5. Metale nieżelazne i ich stopy – znakowanie, właściwości i zastosowanie

4.5.1. Materiał nauczania

Metale nieżelazne i ich stopy. Oznaczanie gatunków metali i stopów

Metale nieżelazne i ich stopy oznacza się za pomocą grupy liter lub liter i cyfr.

- w przypadku metali – oznaczenie zawiera symbol chemiczny metalu i minimalną zawartość metalu oraz informacje uzupełniające,
- w przypadku stopów – oznaczenie zawiera symbol chemiczny metalu podstawowego i symbole chemiczne dodatków stopowych i ich średnią zawartość oraz inne uzupełniające informacje.

Dla metali szlachetnych i ich stopów dopuszcza się inne oznaczenia.

Zasady tworzenia znaku.

Zawartość dodatku stopowego w znaku gatunku podaje się jako średnią procentową jego zawartość zaokrągloną do liczby całkowitej. Dopuszcza się podawanie w znaku gatunku średnich procentowych zawartości dodatków stopowych zaokrąglonych do pierwszego znaku po przecinku.

W znaku gatunku nie podaje się w zasadzie liczbowej zawartości ani składnika podstawowego ani dodatków stopowych, których średnia zawartość wynosi poniżej 1% (chyba że dodatek ten jest ważny dla charakterystyki stopu).

Cechy: umowne skrótowe oznaczenia literowe, literowo-liczbowe lub barwne gatunków metali lub stopów, stosowane głównie do cechowania półwyrobów i wyrobów z metali nieżelaznych i ich stopów. W dokumentacji zewnętrznej (zamówienia, oferty) w przypadku posługiwania się cechą, należy podawać ją łącznie z numerem odpowiedniej normy. Zasady tworzenia cech gatunków metali i stopów określają odpowiednie normy klasyfikacyjne, w których cecha gatunku metalu lub stopu powinna być podana obok znaku gatunku.

W przypadku mosiądzów cecha składa się z symbolu literowego pochodzącego od nazwy stopu (M-mosiądz) i procentowej zawartości miedzi. Jeżeli jest to mosiądz wieloskładnikowy podaje się również (po literze M) symbol literowy dodatku stopowego. W przypadku brązów i siluminów podaje się symbol literowy podstawowego pierwiastka i symbol literowy najważniejszego dodatku stopowego oraz zawartość procentową dodatków stopowych (osobno dla każdego pierwiastka). W przypadku brązów dwuskładnikowych cynowych podaje się jedynie symbol brązu (B) i zawartość procentową cyny. Stopy łożyskowe cyny i ołowiu posiadają symbol literowy „Ł” i zawartość procentową cyny.

Charakterystyka metali nieżelaznych i ich stopów

Miedź (Cu) - różowo-brązowy, miękki metal o bardzo dobrym przewodnictwie cieplnym i elektrycznym. Czysta miedź nie ulega na powietrzu korozji, ale reaguje z zawartym w powietrzu dwutlenkiem węgla pokrywając się charakterystyczną zieloną patyną. Gdy w powietrzu zawarte jest dużo dwutlenku siarki zamiast zielonej patyny obserwuje się czarny nalot siarczku miedzi. Występuje w skorupie ziemskiej w postaci minerałów: chalkopirytu, chalkozynu, malachitu.

Właściwości:

- temperatura topnienia - 1083°C,
- temperatura wrzenia - 2600°C,
- gęstość 8,889 g/cm³,
- wytrzymałość na rozciąganie R_m - 200-250 MPa,
- granica plastyczności R_e - 35 MPa,

- twardość - 45 HB,
- przewodność elektryczna - 59,77 MS/m,
- przewodność cieplna - 411 W/(mK).

Zastosowanie:

Czysta miedź jest wykorzystywana do produkcji przewodów elektrycznych oraz ogólnie w elektronice i elektrotechnice. Ze względu na duże zapotrzebowanie i stosunkowo małe zasoby naturalne, miedź stanowi materiał strategiczny. Miedź jest dodawana do wielu stopów, zarówno do stali jak i do stopów aluminium. Miedź jest również dodawana do srebra i złota poprawiając znacznie ich właściwości mechaniczne.

Stopy miedzi

1. Mosiądz jest to stop miedzi z cynkiem (10-45%), zawierający często dodatki innych metali: ołowiu, glinu, żelaza, manganu. Mosiądz ma kolor żółty, lecz przy mniejszych zawartościach cynku zbliża się do naturalnego koloru miedzi. Stop ten jest odporny na korozję, ciągliwy, łatwy do obróbki plastycznej. Mosiądz otrzymuje się przez stapianie składników, a także przez elektrolityczne nakładanie powłok mosiężnych (mosiądzowanie). Posiada dobre właściwości odlewnicze. Mosiądz dostarczany jest w postaci sztab do odlewania lub prętów, drutów, blach, taśm i rur.

Zastosowanie: mosiądze stosuje się na wyroby armatury, osprzęt odporny na działanie wody morskiej, śruby okrętowe, okucia budowlane, np. klamki. Mosiądze stosuje się także na elementy maszyn w przemyśle maszynowym, samochodowym, elektrotechnicznym, okrętowym, precyzyjnym, chemicznym. Ważnym zastosowaniem mosiądzu jest produkcja instrumentów muzycznych.

2. Brąz jest to stop miedzi z innymi metalami i ewentualnie innymi pierwiastkami, w którym zawartość miedzi zawiera się w granicach 80-90%. Brązy posiadają dobre właściwości wytrzymałościowe, są łatwo obrabialne. Brązy wysokostopowe poddają się także hartowaniu. Posiadają dobre właściwości przeciwcierne, odporne są na wysoką temperaturę i korozję.

Brązy dzieli się na:

- a) brązy do obróbki plastycznej:

- brąz cynowy – zawierający od 1% do 9% cyny. Posiada barwę szarą, której intensywność wzrasta wraz z zawartością cyny. Brązy cynowe używane są na elementy sprężyste, trudno ścieralne, a przy większej zawartości ołowiu na tuleje i panwie łożyskowe;
- brąz aluminiowy – zawierający od 4% do 11% aluminium, a także inne dodatki stopowe, takie jak żelazo (2.0% do 5.5%), mangan (1.5% do 4.5%) oraz nikiel (3.5% do 5.5%). Brązy aluminiowe stosowane są na części do przemysłu chemicznego, elementy pracujące w wodzie morskiej, monety, styki ślizgowe, części łożysk, wały, śruby, sita;
- brąz berylowy – zawierający od 1.6% do 2.1% berylu. Może zawierać także inne dodatki stopowe, takie jak nikiel w połączeniu z kobaltem (0,2% do 0,4%) oraz tytan (0,1% do 0,25%). Brązy berylowe stosowane są na elementy sprężyste, elementy aparatury chemicznej, elementy żaroodporne, np. gniazda zaworów, narzędzia nieiskrzące;
- brąz krzemowy – zawierający 2,7% do 3,5 krzemu i 1,0% do 1,5% manganu. Stosowany jest na siatki, elementy sprężyste, elementy w przemyśle chemicznym, elementy odporne na ścieranie, konstrukcje spawane;
- brąz manganowy – zawierający 11,5% do 13% manganu i 2,5% do 3,5%. Stosowany na oporniki wysokiej jakości.

- b) odlewnicze:

- brąz cynowy – B10 (CuSn10),

- brąz cynowo-fosforowy – B101 (CuSn10P),
- brąz cynowo-cynkowy – B102 (CuSn10Zn2),
- brąz cynowo-ołowiowy – B1010 (CuSn10Pb10) i B520 (CuSn5Pb20),
- brąz cynowo-cynkowo-ołowiowy B555 (CuSn5Zn5Pb5), B663 (CuSn6ZnPb3) i B476 (CuSn4Zn7Pb6),
- brąz aluminiowo-żelazowy – BA93 (CuAl9Fe3),
- brąz aluminiowo-żelazowo-manganowy – BA1032 (CuAl10Fe3Mn2),
- brąz krzemowo-cynkowo-manganowy – BK331 (CuSi3Zn3Mn).

Brązy odlewnicze stosuje się do odlewania medali, części maszyn i innych elementów technicznych oraz do odlewania pomników.

3. Miedzionikiel to srebrzystobiały stop niklu z miedzią, w którym głównym dodatkiem stopowym jest Ni w ilości 2-45% odporny na korozję. Dodatki uzupełniające to aluminium, krzem, mangan i żelazo. Stosowany w obecnie będących w obiegu monetach o nominałach 10, 20, 50 groszy oraz 1, 2 i 5 zł (w dwóch ostatnich obok brąza i miedzi). Miedzionikle występują tylko w stanie przerobionym plastycznie. Zawartość niklu w tych stopach powoduje podwyższenie właściwości wytrzymałościowych tych stopów, zwiększa także odporność na korozję, oporność elektryczną i siłę termoelektryczną.

Spośród miedzionikli można wyróżnić dwie grupy:

- a) odporne na korozję
 - melchior – CuNi30Mn1Fe,
 - kunial – CuNi3Si1Mn,
 - nikielina – CuNi19,
- b) odporowe
 - konstantan – CuNi44Mn1.

Aluminium (Al) jest srebrzystobiałym, lekkim, kowalnym i ciągliwym metalem o bardzo dużym znaczeniu technicznym. W przyrodzie występuje w bardzo wielu minerałach np. boksyt, korund, ortoklaz, kaolinit.

Jego najważniejsze właściwości fizyczne to:

- temperatura topnienia – 660,37°C,
- gęstość – 2,7 g/cm³,
- temperatura wrzenia – 2060°C,
- wytrzymałość na rozciąganie R_m – 70÷120 MPa,
- granica plastyczności R_e – 20÷40 MPa,
- wydłużenie A_{10} – 30÷45 %.

Aluminium może być obrabiane plastycznie na zimno i gorąco, w wyniku czego wzrastają jego właściwości wytrzymałościowe i twardość, a spada plastyczność. Ważną cechą aluminium jest wysoka przewodność elektryczna wynosząca 37,74 MS/m oraz wysokie przewodnictwo cieplne.

Stosunkowo niskie właściwości wytrzymałościowe aluminium można zwiększyć przez wprowadzenie pierwiastków stopowych oraz obróbkę cieplną.

Zastosowanie: czyste aluminium służy do produkcji przedmiotów codziennego użytku, przewodów elektrycznych, aparatury chemicznej, zwierciadeł teleskopowych, folii stosowanej powszechnie do pakowania.

Stopy aluminium

1. Stopy aluminium z krzemem

Siluminy to stopy Al z Si o zawartości Si od 4 - 30%. Dodatek krzemu powoduje dobre właściwości odlewnicze tych stopów, zapewnia dobrą rzadkopląnność i leżność, a także mały skurcz odlewniczy. Stosowane są na wysoko obciążone tłoki silników spalinowych, głowice silników spalinowych oraz silnie obciążone elementy w przemyśle okrętowym

i elektrycznym, które przeznaczone są do pracy w podwyższonej temperaturze i wodzie morskiej.

2. Stopy aluminium z magnezem

Stopy Al - Mg wykazują największą odporność na korozję i najmniejszą gęstość spośród wszystkich stopów aluminium. Stopy te są przeznaczone na odlewy o dużej odporności na korozję, wytwarza się z nich elementy armatury chemicznej, armaturę morską, elementy dekoracyjne, a także elementy narażone na obciążenia udarowe i wysokie naprężenia.

3. Stopy aluminium z miedzią

Stopy Al - Cu - Mg nazywane są duralami miedziowymi. Są one wykorzystywane do produkcji części maszyn, pojazdów mechanicznych, taboru kolejowego, a także w budownictwie. Zastosowania durali miedziowych są ograniczone przez brak odporności na korozję.

4. Stopy aluminium z cynkiem

Wieloskładnikowe stopy aluminium z cynkiem noszą nazwę durali cynkowych. Charakteryzują się one najwyższymi właściwościami wytrzymałościowymi spośród wszystkich stopów aluminium. Znalazły one szerokie zastosowanie w produkcji elementów maszyn, pojazdów mechanicznych i taboru kolejowego.

Cynk (Zn) jest błękitnobiałym, kruchym metalem. Na powietrzu ulega podobnej do aluminium pasywacji. Cynk jest bardzo reaktywny zarówno w środowisku kwaśnym jak i zasadowym, nie reaguje jednak w obojętnym środowisku wodnym. Najważniejszą właściwością cynku jest jego odporność na korozję, którą jest powszechnie wykorzystywana przy tworzeniu powłok zabezpieczających.

Właściwości:

- temperatura topnienia - 419°C ,
- temperatura wrzenia - 906°C ,
- wytrzymałość na rozciąganie ok. 100 - 140 MPa,
- twardość ok. 35 HB,
- wydłużenie A 10 ÷ 55%.
- gęstość - $7,1 \text{ g/cm}^3$.

Najważniejsze zastosowanie technologiczne cynku to pokrywanie nim blach stalowych, w celu uodpornienia na korozję. Cynk jest też składnikiem wielu stopów, zwłaszcza z miedzią (mosiądz, brąz, tombak).

Stopy cynku z aluminium.

Techniczne zastosowanie znalazły stopy Zn o zawartości aluminium 3 ÷ 30%, zwane znalazami. Znale wieloskładnikowe zawierają ponadto do 5% Cu. Zmiany wymiarowe powoduje starzenie stopu w temperaturze pokojowej, przebiegające nawet przez kilka lat. Tym niekorzystnym przemianom przeciwdziała dodatek do ok. 0,1% Mg, polepszający również odporność znali na korozję międzykrystaliczną.

Wieloskładnikowe znale z dodatkiem Cu ulegają starzeniu, które nie powoduje istotnego zwiększenia właściwości wytrzymałościowych, wywołuje zmiany wymiarowe i pogorszenie odporności na korozję. Z tego względu stopy te powinny być starzone w temperaturze ok. 95°C . Stopy o dużą zawartością Al są stosowane jako odlewnicze, głównie na odlewy ciśnieniowe korpusów, obudów i pokryw różnych urządzeń w przemyśle motoryzacyjnym, precyzyjnym i elektro-technicznym. Wykonuje się z nich. np. elementy gaźników, maszyn do pisanie i liczników, a także łożyska ślizgowe oraz tuleje.

Znale o małej zawartości Zn są obrabiane plastycznie na gorąco w $200 \div 300^{\circ}\text{C}$ lub powyżej 300°C w przypadku stopów wieloskładnikowych. Stosuje się je na elementy osprzętu motoryzacyjnego i elektrotechnicznego oraz elementy zamków błyskawicznych. W stanie obrobionym plastycznie właściwości znali są zbliżone do właściwości mosiądzów i dlatego często je zastępują.

Tytan i stopy tytanu

Tytan techniczny znalazł zastosowanie przede wszystkim w przemyśle lotniczym na elementy silników i kadłubów samolotów. Wykorzystywany jest także w przemyśle chemicznym na aparaturę, w przemyśle okrętowym na armaturę, części silników, pompy do wody morskiej. Ze względu na jego nietoksyczność względem organizmu stosowany jest również w stomatologii i chirurgii kostnej.

- Przykład: Stop tytanu. Oznaczenie: Ti6Al4V.
- Skład chemiczny: Aluminium- 5,5 - 6,75%; Wanad 3,5 - 4,5%, inne <1%, reszta aluminium.

Stopy tytanu stosowane są w technice zbrojeniowej, lotniczej, kosmicznej, okrętowej, urządzeniach chemicznych i energetycznych oraz motoryzacji. Odporne na korozję, ale silnie pochłaniające gazy atmosferyczne w wysokich temperaturach, co zmusza do stosowania osłony argonu i helu w procesach wytwarzania i obróbki.

Lekkie bardzo wytrzymałe „najbardziej perspektywiczne stopy dla samolotów przyszłości” aktualne części samolotów T-144, Concorde, Boeing. Stopy Ti – Ni wykazują pamięć kształtu.

Kobalt i stopy kobaltu

Kobalt jest cennym dodatkiem do stopów zwiększającym ich odporność na wysokie temperatury. Kobalt stosuje się na stopy o dużej odporności na korozję, lepsze w produkcji węglików spiekanych oraz jako dodatek stopowy do stali szybko tnących, stopach na magnesy i stopy żarowytrzymałe

Stopy kobaltu

a) żarowytrzymałe

Żarowytrzymałe stopy kobaltu zawierają zazwyczaj kilka z spośród następujących pierwiastków: Fe, Ni, Si, Mn, V, Be, Ta oraz C, B lub N. Stopy żarowytrzymałe zawierają w swoim składzie chrom w ilości 3 - 27% co podwyższa ich odporność na korozję. Wytwarza się z nich elementy maszyn do pracy w podwyższonej temperaturze, tj. łopatki kierujące w dyszach i inne części silników turboodrzutowych. Przykładem stopu żarowytrzymałego jest stop vitalium.

b) odlewnicze

Stopy odlewnicze kobaltu zwane stellitami, zawierają 2 - 4% C, 35 - 55% Co, 25 - 35 % Cr, 10 - 25 % W oraz do 10 % Fe. Stopy te wykorzystuje się do produkcji narzędzi skrawających, ciągaideł i matryc do tłoczenia na gorąco oraz do metalizacji natryskowej elementów maszyn narażonych na ścieranie w wysokiej temperaturze i atmosferze gazów spalinowych.

c) na magnesy trwałe

Stopami na magnesy trwałe są:

- permiwar, który zawiera 25% Co, do 25% Fe, do 45%Ni oraz 7% Mo,
- permedur, który zawiera 50% Co, 50% Fe i niewielkie ilości V,
- hiperco, który zawiera 35% Co, 65% Fe i do 2% Cr.

Stopy te charakteryzują się dużą indukcją nasycenia, średnią przenikalnością magnetyczną i wysokimi właściwościami wytrzymałościowymi.

4.5.2. Pytania sprawdzające

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

1. Czym charakteryzuje się miedź?
2. Jakie znasz rodzaje stopów miedzi?
3. Co wiesz o 3 głównych rodzajach stopów miedzi?

4. Czym charakteryzuje się aluminium?
5. Jakie znasz stopy aluminium i czym one się charakteryzują?
6. Jakie znasz cechy cynku?
7. Jak opiszesz znane Ci stopy cynku?
8. Jakie zastosowanie ma tytan?
9. Co wiesz o stopach tytanu?
10. Kiedy wykorzystuje się kobalt i jego stopy?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Korzystając z Polskich Norm oraz dostępnej literatury wypisz w formie tabeli znaczenie oraz zastosowanie metali nieżelaznych i ich stopów o następujących znakach, cechach.

M70, MM58, MKO80, B10, BO30 AK9, Ł89, CuZn20, Ti6Al4V, CuZn40Pb2, CuSn4Zn7Pb5, AlSi11, CuNi30Mn1Fe, BK331,

Tabela do ćwiczenia 1. Rozpoznawanie metali nieżelaznych i ich stopów oraz ich zastosowań na podstawie symboli [opracowanie własne]

Lp.	Znak, cecha metalu nieżelaznego lub jego stopu	Skład chemiczny	Zastosowanie

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) odszukać w Polskich Normach podane symbole metali,
- 3) rozpisać każdy znak, cechę na składowe,
- 4) uzupełnić tabelę,
- 5) przedstawić wyniki swojej pracy na forum grupy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- arkusze papieru formatu A3 i A4,
- przybory do pisania.

Ćwiczenie 2

Sporządź planszę formatu A0 przedstawiającą metale nieżelazne, ich właściwości i zastosowania w zadaniach zawodowych ślusarza. Możesz wykorzystać projekt tabeli z ćwiczenia 1 z rozdziału 4.1.3 poradnika dla ucznia.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) wybrać najpopularniejsze metale nieżelazne,
- 3) wyszukać wszystkie informacje dotyczące właściwości fizycznych, chemicznych, mechanicznych i technologicznych metali nieżelaznych,

- 4) zapisać wyniki w zeszycie,
- 5) zaprojektować i wykonać zadaną planszę,
- 6) przedstawić na forum grupy wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- arkusze papieru formatu A4,
- arkusze grubego kolorowego papieru formatu A0,
- materiały piśmiennicze,
- klej, nożyczki,
- karton formatu A0.

Ćwiczenie 3

Sporządź planszę formatu A0 przedstawiającą stopy metali nieżelaznych, ich właściwości i zastosowania w zadaniach zawodowych ślusarza. Możesz wykorzystać projekt tabeli z ćwiczenia 1 z rozdziału 4.1.3 poradnika dla ucznia.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) wybrać najpopularniejsze stopy metali nieżelaznych,
- 3) wyszukać wszystkie informacje dotyczące składu chemicznego, właściwości fizycznych, chemicznych, mechanicznych i technologicznych stopów metali nieżelaznych,
- 4) zapisać wyniki w zeszycie,
- 5) zaprojektować i wykonać zadaną planszę,
- 6) przedstawić na forum grupy wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- arkusze papieru formatu A4,
- arkusze grubego kolorowego papieru formatu A0,
- materiały piśmiennicze,
- klej, nożyczki,
- karton formatu A0.

Ćwiczenie 4

Zaproponuj materiał na wykonanie jednolitej okrągłej pieczęci lakowej wiedząc, że po wytoczeniu formy, będzie ona poddana grawerowaniu, a specyfika jej późniejszego użycia będzie wymagała poddawania jej krótkotrwałemu obciążeniu termicznemu ok.200°C.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) przeanalizować stopy metali nieżelaznych pod względem właściwości fizycznych i technologicznych,
- 3) wybrać stop i określić jego zalety i wady,

- 4) zapisać wyniki w zeszycie,
- 5) przedstawić na forum grupy wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- zeszyt,
- przybory do pisanja.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) scharakteryzować stopy metali nieżelaznych?	..	..
2) rozpoznać skład chemiczny stopów metali nieżelaznych na podstawie ich znaku, cechy?	..	..
3) określić najważniejsze obszary zastosowań poszczególnych metali nieżelaznych i ich stopów?	..	..
4) dobrać materiał do wykonania drobnej galanterii metalowej?	..	..

4.6. Materiały z proszków spiekanych i materiały ceramiczne – właściwości i zastosowanie

4.6.1. Materiał nauczania

Proces metalurgii proszków umożliwia uzyskanie różnych kształtów, takich jak: diamentowy, klinowy, prostokątny lub kolisty. Metalurgią proszków nazywamy metodę wytwarzania metali z ich proszków, bez przechodzenia przez stan ciekły. Oddzielne ziarna proszków łączą się ze sobą w jednolitą masę podczas wygrzewania silnie sprasowanych kształtek w atmosferze redukującej lub obojętnej. Proces metalurgii proszków jest ekonomiczną metodą wielkoseryjnej produkcji elementów o niewielkich prostych kształtach, w wyniku której uzyskuje się w pełni zwarte sprasowane komponenty. Technologia ta umożliwia uzyskanie jednorodnej mikrostruktury wolnej od niemetalicznych wtrąceń i defektów. Produkty metalurgii proszków charakteryzują się wyjątkowymi właściwościami mechanicznymi i odpornością na zużycie, dzięki czemu znajdują szerokie zastosowanie w różnych branżach, takich jak m.in. przemysł lotniczy i kosmonautyczny, przemysł drzewny (zęby pil) itp.

Metodę tą najczęściej wykorzystuje się wtedy, gdy metody topnienia i odlewania zawodzą. Z tego powodu metodami metalurgii proszków wytwarzamy:

- metale trudno topliwe jak np. wolfram, molibden, tantal, iryd;
- spieki metali i niemetalu wykazujących znaczne różnice temperatury topnienia jak np. materiały na styki elektryczne z wolframu i srebra, szczotki do maszyn elektrycznych z grafitu i miedzi;
- materiały porowate na łożyska samosmarujące;
- materiały, które w stanie ciekłym są gęstopłynne i trudne do odlewania jak np. materiały na specjalne magnesy trwałe.

Metody metalurgii proszków są kosztowne, jednak dzięki ich zastosowaniu można otrzymywać materiały o ściśle określonym składzie chemicznym i wysokim stopniu czystości. Dzięki tej metodzie można produkować przedmioty bez strat materiałów na wióry, nadlewy, ścinki itp.

Produkcja spieków dzieli się na trzy etapy:

1. wytwarzanie proszków węglików metali trudno topliwych, głównie wolframu i tytanu. Oddzielnie wytwarza się proszek kobaltowy,
2. prasowanie w formach wymieszanych proszków, aby otrzymać odpowiedni kształt płytki ostrza narzędzia,
3. spiekanie w piecu tunelowym w temp. 1400-1600⁰C, przez określony czas, w którym to proszek kobaltu ulegnie prawie stopieniu i połączy pozostałe proszki węglików.

Węglik spiekane metali trudno topliwych

Węglik spiekane są wytwarzane metodą metalurgii proszków, a w ich skład wchodzi:

- węglík wolframu WC (składnik podstawowy),
- węglík tytanu TiC,
- węglík tantalu TaC,
- węglík niobu NbC,
- kobalt (materiał wiążący).

Właściwości węglików – zależą od ich składu chemicznego, tj. od zawartości węglików wolframu, tytanu, tantalu, niobu i materiału wiążącego kobaltu, a także od wielkości ziarna proszków i od metod wytwarzania.

Węglik charakteryzują się:

- dużą twardością (zależnie od składu chemicznego ok.82-92 HRA (90HRC),

- dużą odpornością na ścieranie,
- zachowaniem właściwości skrawnych do temperatury ok. 1000°C,
- wrażliwością na zmiany temperatur podczas skrawania, (np. skrawanie przerywane),
- wrażliwością na obciążenia udarowe, a uderzalność węglików jest 2-3 razy mniejsza niż stali hartowanej,
- tym, że wytrzymałość na zginanie jest mniejsza niż na ściskanie.

Płytki powlekane. W celu podniesienia odporności na zużycie płytek wielostrzowych wprowadzono pokrywanie ich warstwami:

- węglik, tytanu (TiC) – zapewnia dużą odporność na ścieranie, dobrze przyczepia się do podłoża (którym jest materiał rodzący płytki),
- azotku tytanu (TiN) – chroni ostrze przed tworzeniem się na nim narostu oraz zmniejsza współczynnik tarcia między ostrzem a materiałem skrawanym (wiórem). Przyczynia się to do dość znacznego zmniejszenia sił skrawania.
- węglikoazotku tytanu (TiCN) – stosuje się przede wszystkim tam gdzie skrawanie ma charakter przerywany oraz związane jest z dużym obciążeniem ostrza np. przy frezowaniu i gwintowaniu.
- tlenku glinu (Al₂O₃) – nadaje ostrzu dużą odporność na wysoką temperaturę. Płytek powlekanych nie zaleca się stosować do skrawania: aluminium, tytanu, cynku, cyny i niklu oraz ich stopów ze względu na duże powinowactwo węglików i azotków tytanu do tych metali.

Informacje z zakresu BHP dotyczące szlifowania węglików spiekanych

Rodzaje narażenia na szkodliwe działanie

Szlifowanie lub podgrzewanie półfabrykatu lub gotowego produktu na bazie spieku węglkowego prowadzi do wydzielania pyłu lub wyziewów zawierających niebezpieczne składniki, które mogą być szkodliwe dla dróg oddechowych (wdychanie), pokarmowych (połknięcie), lub spowodować obrażenia skóry lub oczu.

Ostra toksyczność

Pyły są toksyczne w razie wdychania. Wdychanie może spowodować podrażnienie lub zapalenie dróg oddechowych. Stwierdzono, że jednoczesne wdychanie kobaltu i węgla wolframu jest znacznie groźniejsze niż wdychanie samego kobaltu. Zetknięcie ze skórą powoduje podrażnienie i wysypkę. U osób, których skóra jest podatna na uczulenia - może wystąpić reakcja alergiczna.

Oznaczenia rodzajów węglików:

- do obróbki skrawaniem (gatunki S, U, H),
- do obróbki plastycznej (G),
- do wierceń górniczych (B, G).

Materiały ceramiczne to nieograniczone związki metali z tlenem, azotem, węglem, borem i innymi pierwiastkami, w których atomy połączone są wiązaniem jonowym i kowalencyjnym.

Ceramika wielkotonażowa obejmuje przede wszystkim materiały budowlane (cement, gips, cegły, płyty), ceramikę sanitarną, ogniotrwałą itp.

Podstawowymi surowcami do wyrobu tej ceramiki są:

1. Gлина – składająca się z bardzo drobnych ziarn uwodnionego krzemianu glinu,
2. Krzemionka – krystaliczna odmiana SiO₂, zwana również kwarcem,
3. Skaleń – glinokrzemian metali alkalicznych stanowiących mieszaninę: skaleń potasowego, skaleń sodowego i skaleń wapniowego.

Ceramika specjalna to zróżnicowana grupa materiałów i produktów. Należą do niej materiały dla elektroniki, narzędzia skrawające i elementy odporne na ścieranie, tworzywa

ogniotrwałe o wysokiej jakości, ceramika stosowana w przemyśle jądrowym, w silnikach cieplnych, ceramika dla celów medycznych.

Przykłady ceramiki specjalnej:

- ferryty – ceramiczne materiały magnetyczne z których najważniejszy to magnetyt, w zależności od charakterystyki znalazły zastosowanie na elementy pamięci w komputerach, rdzenie transformatorów wysokiej częstotliwości, trwałe magnesy,
- sialony – tworzywo konstrukcyjne stosowane na łopatki turbin i elementy silników cieplnych,
- cermetale – złożone z drobnych cząstek krystalicznej ceramiki (np. węglików) rozmieszczonych na osnowie metalowej, np. WC w osnowie Co, przeznaczone na narzędzia skrawające.

Materiały ceramiczne stosowane są między innymi jako tworzywa elektro- i termoizolacyjne, żaroodporne (wysoka temperatura topnienia), odporne na działanie czynników chemicznych.

4.6.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co to jest metalurgia proszków i do czego się ją wykorzystuje?
2. Czym charakteryzują się węgliki spiekane?
3. Jakie znasz zasady BHP dotyczące szlifowania węglików spiekanych?
4. Co to są materiały ceramiczne?
5. Czym charakteryzuje się ceramika specjalna?
6. Jakie znasz przykłady ceramiki specjalnej?

4.6.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Odszukaj i wypisz materiały wykonane z węglików spiekanych, które można wykorzystać jako materiały do prac ślusarskich. Następnie znajdź w dostępnej literaturze technicznej i Polskich Normach dane dotyczące najważniejszych właściwości fizycznych i mechanicznych odszukanych materiałów.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) odszukać w Polskich Normach i poradnikach technicznych informacji do wykonania ćwiczenia,
- 3) zapisać wyniki w zeszycie,
- 4) przedstawić na forum grupy wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- zeszyt,
- przybory do pisanja.

Ćwiczenie 2

Odszukaj i wypisz produkty wykonane z materiałów ceramicznych i ceramiki specjalnej, które można wykorzystać jako materiały do prac ślusarskich. Następnie znajdź w dostępnej literaturze technicznej i Polskich Normach dane dotyczące najważniejszych właściwości fizycznych i mechanicznych odszukanych materiałów.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) odszukać w Polskich Normach i poradnikach technicznych informacji do wykonania ćwiczenia,
- 3) zapisać wyniki w zeszycie,
- 4) przedstawić na forum grupy wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- zeszyt,
- przybory do pisania.

4.6.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) scharakteryzować węgliki spiekane?	..	..
2) scharakteryzować materiały ceramiczne?	..	..

4.7. Tworzywa sztuczne, drewno, szkło, guma, materiały uszczelniające i lakiernicze – rodzaje i zastosowanie

4.7.1. Materiał nauczania

Tworzywa sztuczne znajdują coraz większe zastosowanie w różnych dziedzinach techniki i życia codziennego. Stały się pełnowartościowymi materiałami o nowych, niespotykanych dotychczas właściwościach.

Cechy tworzyw sztucznych:

- łatwość formowania wyrobów o skomplikowanych kształtach w ostatecznej postaci,
- stosunkowo duża, a w wielu przypadkach bardzo duża odporność chemiczna,
- dobre właściwości mechaniczne i często doskonałe właściwości elektryczne,
- mała gęstość i związany z tym najczęściej bardzo korzystny stosunek wytrzymałości mechanicznej do gęstości,
- możliwość łatwego otrzymywania wyrobów o estetycznym wyglądzie,
- możliwość barwienia i uzyskiwania wyrobów przezroczystych.

Zaletą tworzyw sztucznych jest możliwość stosowania ich w różnorodnej postaci. Mogą one być stosowane jako tworzywa konstrukcyjne, materiały powłokowe, spoiwa, kleje i kity, włókna syntetyczne, materiały konstrukcyjne, do wytwarzania części maszyn i urządzeń oraz przedmiotów powszechnego użytku.

Wady, które ograniczają ich stosowanie: w porównaniu z metalami odznaczają się niższą wytrzymałością mechaniczną i mniejszą twardością, płyną pod znacznie mniejszym obciążeniem (zjawisko pełzania) i mają w większości niezbyt zadowalającą odporność cieplną.

Skład tworzyw sztucznych - tworzywa sztuczne są materiałami, w których najistotniejszy składnik stanowią związki wielkocząsteczkowe, syntetyczne lub pochodzenia naturalnego. Oprócz związku wielkocząsteczkowego tworzywo sztuczne zawiera zwykle składniki dodatkowe, które nadają mu korzystne właściwości użytkowe. Składnikami tymi mogą być:

- barwniki,
- pigmenty,
- stabilizatory,
- napelniacze, wypełniacze, obciążniki,
- zmiękczacze, plastyfikatory.

Ze względu na właściwości fizyczne i technologiczne tworzywa sztuczne dzielą się na

- tworzywa termoplastyczne (termoplasty) – plastyczne w podwyższonej temperaturze, twardnieją w temperaturze pokojowej – proces odwracalny,
- duroplasty (żywice utwardzalne) – nieodwracalnie przechodzą w stan utwardzony albo pod wpływem temperatury (tworzywa termoutwardzalne) albo pod wpływem czynników chemicznych (tworzywa chemoutwardzalne), albo pod wpływem obu czynników.

Drewno – to w technicznym ujęciu surowiec otrzymany ze ściętych drzew i ukształtowany przez obróbkę na odpowiednie sortymenty. Drewno jest tworzywem o budowie komórkowej. Ścianki komórek są zbudowane z substancji drzewnej, pory wypełnia zmienna ilość powietrza i wody. Zależnie od gatunku porowatość drewna waha się w granicach od 10% do 90%, co ma istotny wpływ na właściwości fizyczne i mechaniczne drewna.

Drewno jest dobrym materiałem konstrukcyjnym. Cechuje go lekkość, trwałość, sprężystość, znaczna wytrzymałość mechaniczna, mały współczynnik rozszerzalności cieplnej, łatwość obróbki. W suchym drewnie obserwuje się małą przewodność elektryczną, która

wzrasta wraz ze wzrostem wilgotności. Drewno zabezpiecza się przed butwieniem i gniciem stosując nakładanie warstwy smoły, asfaltu lub betonu, zwęglaniem powierzchniowej warstwy lub przez nasycenie środkami przeciwegnilnymi. Z kolei wyroby stolarskie chroni się przed wilgocią i szkodnikami warstwą farb i lakierów.

Drewno handlowe dzielimy na:

- okragłe (okorowane) nieobrobione,
- okragłe obrobione,
- opałowe.

Materiały produkowane z drewna:

- forniry,
- sklejka,
- płyty pilśniowe,
- płyty paździerzowe,
- płyty wiórowo – paździerzowe,
- płyty wiórowo – cementowe (suprema),
- płyty wiórowe zwykłe,
- drewno prasowane,
- wełna drzewna.

Szkła – to materiały nieograniczone, głównie tlenki, których stan fizyczny jest stanem pośrednim pomiędzy stanem ciekłym a stałym. Szkła są materiałami bezpostaciowymi.

Istotnymi zaletami szkła jako materiału konstrukcyjnego są: odporność na działanie czynników atmosferycznych oraz rozcieńczonych kwasów (z wyjątkiem HF) i zasad, odporność na działanie w podwyższonej temperatury, przezroczystość, gładkość i połysk powierzchni, niepalność, łatwość kształtowania w stanie plastycznym, nieprzenikalność dla cieczy i gazów oraz taniość. Wadą szkła jest jego kruchość i wrażliwość na nagłe zmiany temperatury.

Właściwości mechaniczne szkła poddanego obciążeniom szybko wzrastającym są podobne do właściwości ciał stałych.

Podział szkła ze względu na:

- przeznaczenie: budowlane, techniczne, gospodarcze, na opakowania,
- wygląd: przezroczyste, zmatowane - barwione,
- skład chemiczny: krzemowo-sodowe, borowo-krzemowe, boranowe, bezsodowe, cyrkonowe, kryształowe, kwarcowe, ołowiowe.

Inne rodzaje materiałów szklanych:

- szkło piankowe,
- włókna szklane,
- wata szklana,
- szkło krystaliczne.

Kauczuki i gumy (elastomery)

Kauczuki są produktami pochodzenia naturalnego lub syntetycznego. Produktem wyjściowym otrzymywania kauczuku naturalnego jest sok mleczny (latex) z drzew kauczukowych (np. *Hevea brasiliensis*) rosnących w strefie podzwrotnikowej, i a także niektórych roślin występujących w klimacie umiarkowanym. Sok ten jest koloidalną zawiesiną kauczuku w wodzie. Podstawowym składnikiem kauczuku naturalnego jest nienasycony polimer poliizopropylen (poliizopren).

Na czysty kauczuk bardzo intensywnie działają czynniki utleniające, przetwarzając go w twardą lub smolistą masę. W temperaturach poniżej 0°C kauczuk naturalny ma konsystencję stałą, jest twardy i kruchy. W miarę podwyższania temperatury staje się coraz bardziej plastyczny i ok. 120°C zaczyna płynąć. W temperaturze powyżej 200°C ulega

nieodwracalnemu rozkładowi, przekształcając się w lepłą masę, zachowującą cechy smoły nawet po oziębieniu.

Guma

Do wytworzenia gumy są niezbędne dwa procesy – wykonanie mieszanki gumowej, a następnie jej wulkanizacja. W skład mieszanki gumowej - oprócz kauczuku (niekiedy dwóch lub więcej rodzajów) i wulkanizatora - wchodzi jeszcze dodatkowe substancje: zmiękczacze, antyutleniacze, napelniacze, przyspieszacze wulkanizacji, barwniki i środki ochronne oraz porotwórcze. Wytrzymałość dielektryczna gumy zależy w dużym stopniu od jednorodności mieszanki; gumy o dużej zawartości kauczuku i bardziej jednorodne wykazują, większą wytrzymałość dielektryczną.

Gumy stosuje się do produkcji kabli i przewodów oraz do wyrobu przeciwporażeniowego sprzętu ochronnego, a także uszczelki wielu urządzeń elektrycznych. Z ebonitów wykonuje się obudowy izolacyjne, od których nie jest wymagana duża wytrzymałość dielektryczna. Elastomery – pod względem właściwości dielektrycznych, odporności na starzenie, a także właściwości przetwórczych – ustępują zazwyczaj plastyfikowanym termoplastom.

Materiały lakiernicze, oprócz celów dekoracyjnych, służą do ochrony części przed korozją lub działaniem innych czynników zewnętrznych. Do materiałów lakierniczych zalicza się farby, emalie i lakiery.

Farby tworzą powłoki o dużej zdolności krycia, dobrej przyczepności do podłoża, ale o stosunkowo niskiej odporności na uszkodzenia mechaniczne i wpływy warunków atmosferycznych. Wykorzystywane są zarówno do malowania nawierzchniowego, jako warstwy podkładowe (gruntujące) pod nawierzchniowe pokrycia malarskie na elementach drewnianych i metalowych. Mogą zawierać dodatkowe składniki zwiększające ich właściwości antykorozyjne, do stosowania na zardzewiałe podłoża.

Emalie tworzą powłoki o dużej odporności na działanie czynników atmosferycznych, o gładkiej, błyszczącej lub satynowej powierzchni. Stosowane są głównie do wykańczania uprzednio zagruntowanych lub odnawianych wymalowań na drewnie i metalu.

Lakiery tworzą przezroczyste (transparentne) lub półprzezroczyste powłoki o dużej gładkości i twardości przede wszystkim na elementach drewnianych. W handlu dostępne są również wyroby lakiernicze łączące właściwości farby i emalii, dzięki czemu nie trzeba używać do malowania dwóch różnych materiałów malarskich – farby podkładowej i emalii nawierzchniowej.

Podstawowe składniki wyrobów lakierniczych:

- spoiwo – powoduje powstanie na powierzchni malowanego elementu cienkiej powłoki i nadaje jej odpowiednie cechy (gładkość, przyczepność, twardość, odporność na warunki atmosferyczne, elastyczność, porowatość),
- rozcieńczalnik – służy do zmniejszenia lepkości spoiwa co umożliwia nałożenie powłoki a następnie odparowuje podczas wysychania,
- pigmenty – nadają farbie barwę,
- dodatki modyfikujące – przyspieszające wysychanie, zmiękczone utwardzające, stabilizujące.

Materiały uszczelniające

Naczelną funkcją materiałów uszczelniających jest wypełnienie pustych przestrzeni w konstrukcji w celu polepszenia jej właściwości mechanicznych, a często i dekoracyjnych. Materiałami uszczelniającymi mogą być tworzywa sztuczne, kity, smary, materiały celulozowe, kauczukowe, gumowe, korkowe. Często materiały uszczelniające spełniają funkcję izolacyjnych.

4.7.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie cechy charakteryzują tworzywa sztuczne?
2. Jakie znasz zalety i wady tworzyw sztucznych?
3. Co to są termo- i duroplasty?
4. Co to jest szkło i jakie ma zastosowanie techniczne?
5. Co to jest drewno i czym się charakteryzuje?
6. Jakie znasz materiały produkowane z drewna?
7. Czym różnią się kauczuki od gum?
8. Jakie znasz rodzaje i do czego służą materiały lakiernicze?
9. Jakie jest zastosowanie w materiałach konstrukcyjnych mają materiały uszczelniające?

4.7.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Odszukaj i wypisz tworzywa sztuczne, które można wykorzystać jako materiały uszczelniające.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) odszukać w Polskich Normach i poradnikach technicznych informacji do wykonania ćwiczenia,
- 3) zapisać wyniki w zeszycie,
- 4) przedstawić na forum grupy wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- zeszyt,
- przybory do pisanja.

Ćwiczenie 2

Odszukaj i wypisz tworzywa sztuczne, rodzaje drewna i szkła, które można wykorzystać jako materiały do prac ślusarskich.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) odszukać w Polskich Normach i poradnikach technicznych informacji do wykonania ćwiczenia,
- 3) zapisać wyniki w zeszycie,
- 4) przedstawić na forum grupy wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- zeszyt,
- przybory do pisanja.

Ćwiczenie 3

Dobierz materiały lakiernicze, którymi w celach uszczelniająco - ochronnych można pokryć: żeliwo, staliwo, mosiądz, aluminium, drewno, gumę, rurę hydrauliczną nieocynkowaną, szkło.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania z poradnika dla ucznia oraz poszerzyć wiadomości z literatury uzupełniającej,
- 2) odszukać w Polskich Normach i poradnikach technicznych informacji do wykonania ćwiczenia,
- 3) zapisać wyniki w zeszycie,
- 4) przedstawić na forum grupy wyniki swojej pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura, Polskie Normy,
- zeszyt,
- przybory do pisanie.

4.7.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) rozróżnić cechy charakterystyczne tworzyw sztucznych?	..	..
2) rozróżnić cechy charakterystyczne drewna?	..	..
3) rozróżnić cechy charakterystyczne szkła?	..	..
4) rozróżnić cechy charakterystyczne gumy i kauczuku?	..	..
5) rozróżnić cechy charakterystyczne materiałów lakierniczych i uszczelniających?	..	..
6) dobrać materiały z tworzyw sztucznych, szkła i drewna do prac ślusarskich?	..	..
7) dobrać materiały lakiernicze i ochronne jako pomocnicze w pracach ślusarskich?	..	..

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIA

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem pytań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań dotyczących „Rozpoznawania materiałów konstrukcyjnych, narzędziowych i eksploatacyjnych”. Wszystkie zadania są wielokrotnego wyboru i tylko jedna odpowiedź jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej Karcie odpowiedzi: w zadaniach wielokrotnego wyboru zaznacz prawidłową odpowiedź X (w przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową).
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
8. Na rozwiązanie testu masz 40 min.

Powodzenia

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Do materiałów metalowych zaliczamy
 - a) stellity, wyroby z tworzyw węglowych, spieki ceramiczne.
 - b) węgliki spiekane, żeliwa, stopy metali nieżelaznych.
 - c) stopy metali żelaznych, inne materiały niemetalowe, stellity.
 - d) staliwa, szkło, kleje.
2. Do materiałów niemetalowych zaliczamy
 - a) gumę, węgliki spiekane, kity.
 - b) staliwa, kleje, drewno.
 - c) spieki ceramiczne, paliwa, szkło.
 - d) leiznę kamienną, wyroby ceramiczne, stellity.
3. Na zmianę właściwości metali i stopów ma wpływ
 - a) próba technologiczna.
 - b) rentgenowska analiza strukturalna.
 - c) pomiar twardości.
 - d) obróbka cieplna.
4. Metale i ich stopy cechuje
 - a) dobre przewodnictwo cieplne i elektryczne.
 - b) zmniejszanie się wartości oporu elektrycznego wraz ze wzrostem temperatury.
 - c) brak połysku.
 - d) „gumowa” sprężystość.
5. Do odmian alotropowych żelaza należy
 - a) żelazo α i żelazo γ .
 - b) żelazo β i żelazo α .
 - c) żelazo γ i żelazo β .
 - d) żelazo ω i żelazo η .

6. Jeżeli w oznaczeniu stali pojawi się litera L, za którą umieszcza się minimalną granicę plastyczności, to może być ona wykorzystana jako materiał
- na stale maszynowe.
 - na rury przewodowe.
 - pracujący pod ciśnieniem.
 - konstrukcyjny.
7. Symbol N11 oznacza stal niestopową narzędziową, w której jest średnio
- 11% węgla i przeznaczoną do pracy na zimno.
 - 1,1% węgla i przeznaczoną do pracy na zimno.
 - 1,1% węgla i przeznaczoną do pracy na gorąco.
 - 11% węgla i przeznaczoną do pracy na gorąco.
8. W stali stopowej domieszkami podnoszącymi twardość są
- aluminium i siarka.
 - azot i miedź.
 - węgiel i tlen.
 - wanad i kobalt.
9. Do stopów metali nieżelaznych zalicza się
- staliwo i stopy miedzi.
 - stopy aluminium i stopy miedzi.
 - żeliwo i surówkę.
 - stopy cynku i żelazostopy.
10. Symbol Cu99,9 oznacza, że w stopie znajduje się
- dokładnie 0,01% miedzi.
 - dokładnie 99,9% miedzi.
 - powyżej 99,9% miedzi.
 - mniej niż 0,01% miedzi.
11. Mosiądz jest stopem, w skład którego wchodzi najwięcej
- żelaza i miedzi.
 - żelaza i cynku.
 - aluminium i miedzi.
 - miedzi i cynku.
12. Najszybsza metoda dokładnego określenia parametrów mechanicznych materiału metalowego, którego znany jest wyłącznie symbol to
- skorzystanie z informacji, zawartych w Polskich Normach.
 - rozmowa z ekspertem od materiałoznawstwa.
 - zbadanie materiału wszystkimi możliwymi metodami badań materiałów.
 - oddanie materiału do instytutu naukowego.
13. Brąz o symbolu Cu Al10Fe3Mn2 oznacza, że w jego skład wchodzi
- związki Cu Al₃ i Fe₃Mn₂.
 - miedź, aluminium (X), żelaza (III) i mangan (II).
 - około 85% miedzi, 10% aluminium, 3% żelaza, i 2% manganu.
 - nieokreślona ilość miedzi i aluminium, 10% żelaza, 3% manganu (II).

14. Monety będące w obiegu w Polsce wykonane są z
- a) brązu cynowego.
 - b) mosiądzu.
 - c) korundu.
 - d) miedzioniklu.
15. Proces metalurgii proszków jest wykorzystywany
- a) gdy zawodzą metody topnienia i odlewania.
 - b) ponieważ jest najtańszy.
 - c) mimo iż są duże straty w materiale (wióry, nadlewy).
 - d) gdyż jest procesem jednoetapowym, a przez to czasowo oszczędnym.
16. Do ceramiki specjalnej zalicza się
- a) cegły.
 - b) cermetale.
 - c) płyty dachówkowe.
 - d) węgliki spiekane.
17. Zaletą tworzyw sztucznych jest
- a) niska wytrzymałość i twardość.
 - b) duża odporność na działanie bardzo wysokich temperatur.
 - c) duża odporność na korozję.
 - d) niska plastyczność.
18. Na metale stosuje się powłoki ochronne w celu
- a) wyłącznie dekoracyjnym.
 - b) ochrony przed korozją.
 - c) ochrony przed ich roztopieniem się.
 - d) poprawy struktury krystalicznej metali.
19. Cechą wspólną szkła, gumy i drewna są dobre właściwości
- a) izolacyjne.
 - b) przewodzące.
 - c) plastyczne.
 - d) wytrzymałościowe.
20. Do materiałów lakierniczych nie należy
- a) farba.
 - b) emalia.
 - c) lakier.
 - d) smar.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Rozpoznawanie materiałów konstrukcyjnych, narzędziowych i eksploatacyjnych

Zakreśl poprawną odpowiedź.

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

6. LITERATURA

1. Dobrzański L. A.: Metaloznawstwo z podstawami nauki o materiałach. WNT, Warszawa 1996
2. Mały poradnik mechanika, t.1. WNT, Warszawa 1994
3. PN-EN ISO 6506-1:2002. Metale - Pomiar twardości sposobem BRINELLA. Część 1: Metoda badań
4. PN EN ISO 6508-1:2002 Metale - Pomiar twardości sposobem ROCKWELLA. Część 1 Metoda badań (skale A,B,C,D,E,F,G,H,K,N,T)
5. PN EN ISO 6507-1:1999 Metale. Pomiar twardości sposobem VICKERSA. Metoda badań
6. PN-EN 10020:2003 Definicja i klasyfikacja gatunków stali
7. PN-EN 10027-1:2007 Systemy oznaczania stali. Część 1: Znaki stali
8. PN-EN 10027-2:1994 Systemy oznaczania stali. System cyfrowy
9. PN-EN ISO 4957:2004 Stale narzędziowe
10. PN-EN 1560:2001 Odlewnictwo - System oznaczenia żeliwa - Symbole i numery materiału
11. PN-87/H-01705 Metale Nieżelazne. Oznaczanie gatunków metali i stopów
12. <http://www.zslit.tuchola.pl/zasoby/skrawania/materialy.htm>
13. PN-88/H-89500 Węglik spiekane. Gatunki
14. Górecki A., Technologia ogólna, podstawy technologii mechanicznych, WSiP, Warszawa 2003
15. Wojtkun F., Buwała W., Materiałoznawstwo, cz.1 i 2, WSiP, Warszawa 1999