

## **Kierunek Technik BHP Oddział I.**

**Imię i nazwisko prowadzącego Ryszard Morawski**

**Przedmiot TECHNICZNE BEZPIECZEŃSTWO PRACY**

**Lekcja 6.7 PODSTAWY MECHANIKI – materiały konstrukcyjne stosowane w budowie maszyn i urządzeń (materiały do zajęć do wykorzystania tylko w Proedu)**

- 1. Właściwości metali.**
- 2. Obróbka cieplna i cieplno – chemiczna metali.**
- 3. Stal, staliwo, żeliwo.**
- 4. Metale nieżelazne i ich stopy.**
- 5. Inne materiały.**

### **I WŁAŚCIWOŚCI METALI**

1. Materiały stosowane w konstrukcyjne stosowane w budowie maszyn i urządzeń można podzielić na materiały metalowe i niemetalowe.

Dobór rodzaju materiału konstrukcyjnego zależy od wymagań i warunków pracy, w jakich maszyny są użytkowane, a przy doborze tych materiałów uwzględnia się ich specyficzne właściwości.

Właściwości metali można podzielić na:

- Fizyczne.
- Chemiczne.
- Mechaniczne.
- Technologiczne.

2. Przy doborze materiału na elementy maszyn należy uwzględniać następujące właściwości chemiczne:
  - podatność lub odporność na korozję,
  - odporność termiczną.

3. Właściwości mechaniczne stanowią zespół cech określających zdolność materiałów do przeciwstawiania się różnym obciążeniom. Są one podstawą w doborze materiałów na konstrukcje maszyn i urządzeń.

Do właściwości mechanicznych zalicza się przede wszystkim:

- wytrzymałość
- ✓ na rozciąganie,
- ✓ na ściskanie,
- ✓ na ścinanie,
- ✓ na zginanie,
- ✓ na skręcanie,
- ✓ na wyboczenie,
- ✓ na pełzanie,
- twardość,
- udarność,
- sprężystość.

Wytrzymałość jest to granica oporu stawianego siłom zewnętrznym przez siły wewnętrzne metalu.

W badaniach materiału na rozciąganie wyznacza się następujące parametry: wydłużenie względne, wydłużenie równomierne, przewężenie, dolną i górną granicę plastyczności, umowną granicę plastyczności, umowną granicę sprężystości, wytrzymałość na rozciąganie i naprężenie rozrywające.

Twardość określa odporność materiału na odkształcenia trwałe pod wpływem sił skupionych działających na małą powierzchnię tego materiału.

Udarność materiałów, czyli odporność na uderzenia, sprawdza się, łamiąc jednym uderzeniem młota wahadłowego próbkę o określonym kształcie i wymiarach.

Próbie udarności poddaje się elementy narażone podczas eksploatacji na nagłe uderzenia, np. sworznie zawieszania, tłokowe i kulowe.

4. W zależności od sposobu przetwarzania materiału należy uwzględnić jego właściwości technologiczne, do których zalicza się:

- właściwości odlewnicze,
- plastyczność,
- skrawalność,
- ścieralność,
- spawalność,
- Zgrzewalność.

Lejność jest zdolnością do wypełniania form, oraz podatnością metalu na skurcz podczas jego stygnięcia.

Właściwości plastyczne metali ocenia się na podstawie prób: zginania, przeginania taśm i drutów, spęczania oraz tłoczności.

Skrawalność materiału określa jego podatność na obróbkę skrawaniem, a podczas prób ocenia się powierzchnię skrawaną oraz rodzaj wiórow.

Ścieralność charakteryzuje materiał pod względem jego odporności na ścieranie.

Spawalność określa przydatność materiału do spawania.

Próbie zgrzewalności poddaje się połączenia zgrzewane. Miarą zgrzewalności jest wytrzymałość powstałego złącza

## II OBRÓBKA CIEPLNA I CIEPLNO – CHEMICZNA METALI

1. Obróbka cieplna jest to zabieg lub kilka zabiegów cieplnych, pod wpływem których zamienia się w stanie stałym strukturę metali lub stopów.

Obróbka cieplna powoduje polepszenie właściwości mechanicznych i fizyczno-chemicznych materiału.

Do najważniejszych obróbek cieplnych należą: hartowanie, odpuszczanie i wyżarzanie, a w każdej z nich występują trzy zabiegi: nagrzewanie, wygrzewanie i chłodzenie.

Jeżeli zabiegi cieplne są połączone z chemicznym oddziaływaniem środowiska na obrabiany przedmiot, to taką grupę zabiegów określa się obróbką cieplno-chemiczną. Obróbka cieplno-chemiczna stali polega na wzbogacaniu powierzchniowej warstwy przedmiotu w węgiel, azot lub węgiel i azot. Następuje ono w wyniku dyfuzji tych pierwiastków w głąb stali w wysokiej temperaturze.

2. Nagrzewanie jest ciągłym lub stopniowym podwyższaniem temperatury elementu obrabianego cieplnie.

Wygrzewanie polega na wytrzymaniu elementu obrabianego cieplnie w celu wyrównania temperatury w jego całym przekroju.

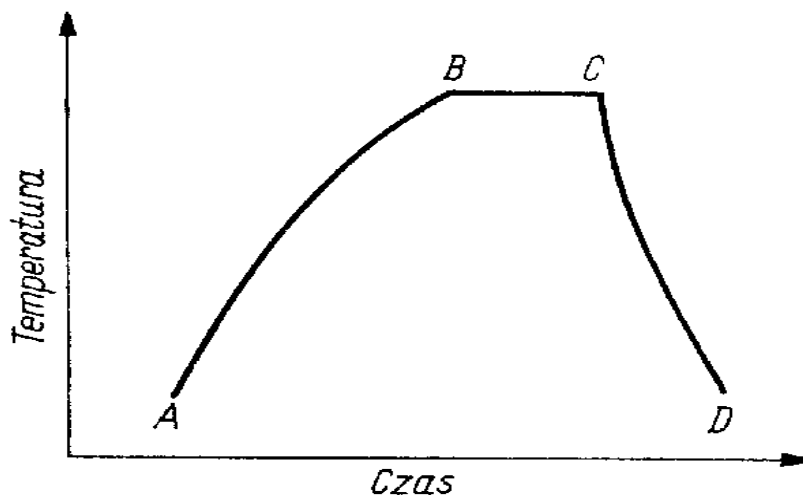
Chłodzenie to ciągle lub stopniowe obniżanie temperatury elementu. Chłodzenie z małą szybkością nazywa się studzeniem, natomiast z szybkością dużą - oziębianiem. Wytrzymywanie w pośredniej lub docelowej temperaturze podczas chłodzenia określa się jako wychładzanie.

W obróbce cieplnej jako ośrodki chłodzące stosuje się wodę oraz roztwory wodne soli i zasad, oleje hartownicze, kąpiele solne (np. saletra sodowa, potasowa) i metalowe (np. ołów), ośrodki sfluidyzowane, ciekły azot, powietrze i inne gazy. Podstawowymi ośrodkami chłodzącymi są woda i oleje.

3. Hartowanie polega na nagraniu stali do odpowiedniej temperatury, zależnej od rodzaju materiału, wygrzaniu jej w celu uzyskania jednakowej temperatury w całej masie materiału i szybkim chłodzeniu.

W wyniku hartowania uzyskuje się stal o zwiększonej twardości i wytrzymałości, ale o większej kruchości oraz zmniejszonej ciągliwości.

Tej obróbce są poddawane elementy robocze pracujące w warunkach dużego tarcia, np. elementy narzędzi i maszyn pracujących w glebie, zewnętrzne powierzchnie czopów osi i wałów osadzonych w łożyskach ślizgowych.



*Operacja : ABCD – hartowanie*  
*Zabiegi : AB – nagrzewanie*  
*BC – wygrzewanie*  
*CD – chłodzenie*

4. Odpuszczanie polega na nagraniu uprzednio zahartowanego przedmiotu poniżej temperatury hartowania, wygrzaniu w tej temperaturze, a następnie chłodzeniu do temperatury otoczenia. Odpuszczanie umożliwia usunięcie naprężeń wewnętrznych powstałych w przedmiotach podczas hartowania i polepsza ich właściwości plastyczne.
5. Wyżarzanie jest operacją obróbki cieplnej polegającą na nagraniu stali do określonej temperatury, wygrzaniu w tej temperaturze i powolnym chłodzeniu w celu otrzymania struktury bardziej zbliżonej do stanu równowagi. Najczęściej materiał studzi się łącznie z piecem.

W efekcie wyżarzania ujednocila się strukturę stali i zmniejsza się naprężenia wywołane obróbką plastyczną części maszyn (kucie, walcowanie, tłoczenie, ciągnięcie), podczas której dochodzi do zgniotu materiału i zmian w jego strukturze (również podczas spawania i obróbki skrawaniem). Te odkształcenia wpływają na pogorszenie właściwości materiału (np. utratę plastyczności).

6. Zwiększenie twardości i odporności na ścieranie warstwy wierzchniej stali uzyskuje się po przeprowadzeniu obróbki cieplno – chemicznej.  
Najważniejsze obróbki cieplno-chemiczne to:
  - nawęglanie,
  - azotowanie
  - cyjanowanie
7. Nawęglanie polega na wzbogaceniu warstw powierzchniowych przedmiotów, wykonanych ze stali niestopowych o niskiej zawartości węgla (około 0,2%), w węgiel przez wygrzanie w ośrodkach nawęglających w temperaturze 930-1050°C.  
Po nawęglaniu stosuje się hartowanie i otrzymuje się wówczas twardą i odporną na ścieranie warstwę powierzchniową przy zachowaniu ciągliwego rdzenia.  
Nawęglanie z hartowaniem powierzchniowym jest stosowane w technologiach wytwarzania kół zębatych, wałków zębatych i z wielowypustami, wałków rozrzędu, sworzni tłokowych i kulistych, pierścieni i wałków łożysk tocznych o dużych wymiarach, tj. wyrobów, które muszą mieć twardą powierzchnię i miękkie rdzeń.
8. Azotowanie polega na nasyceniu warstwy wierzchniej przedmiotu azotem.  
Przedmioty azotowane umieszcza się w szczelnie zamkniętej komorze pieca, do której doprowadza się suchy amoniak (NH<sub>3</sub>), rozkładający się pod wpływem wysokiej temperatury (500-850°C) na azot i wodór.  
Obróbka ta ma na celu otrzymania bardzo twardej warstwy powierzchniowej oraz polepszenie właściwości antykorozyjnych i wytrzymałościowych, szczególnie wytrzymałości zmęczeniowej.  
Azotowanie jest stosowane do elementów ze stali niestopowych i stopowych, konstrukcyjnych i narzędziowych, narażonych podczas pracy na zużycie ścierne, elementów narażonych na korozję w środowisku wodnym lub wilgotnej atmosfery, a także narzędzi skrawających.
9. Cyjanowanie (węgloazotowanie) polega na nasyceniu powierzchni przedmiotów stalowych jednocześnie węglem i azotem w temperaturze 500 ÷ 950°C.  
Po zahartowaniu i odpuszczeniu uzyskuje się twardą i odporną na ścieranie warstwę powierzchniową.

### III STAL, STALIWO, ŻELIWO

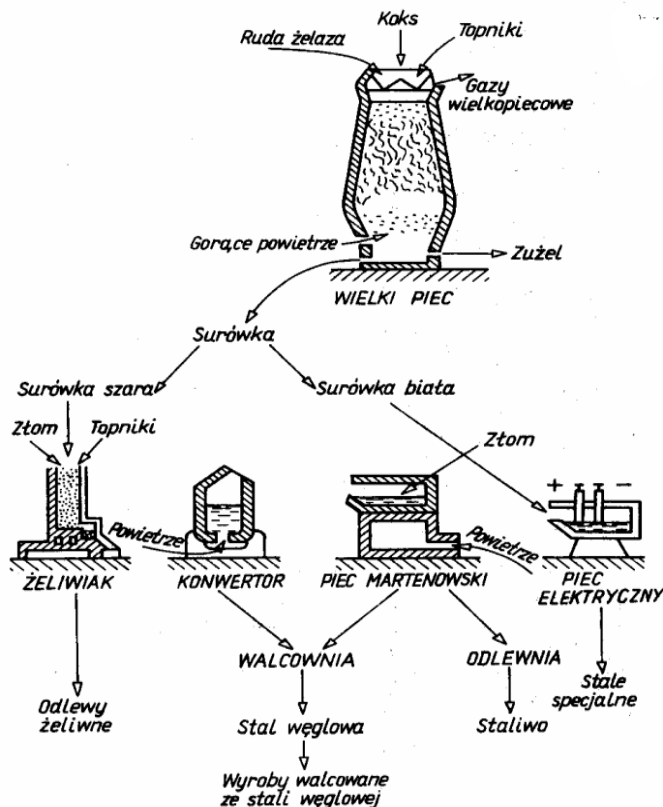
1. Stal staliwo i żeliwo - najszersze zastosowanie do wyrobu maszyn i urządzeń  
Stal jest stopem żelaza z węglem (0,08-2,11% C, praktycznie do 1,7%) i innymi pierwiastkami, który jest plastycznie obrobiony (kuciem lub walcowaniem).

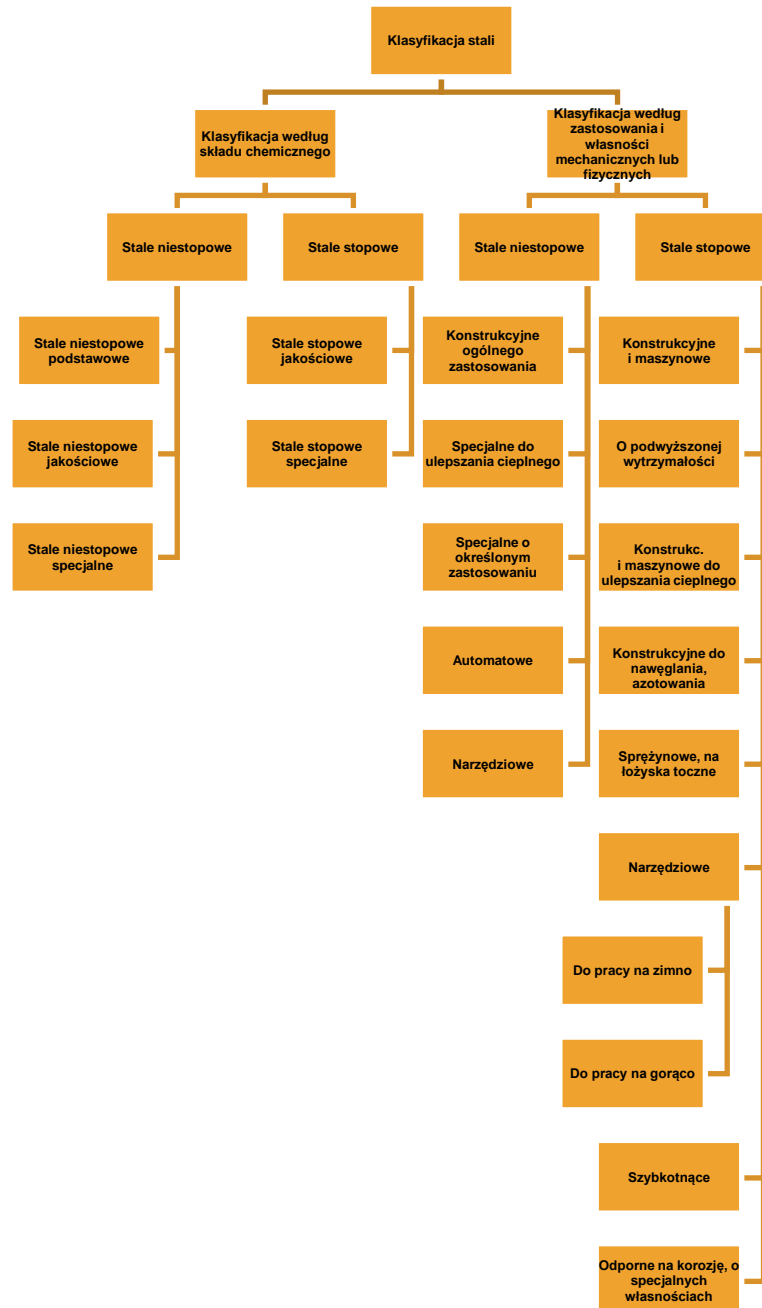
Stop o tym samym składzie, ale bez obróbki plastycznej, jest staliwem (materiał odlewniczy).

Pierwiastki, takie jak: tlen, azot, siarka oraz wtrącenia niemetaliczne, zwłaszcza tlenków siarki, fosforu, są zanieczyszczeniami.

Żeliwo – stop odlewniczy żelaza z węglem, krzemem, manganem, fosforem, siarką i innymi składnikami zawierającymi od 2 do 3,6% węgla. Żeliwo charakteryzuje się niewielkim - 1,0 do 2,0% skurczem odlewniczym, łatwością wypełniania form, a po zastygnięciu obrabialnością. Dzięki wysokiej zawartości węgla posiada wysoką odporność na korozję.

2. Otrzymywanie surówki, żeliwa i stali





### 3. Stale stopowe i niestopowe

Stalami niestopowymi są te gatunki stali, w których stężenie pierwiastków, określone według analizy wytopowej, jest mniejsze od wartości granicznych podanych w normie.

Zawartość manganu, krzemu, niklu, chromu, kobaltu, aluminium, molibdenu i innych pierwiastków wynika z procesów metalurgicznych i rodzaju użytego do wsadu złomu.

Stal stopowa jest to gatunek stali, w której oprócz określonej ilości węgla zawarte są domieszki jednego lub kilku składników, celowo dodane w trakcie jej wytwarzania po to, aby uzyskać określone właściwości stali.

Do pożądanych składniki stopowych zalicza się: aluminium, chrom, krzem, kobalt, mangan, molibden, nikiel, wanad i wolfram, które poprawiają jakość stali i wpływają na jej właściwości fizyczne, chemiczne i mechaniczne.

#### 4. Oznaczanie stali.

W celu jednoznacznego rozróżnienia gatunków stali wprowadzono systemy oznaczania stali. Norma PN-EN 10027-12:2016 podaje zasady oznaczania stali za pomocą symboli literowych oraz symboli cyfrowych, które są łatwiejsze do tworzenia komputerowych bazy danych.

#### 5. Staliwo

Staliwo jako materiał konstrukcyjny odlewniczy wykazuje wiele zalet, gdyż w porównaniu z żeliwem ma lepsze właściwości wytrzymałościowe i plastyczne, a także dobrą spawalność (zwłaszcza staliwo niskostopowe i niskowęglowe). Ma jednak gorsze właściwości odlewnicze ze względu na skurcz dochodzący do 2% i wysoką temperaturę topnienia dochodzącą do 1600°C.

Przy oznakowaniu gatunku staliwa stosuje się literę G, oznaczającą materiał odlewany, przed pozostałym ciągiem znaków, których tworzenie jest podobne jak dla stali.

Staliwa są stosowane na elementy maszyn o bardziej skomplikowanych kształtach, które trudno uzyskać ze stali, poddając ją obróbce plastycznej czy skrawaniu.

Typowym przykładem jest zastosowanie staliwa na korpusy młotów kuziennych, korpusy pomp i armatury wysokociśnieniowej, koła suwnic, części łamaczy i kruszarek

#### 6. Żeliwo

W zależności od postaci węgla zawartego w żeliwie rozróżnia się: żeliwo szare (węgiel w postaci grafitu płatkowego), żeliwo sferoidalne (węgiel w postaci grafitu kulkowego), żeliwo białe (węgiel związany w cementycie), żeliwo ciągliwe (w postaci węgla żarzenia).

Największe zastosowanie przemysłowe, jako materiał odlewniczy, mają żeliwa szare. Ze względu na postać grafitu żeliwa szare odznaczają się małą wytrzymałością na rozciąganie i zginanie, przy dość dobrej wytrzymałości na ściskanie i bardzo dobrym tłumieniu drgań.

Żeliwa szare są powszechnie stosowanym materiałem konstrukcyjnym w przemyśle maszynowym, samochodowym, maszyn rolniczych, do wyrobu korpusów maszyn, płyt fundamentowych, pierścieni tłokowych, bębnow hamulcowych, tulei cylindrów itp. Żeliwo sferoidalne jest szczególną odmianą żeliwa szarego, które otrzymuje się w wyniku modyfikacji, polegającej na wprowadzeniu do metalu - bezpośrednio przed jego odlewaniem - niewielkiego dodatku magnezu (w stopie z niklem lub miedzią). Żeliwo to ma lepsze właściwości mechaniczne i z powodzeniem może zastępować stal lub staliwo, a koszt jego wytwarzania jest mniejszy. Wytwarza się z niego wałki rozrządowe, pierścienie tłokowe, korpusy obrabiarek, wrzeciona, palce przyrządów tnących itp.

Żeliwo białe jest twarde, odporne na ścieranie i bardzo trudno obrabialne skrawaniem i dlatego jako materiał konstrukcyjny prawie nie ma bezpośredniego zastosowania technicznego.

Żeliwo ciągliwe otrzymuje się przez odpowiednie żarzenie żeliwa białego. Jest to takie żeliwo białe, które po wyżarzeniu stało się plastyczne na skutek zmian strukturalnych. W zależności od sposobu przeprowadzania tej obróbki otrzymuje się żeliwa ciągliwe: białe, szare i perlityczne. Żeliwo ciągliwe odznacza się dobrymi właściwościami mechanicznymi i dlatego jest powszechnie stosowane w przemyśle samochodowym, produkcji maszyn i urządzeń itp.

#### IV METALE NIEŻELAZNE I ICH STOPY

1. Do najważniejszych metali nieżelaznych zalicza się:

- miedź,
- aluminium,
- cynk,
- cynę,
- nikiel,
- ołów oraz niektóre stopy tych metali.

2. Miedź charakteryzuje się bardzo dobrą przewodnością elektryczną i cieplną, urabialnością, odpornością na wpływy atmosferyczne i łatwością tworzenia stopów z innymi metalami.

Z miedzi wykonuje się przewody elektryczne, wymienniki ciepła oraz elementy uszczelniające i podkładki.

Ma również szerokie zastosowanie w galwanicznym pokrywaniu przedmiotów z innych metali, tworząc powłokę ochronną lub zmniejszającą opór elektryczny.

3. Mosiądze i brązy są najczęściej stosowanymi w budowie maszyn stopami miedzi. Mosiądze są stopami miedzi, w którym głównym składnikiem stopowym jest cynk w ilości powyżej 2%, ale nie więcej niż 45%, gdyż większa jego zawartość powoduje znaczną kruchość stopu.

Z mosiądzów dwuskładnikowych (miedź i cynk) wykonuje się rurki włoskowate i chłodnice, membrany manometrów, części tłoczne i kute, a z mosiądzów wieloskładnikowych -armaturę, osprzęt, łożyska i elementy maszyn.

Brązy są stopami miedzi, w których głównym składnikiem stopowym (ponad 2%) jest cyna, ponadto aluminium, krzem, beryl, ołów i inne, z wyjątkiem cynku i niklu.

Ogólnie brązy są twarde i odporne na ścieranie, a brązy aluminiowe na działanie środków chemicznych. Brązy znalazły zastosowanie do produkcji panewek łożysk ślizgowych i zaworów pomp.

4. Aluminium ma dużą przewodność elektryczną, ale mniejszą niż miedź, dobrą przewodność cieplną i dość dobrą odporność na korozję atmosferyczną.

5. Cynk jest stosowany na powłoki ochronne, płyty poligraficzne oraz do produkcji ogniw i baterii elektrycznych.

Duże zastosowanie znajduje w produkcji stopów (mosiądz, żaluzja).

Stopy cynku dzielą się na odlewnicze i do przeróbki plastycznej, a są stosowane w przemyśle maszynowym (panewki łożysk, pokrywy, korpusy, części maszyn chłodniczych), samochodowym (gaźniki, dźwignie, klamki) i elektrotechnicznym (obudowy aparatów pomiarowych).

Znale w stanie obrobionym mają zbliżone właściwości do mosiądzów i często je zastępują.

6. Cyna jest miękka, bardzo plastyczna i odporna na działanie czynników atmosferycznych. Przez galwaniczne nanoszenie powłok cynowaniu poddaje się blachy stalowe, a także przewody elektryczne w izolacji gumowej.



7. Ołów charakteryzuje się bardzo dobrą plastycznością, dobrą opornością na korozję w środowisku kwasu siarkowego, rozcieńczonego kwasu solnego oraz rozcieńczonych alkaliów. Bardzo cenną właściwością jest jego ochronne działanie przed promieniami X i  $\gamma$ , dlatego jest stosowany na płyty oraz osłony i fartuchy przeciwradiacyjne.

Do najpowszechniej stosowanych stopów cyny i ołowiu należą stopy łożyskowe, stosowane do wylewania panewek łożysk ślizgowych w samochodach i ciągnikach.

## V INNE MATERIAŁY

1. Inne materiały niemetalowe stosowane w produkcji maszyn i urządzeń oraz przy budowie infrastruktury technicznej; m.in.:

- drewno,
- guma,
- skóra,
- tworzywa sztuczne,
- materiały uszczelniające,
- materiały ochronne.

2. Drewno jest surowcem otrzymywanym ze ściętych drzew (liściastych i iglastych) i formowanym w różnego rodzaju sortymenty.

Sortyment drewna jest to materiał drzewny stanowiący przedmiot obrotu towarowego, ujednolicony pod względem gatunku, kształtu i wymiarów lub pod względem gatunku, kształtu i przeznaczenia.

3. Drewno może być stosowane w postaci litej, ale w celu osiągnięcia lepszych, wyrównanych właściwości wytrzymałościowych wykorzystuje się je w postaci przetworzonej w formie różnych płyt lub jako drewno klejone, które jest stosowane m.in. na konstrukcje dachowe (wiązary). Każda konstrukcja drewniana powinna być zabezpieczona przed działaniem czynników atmosferycznych i niszcącym działaniem grzybów pasożytniczych.

4. Wyroby gumowe.

Charakterystyczne właściwości gumy, takie jak: szeroki zakres wytrzymałości na rozciąganie, odporność na ścieranie i odkształcenia trwałe oraz właściwości amortyzacyjne są wykorzystywane w produkcji różnych wyrobów (dętki, bieżniki opon, uszczelnienia połączeń ruchomych, zderzaki, elementy podatne - amortyzatory).

5. Skóra.

Skóry techniczne produkowane ze skór bydlęcych i cielęcych są przeznaczone na pasy pędne, uszczelki, wałki dociskowe i hamulce.

6. Kity.

Kity są plastycznymi materiałami o konsystencji past, lepkiemi, ciągliwymi, twardejącymi na powietrzu, używanymi do wypełnienia nierówności porów powierzchni lub do łączenia różnych materiałów (np. drewna, metali, szkła, kamieni, porcelany, kamionki, betonu).

W zależności od przeznaczenia można rozróżnić: kit szklarski, w skład którego wchodzi kreda pławiona i pokost lniany, stosowany do uszczelniania

szyb okiennych, kit do drewna, sporządzony z kredy, liptonu i roztworu kazeiny, kit do uszczelniania rurociągów wodnych i gazowych, zawierający minię ołowianą i pokost.

7. Szpachlówkę olejno-żywiczną stosuje się do wypełniania nierówności zagruntowanego podłoża metalowego, drewnianego, drewnopochodnego oraz tynków.

#### 8. Materiały uszczelniające

Materiały uszczelniające (szczeliwa) są produkowane w postaci włókien, przędzy, tkanin, sznurów, taśm, płyt i służą do wyrobu uszczelnień części silników, kotłów, przewodów, łożysk, armatury, połączeń rurowych itp. Szczeliwem mogą być: guma, bawełna, konopie, celuloza, skóra, filc techniczny lub korki prasowane.

#### 9. Kleje.

Kleje są to substancje organiczne lub nieorganiczne, które wprowadzone między dwie powierzchnie wykazują zdolność trwałego ich połączenia w wyniku działania sił przyczepności (adhezji) między powierzchnią klejoną a warstwą klejową oraz wewnętrznych sił spójności (kohezji) w warstwie klejowej.

W zależności od konsystencji w stanie gotowym do użytku kleje dzieli się na stałe, plastyczne i ciekłe. Wśród klejów naturalnych rozróżnia się nieorganiczne i organiczne, które tworzą roztwory koloidalne o charakterze zolu. Kleje naturalne mogą być pochodzenia i roślinne. Kleje syntetyczne dzielą się na termoplastyczne i termoutwardzalne.

Do klejów termoplastycznych należą estry i estry poliwinylowe, polistyren, związki poliakrylowe i polimetakrylowe, które w fazie stopienia po ogrzaniu do temperatury topnienia są stosowane do klejenia szkła, porcelany, metali, wyrobów z tworzyw sztucznych, materiałów tekstylnych itp.

Do klejów termo- i chemoutwardzalnych należą: fenolowe, aminowe, polistyrenowe, epoksydowe, poliuretanowe, silikonowe, karbinolowe. Kleje te odznaczają się dużą wytrzymałością mechaniczną i odpornością na wodę

#### 10. Wyroby lakierowe.

Wyroby lakierowe są to materiały wykończeniowe do wytwarzania warstw powierzchniowych, mających na celu ochronę elementów konstrukcyjnych przed niszczącym działaniem czynników zewnętrznych oraz nadające im efekty dekoracyjne. Podstawowymi wyrobami lakierowymi są farby, emalie i lakiery.

#### 11. Tworzywa sztuczne.

Polimery są to związki wielocząsteczkowe, zawierające w swojej budowie powtarzające się elementy składowe, zwane merami. Tworzywa sztuczne są to materiały wytwarzane z polimerów przez połączenie ich z określonymi dodatkami, takimi jak napełniacze, pigmenty, barwniki, zmiękczacze, stabilizatory, antystatyki i środki zmniejszające palność.

Ze względu na właściwości fizyczne i technologiczne tworzywa sztuczne (plastomery) dzieli się na tworzywa termoplastyczne (termoplasty) i duroplasty.

Do najważniejszych tworzyw termoplastycznych zalicza się polistyren (PS), poliamidy, polimetakrylan metylu (PMMP), polichlorek winylu (PVC), polietylen (PE), polioctan winylu (PVA) i policzterofluoroetylen.

Tworzywa sztuczne mają bardzo długi okres biodegradacji i nieekologiczne jest składowanie ich na wysypiskach odpadów.

Celowe staje się ich ponowne wykorzystanie, co nazywa się recyklingiem.

*Źródła niniejszych materiałów*

- *internet*

- *poradniki, obudowy dydaktyczne wykonane w ramach projektów współfinansowanych przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego*

**Test wielokrotnego wyboru- na zakończenie jednostki metodycznej: PODSTAWY MECHANIKI**