



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Dariusz Dural ski

**Dobieranie materiałów stosowanych w układach
konstrukcyjnych pojazdów samochodowych
724[02].O1.03**

Poradnik dla ucznia

Wydawca
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007

Recenzenci:

mgr inż. Marek Zasada
mgr Stanisława Kołtun

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Dariusz Duralski

Konsultacja:

mgr inż. Jolanta Skoczylas

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 724[02].O1.03 „Dobieranie materiałów stosowanych w układach konstrukcyjnych pojazdów samochodowych” w modułowym programie nauczania dla zawodu elektromechanik pojazdów samochodowych.

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. Rodzaje materiałów stosowanych w pojazdach samochodowych	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	12
4.1.3. Ćwiczenia	12
4.1.4. Sprawdzian postępów	15
4.2. Właściwości metali i stopów	16
4.2.1. Materiał nauczania	16
4.2.2. Pytania sprawdzające	20
4.2.3. Ćwiczenia	20
4.2.4. Sprawdzian postępów	21
4.3. Stopy żelaza z węglem	22
4.3.1. Materiał nauczania	22
4.3.2. Pytania sprawdzające	27
4.3.3. Ćwiczenia	28
4.3.4. Sprawdzian postępów	29
4.4. Metale nieżelazne i ich stopy	30
4.4.1. Materiał nauczania	30
4.4.2. Pytania sprawdzające	31
4.4.3. Ćwiczenia	32
4.4.4. Sprawdzian postępów	31
4.5. Tworzywa sztuczne	33
4.5.1. Materiał nauczania	33
4.5.2. Pytania sprawdzające	37
4.5.3. Ćwiczenia	37
4.5.4. Sprawdzian postępów	38
4.6. Materiały uszczelniające	39
4.6.1. Materiał nauczania	39
4.6.2. Pytania sprawdzające	40
4.6.3. Ćwiczenia	40
4.6.4. Sprawdzian postępów	41
4.7. Podstawowe rodzaje obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej	42
4.7.1. Materiał nauczania	42
4.7.2. Pytania sprawdzające	48
4.7.3. Ćwiczenia	49
4.7.4. Sprawdzian postępów	49
4.8. Zasady doboru materiałów	50
4.8.1. Materiał nauczania	50
4.8.2. Pytania sprawdzające	52
4.8.3. Ćwiczenia	52
4.8.4. Sprawdzian postępów	52
5. Sprawdzian osiągnięć	53
6. Literatura	57

1. WPROWADZENIE

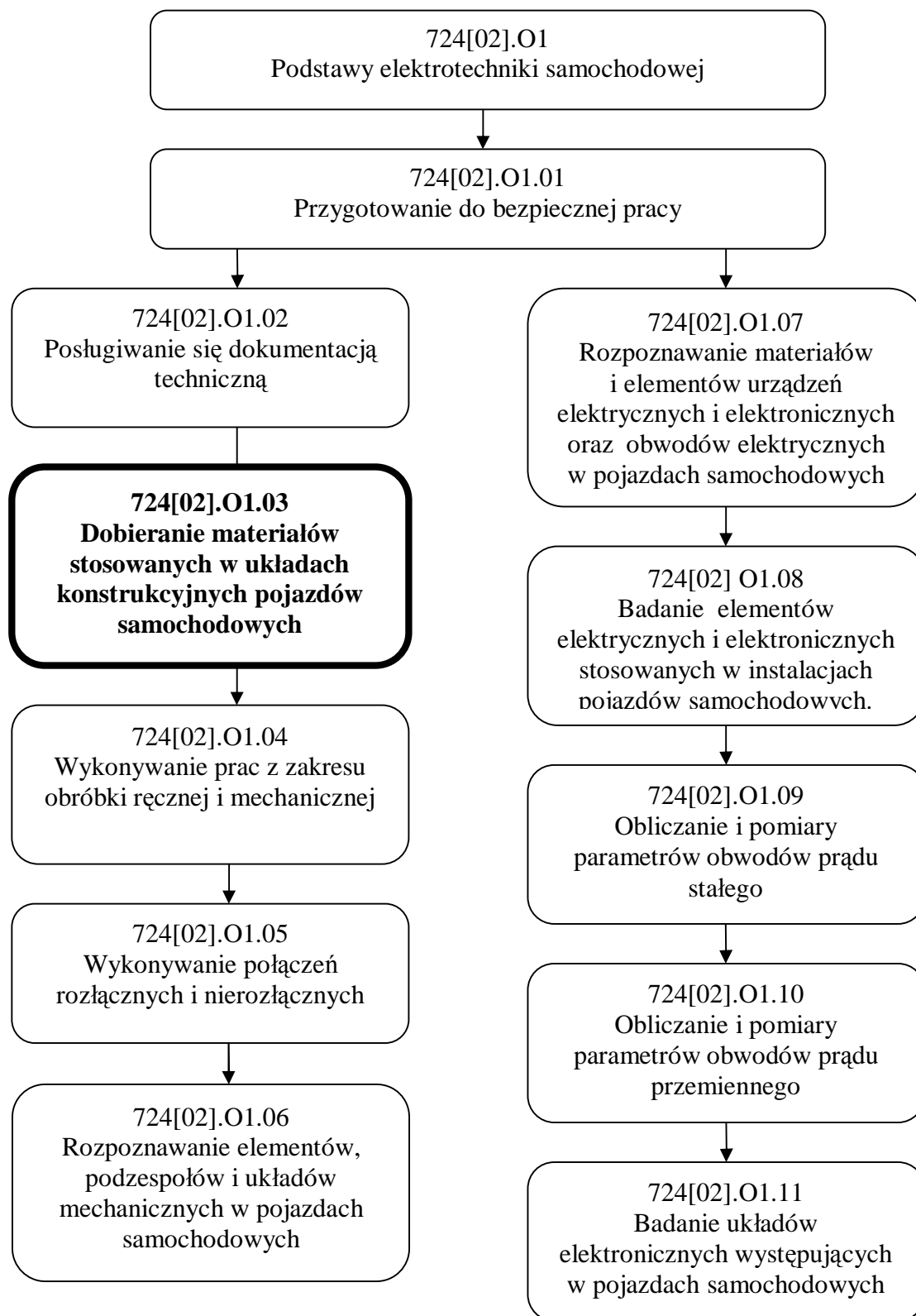
Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy z zakresu dobierania materiałów stosowanych w układach konstrukcyjnych pojazdów samochodowych.

W poradniku zamieszczono:

1. Wymagania wstępne, czyli wykaz niezbędnych umiejętności i wiedzy, które powinieneś mieć opanowane, aby przystąpić do realizacji tej jednostki modułowej.
2. Cele kształcenia tej jednostki modułowej.
3. Materiał nauczania (rozdział 4), który umożliwi samodzielne przygotowanie się do wykonania ćwiczeń i zaliczenia sprawdzianów. Obejmuje on również ćwiczenia, które zawierają wykaz materiałów, narzędzi i sprzętu potrzebnych do realizacji ćwiczeń. Przed ćwiczeniami zamieszczono pytania sprawdzające wiedzę potrzebną do ich wykonania. Po ćwiczeniach zamieszczony został sprawdzian postępów. Wykonując sprawdzian postępów, powinieneś odpowiadać na pytania „tak” lub „nie”, co jednoznacznie oznacza, że opanowałeś materiał lub nie opanowałeś go.
4. Sprawdzian osiągnięć, w którym zamieszczono instrukcję dla ucznia oraz zestaw zadań testowych sprawdzających opanowanie wiedzy i umiejętności z zakresu całej jednostki. Zamieszczona została także karta odpowiedzi.
5. Wykaz literatury obejmujący zakres wiadomości, dotyczących tej jednostki modułowej, która umożliwi Ci pogłębienie nabytych umiejętności.

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

Jednostka modułowa: „Dobieranie materiałów stosowanych w układach konstrukcyjnych pojazdów samochodowych ”zawarta jest w module 724[02].O1.03 i oznaczona na schemacie na str. 4.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- zorganizować stanowisko pracy,
- rozróżniać materiały konstrukcyjne używane przy produkcji pojazdów samochodowych,
- pogrupować materiały konstrukcyjne,
- określać właściwości poszczególnych materiałów,
- określać skład chemiczny i właściwości poszczególnych materiałów,
- opisać uproszczony wykres żelazo - węgiel,
- odczytywać uproszczony wykres żelazo - węgiel,
- nazywać poszczególne fazy powstawania tworzyw sztucznych,
- posługiwać się normami i katalogami.
- zastosować nabyte umiejętności w praktyce.

Powinieneś poznać:

- rodzaje materiałów konstrukcyjnych,
- wykres żelazo - węgiel,
- poszczególne przemiany zachodzące na wykresie żelazo - węgiel,
- oznaczenia stali i jej stopów,
- oznaczenia żeliw,
- właściwości metali i stopów,
- właściwości tworzyw sztucznych i innych materiałów niemetalowych,
- zasady doboru materiałów,
- zasady powstawania tworzyw sztucznych,
- materiały uszczelniające,
- rodzaje obróbki cieplnej i cieplno – chemicznej.

1. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- sklasyfikować materiały stosowane w pojazdach samochodowych,
- określić właściwości fizyczne, mechaniczne i technologiczne materiałów,
- rozpoznać metale i ich stopy stosowane jako materiały konstrukcyjne w pojazdach samochodowych,
- rozpoznać metale nieżelazne i ich stopy,
- dobrać materiały uszczelniające,
- dobrać tworzywa sztuczne,
- rozróżnić półfabrykaty i określić ich zastosowanie,
- wyjaśnić procesy obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej,
- zastosować zasady doboru materiałów na elementy konstrukcyjne,
- posłużyć się Polskimi Normami,
- zastosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy podczas doboru materiałów stosowanych w pojazdach samochodowych.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Rodzaje materiałów stosowanych w pojazdach samochodowych

4.1.1. Materiał nauczania

Przy projektowaniu samochodów i innych pojazdów mechanicznych konstruktor musi dokonać racjonalnego doboru materiałów i półfabrykatów na części poszczególnych mechanizmów i podzespołów. Do budowy pojazdów wykorzystywane są różnorodne surowce i materiały metalowe i niemetalowe. Wytwarzane są z nich półwyroby w postaci odlewów, odkuwek, wyłoczek z blachy, wyprasek bądź kształtek z tworzyw sztucznych.

Podstawowymi materiałami stosowanymi do budowy samochodów są stopy metali żelaznych i nieżelaznych oraz tworzywa sztuczne i ceramika.

Stal

Stal to stop żelaza z węglem (do 2 %) oraz dodatkiem innych pierwiastków wprowadzanych w celu uzyskania żądanych własności, głównie wytrzymałościowych, mechanicznych, chemicznych oraz elektro-magnetycznych; otrzymywana z surówki (także złomu stalowego) ze względu na jej skład chemiczny dzieli się na stal węglową (niestopową) i stal szlachetną (stopową), jej przeznaczenie - stale konstrukcyjne (do nawęglania i do ulepszenia cieplnego), stale narzędziowe (do pracy na zimno i gorąco) oraz stale specjalne (np. nierdzewne, kwasoodporne, oporowe, magnetycznie twarde i miękkie); jeden z najważniejszych surowców i materiałów stosowany we wszystkich gałęziach przemysłu.

Pośród stali konstrukcyjnych stopowych należy rozróżnić następujące gatunki:

1. stale niskostopowe o podwyższonej wytrzymałości i mikroskopowe,
2. stale konstrukcyjne do ulepszenia cieplnego,
3. stale do nawęglania,
4. stale do azotowania,
5. stale do hartowania powierzchniowego,
6. stale sprężynowe,
7. stale na łożyska toczne
8. stale do pracy w obniżonych temperaturach,
9. stale do pracy w podwyższonych temperaturach.

Stal ma najszersze zastosowanie pośród wszystkich materiałów stosowanych do konstrukcji samochodów. Wykonuje się z niej wszelkiego rodzaju elementy nadwozia, podwozia, części silnika, części pomocnicze typu śruby, nakrętki itp.

Żeliwo

Żeliwa są stopami odlewniczymi na osnowie żelaza o zawartości węgla w granicach 2,0 – 3,8% oprócz węgla żeliwa zawsze zawierają dodatki krzemu i manganu oraz przeważnie więcej niż stale siarki i fosforu. Wytwarza się je jako żeliwa: szare, sferoidalne i ciągliwe. Żeliwa szare nazwę swoją zawdzięczają ciemnemu przełomowi spowodowanemu zawartością grafitu. Ten typ żeliwa jest szeroko stosowany w budowie maszyn dzięki wielu zaletom takim jak: łatwość odlewania, dobra skrawalność, dobra wytrzymałość, duża zdolność tłumienia drgań, dobra odporność na ścieranie, niski koszt wytwarzania. W pojazdach samochodowych wykorzystywane do odlewów kadłubów silników, mostów napędowych, wałów korbowych i innych.

Wytrzymałość żeliwa zależy od sposobu krystalizacji osnowy:

- osnowa ferrytyczna daje $R_m = 120-300$ MPa,
- osnowa perlityczna $R_m = 250-320$ MPa.

Staliwo

Odlewy stalowe stosowane są do budowy pojazdów mechanicznych w ograniczonym zakresie. Niektóre części mechanizmów o skomplikowanych kształtach silnie obciążone, które trudno byłoby wykonywać jako odkuwki, są wykonywane ze stali. Stal odpowiednio obrabiana cieplnie wykazuje właściwości wytrzymałościowe i plastyczne bardzo zbliżone do właściwości stali kutej i walcowanej. W latach wcześniejszych konstruktorzy stosowali dość często w samochodach ciężarowych stalowe obudowy tylnego mostu, piasty kół jezdnych, krzyżaki przegubów, osi przednie, wieszaki resorowe itp. części.

W miarę postępu w zakresie technologii wytwarzania żeliwa ciągliwego, wykazującego dużą wytrzymałość przy dobrych właściwościach plastycznych, żeliwo to ograniczyło zakres stosowalności stali w budowie samochodów.

Stopy lekkie

Stopy lekkie aluminiowe cieszą się bardzo dużym uznaniem wśród konstruktorów samochodowych. Ze względu na znaczne obniżenie ciężaru własnego pojazdu ze stopami aluminium mamy coraz częściej do czynienia w naszych samochodach. Wpływa to oczywiście również na zmniejszenie zużycia paliwa jak i poprawienie właściwości dynamicznych pojazdu. Stopy aluminium wykorzystuje się do wyrobu głowic, kadłubów, tłoków i innych.

Tworzywa sztuczne

Tworzywa sztuczne znajdują coraz większe zastosowanie w różnych dziedzinach techniki i życia codziennego. Stosowane początkowo jako zamiastki tradycyjnych i zarazem deficytowych tworzyw wytwarzanych z surowców naturalnych, stały się następnie pełnowartościowymi materiałami o nowych, nie spotykanych dotychczas właściwościach. Umożliwiło to zajęcie im równorzędnej, a w niektórych dziedzinach przodującej pozycji wobec innych materiałów. Obecnie tworzywa sztuczne nie tylko dorównują szeregiem właściwości takim tradycyjnym materiałom jak: metale, drewno, skóra, włókna naturalne, szkło i wyroby ceramiczne, kauczuk naturalny, ale i przewyższają je pod wieloma względami. Znalazły także bardzo szerokie zastosowanie w przemyśle samochodowym.

W zależności od rodzaju użytego polimeru tworzywa sztuczne dzieli się na:

- termoplastyczne, które można wielokrotnie przerobić w podwyższonej temperaturze,
- termoutwardzalne, które w podwyższonej temperaturze, po uformowaniu określonego kształtu, stają się nietopliwe i nierozpuszczalne,
- chemoutwardzalne, które pod wpływem określonych czynników chemicznych usieciowują się przestrzennie, przy czym stają się nietopliwe i nierozpuszczalne.

Tworzywa termoutwardzalne i chemoutwardzalne noszą nazwę duroplastów. Do grupy tworzyw termoplastycznych, nazywanych potocznie termoplastami, należą tworzywa, które w temperaturze pokojowej znajdują się w stanie zeszklenia lub w stanie wysokiej elastyczności, które po podgrzaniu mogą ponownie przechodzić w stan lekko płynny.

Materiały ceramiczne

Ceramika są to nieorganiczne związki metali z tlenem, azotem, węglem, borem i innymi pierwiastkami. Atomy są połączone wiązaniem jonowym i kowalencyjnym. Po zaformowaniu materiały ceramiczne wygrzewane są w wysokich temperaturach.

Materiały ceramiczne wytwarza się z masy ceramicznej w skład, której wchodzi:

- materiały plastyczne (gliny, kaoliny) ułatwiające formowanie materiały schładzające (piasek) zmniejszające kurczliwość podczas suszenia i wypalania,
- topniki, które ułatwiają proces wiązania cząstek.

Surowce do produkcji ceramiki można podzielić na:

- podstawowe (substancje o dużej zawartości czystego węgla np.: grafit naturalny, sadza, węgiel drzewny),
- wiążące (mają za zadanie związanie mieszaniny drobno zmielonych cząstek),
- dodatkowe (stosuje się je w celu nadania wyrobom specjalnych wartości).

Ceramikę można podzielić na:

- ceramikę budowlaną – wyroby te muszą być odporne na ściskanie, zginanie, działania mrozu,
- wyroby ceramiczne ogniotrwałe – wyroby te muszą odznaczać się zdolnością przeciwstawiania się działaniu wysokich temperatur ich pracy.

Właściwości materiałów ceramicznych:

1. twardość,
2. kruchość,
3. duża odporność cieplna,
4. ogniotrwałość,
5. duża odporność na korozję,
6. duża wytrzymałość mechaniczna,
7. dobra przewodność elektryczna i cieplna.

Tworzywa wulkanizujące się

Tworzywa wulkanizujące się z żywic modyfikowanych naturalnego pochodzenia lub żywic syntetycznych, znajdują zastosowanie w budowie samochodów przede wszystkim w postaci gumy. Surowcem wyjściowym do produkcji gumy jest zwykle suchy kauczuk.

Kauczuki syntetyczne są produktem polimeryzacji lub kopolimeryzacji związków organicznych, rzadziej polikondensacji. Podstawowymi surowcami wyjściowymi do produkcji takich kauczuków jest acetylen, alkohol etylowy, etylen, produkty naftowe i gaz ziemny. Jako najważniejsze odmiany przemysłowe kauczuków syntetycznych należy wymienić następujące:

- kauczuki butadienowe,
- kopolimery butadienu ze styrenem,
- kopolimery butadienu z nitrilem kwasu akrylowego,
- kauczuki chloroprenowe,
- kauczuki poliizobutylenowi,
- kauczuki wielosiarczkowi,
- kauczuki silikonowe.

Kauczuki syntetyczne znajdują coraz szersze zastosowanie, mimo wyższej niejednokrotnie ich ceny, ponieważ pod pewnymi względami przewyższają kauczuk naturalny, a mianowicie są odporniejsze na działanie olejów i rozpuszczalników.

Typowe części gumowe i gumowo-metalowe:

- opona z dętką lub bezdętkowa,
- tuleje elastyczne resorowe,
- tuleje gumowe drążków, wahaczy,
- uszczelki szyb,
- uszczelniacze - oringi,
- wieszaki układu wydechowego,
- paski klinowe i rozrządu itp.

Materiały uszczelniające

Prawidłowy dobór materiału uszczelniającego i właściwa konstrukcja uszczelki zapewnia niezawodność ruchu mechanizmów samochodowych i zmniejsza koszty ich eksploatacji.

Uszczelnienie powinno uniemożliwić lub zmniejszyć do minimum przepływ płynów przez szczelinę pomiędzy dwoma oddzielanymi obszarami. W budowie samochodów występują różne rodzaje uszczelki między częściami w spoczynku lub w ruchu, pracujące pod ciśnieniem gazów oleju i wody lub zabezpieczające przed wypływem oleju z obszaru o niskim ciśnieniu.

Biorąc za punkt wyjścia surowce używane do produkcji, można podzielić materiały uszczelniające na następujące grupy:

- azbestowe,
- azbestowo-kauczukowe,
- gumowe i z tworzyw sztucznych,
- celulozowe.

Typowym przykładem zastosowania azbestu może być elastoplastyczna uszczelka między głowicą cylindrową a kadłubem silnika, która wyklucza przedmuch gazów spalinowych lub przecieki wody czy nawet oleju.

Stosowane są również uszczelki zbrojne azbestowo-stalowe o szkielecie z blachy stalowej perforowanej lub falistej, wyłożonym jednostronnie lub dwustronnie azbestem. Uszczelki takie o grubości ok. 1,75 – 0,1 mm na szkielecie o grubości ok. 0,25 mm można stosować do rur ssąco-wydechowych.

Drugą grupę materiałów uszczelniających tworzą płyty azbestowo-kauczukowe wytwarzane z włókna azbestowego, kleju kauczukowego, napełniaczy i przyspieszaczy wulkanizacyjnych. Materiały tej grupy odporne są na podwyższoną temperaturę (do 400 °C i ciśnienia 50 atmosfer), wykazują znaczną wytrzymałość na ściskanie i dobrą elastyczność.

Trzecia grupa obejmuje uszczelki gumowe i z tworzyw sztucznych. Guma wykazująca dobrą elastyczność pozwala na dobre dopasowanie elementu uszczelniającego do powierzchni doszczelnianej przy nieznacznej sile dociskającej, co ma zasadnicze znaczenie przy uszczelnieniach ruchowych. Mała odporność gumy na ściskanie i temperaturę ogranicza zakres jej stosowania i uzasadnia stosowanie szersze tworzyw sztucznych o lepszych własnościach. Guma na uszczelki powinna wykazywać mały stopień pęcznienia w cieczach ok. 1 – 10 %, a w przypadku uszczelniania benzyny i olejów powinna być wykonana z kauczuku syntetycznego.

Tworzywa sztuczne stosowane na uszczelki

W grupie materiałów różnych należy wymienić skórę, korek, filc i spieki grafitowo-metalowe.

Obok typowych kauczuków syntetycznych na podkreślenie zasługuje kauczuk silikonowy ze względu na szeroki zakres odporności na temperaturę w granicach – 60 °C do + 200 °C. Również teflon odgrywa niewątpliwie ważną rolę w konstrukcji nowych typów uszczelki ze względu na mały współczynnik tarcia i odporność na temp. nawet do + 300 °C. Przy zastosowaniu teflonu należy brać pod uwagę dość małą sprężystość tego materiału.

W grupie materiałów celulozowych, stosowanych na uszczelki, należy wymienić różne kartony i tektury techniczne impregnowane i nieimpregnowane, często grafitowane, odznaczające się małą nasiąkliwością.

Uszczelki z korka mielonego i prasowanego stosowane są na uszczelnienia spoczynkowe, odporne na olej i benzynę. Typowym przykładem może być uszczelka miski olejowej wycinana z płyt korkowych o grubości 2 - 3 mm.

Materiały różne

Szkło jest stopem piasku z substancjami, zawierającymi tlenki metali alkalicznych i ziem alkalicznych. Podstawową pozycję w nadwoziu stanowią szyby, wykonywane ze szkła krzemowo-sodowo-wapniowego. Wygrzewanie takiego szkła w temperaturze bliskiej temperatury mięknięcia i następnie wolne studzenie daje tzw. szkło odprężone. Odwrotnie

szybkie studzenie szkła od tej temperatury w strumieniu powietrza pozwala otrzymać szkło utwardzone (hartowane).

Włókno i wyroby włókiennicze używane są głównie do produkcji nadwozi samochodowych w operacjach wykańczania wnętrza nadwozia i robotach tapicerskich.

Surowcem wyjściowym są włókna różnego pochodzenia:

- włókna naturalne - roślinne, zwierzęce, bądź mineralne,
- włókna sztuczne, wytwarzane z celulozy lub białka,
- włókna syntetyczne – poliamidowe, poliwinylowe, polietylenowe, polimocznikowe lub poliestrowe,
- włókna nieorganiczne – szklane, aluminiowe czy ze stali nierdzewnej (tkaniny filtracyjne).

Przemysł samochodowy używa do produkcji materiały włókiennicze w różnej postaci, np. tkaniny i taśmy techniczne, tkaniny na obicia, wyroby o włóknie stojącym, włókna luźne, wata i filce oraz różne sznurki, nici itp.

Papier jako materiał konstrukcyjny, znajduje zastosowanie przede wszystkim w postaci uszczelki kartonowych i tektur w budowie nadwozi.

Kleje są przeważnie wielocząsteczkowymi związkami tworzącymi koloidalne roztwory.

Właściwy dobór kleju i prawidłowy proces technologiczny zapewniają uzyskanie koniecznej wytrzymałości spoiny i odporności jej na warunki w jakich ma pracować. Zastosowanie klejów w budowie maszyn stale wzrasta i obecnie poza klejeniem papieru, tkanin czy skóry, wchodzi w grę łączenie metali między sobą, metalu z drzewem, metalu z gumą, szkła ze szkłem, szkła z metalem itp.

Z różnych rodzajów klejów zasadnicze znaczenie dla przemysłu samochodowego mają kleje kauczukowe i syntetyczne z tworzyw sztucznych lub ich mieszanin.

Kleje kauczukowe dzielą się na wulkanizujące i nie wulkanizujące. Kleje wulkanizujące przygotowywane są w postaci mieszanek kauczukowych, zawierających siarkę i przyspieszacze wulkanizujących podczas ogrzewania.

W grupie tworzyw, otrzymywanych przez polikondensację, należy wymienić kleje z żywicy fenolowych, mocznikowych i melaminowych oraz epoksydowe.

Kleje epoksydowe nadają się szczególnie do klejenia metali wykazując dla stopów lekkich wyższą wytrzymałość od połączeń nitowych. Przedmiot podgrzany posypuje się proszkiem żywicy z utwardzaczem, ścisła i ogrzewa przez godzinę w temperaturze utwardzania 180 – 200 °C.

Materiały cierne

W tej grupie materiałowej znajdują się materiały będące kompozycją materiałów niemetalowych i metalowych, a mianowicie materiały cierne używane do produkcji sprzęgieł i hamulców.

Okładziny cierne tarcz sprzęgłowych i szcęk hamulcowych powinny mieć dobre przewodnictwo cieplne, wysoką odporność na zużycie, odpowiedni współczynnik tarcia mało zmienny przy wzroście temperatury do 250 °C i odporność na działanie oleju i wody. Wymagany współczynnik tarcia waha się w granicach 0,25 – 0,45, a maksymalna szybkość poślizgu określana jest na 12 m/sek. W normalnych warunkach hamowania maksymalny nacisk jednostkowy na okładziny określany jest jako 12 kG/cm², przy czym wartość ta przy cięższych konstrukcjach pojazdów mechanicznych przekraczana jest nawet dwukrotnie.

Materiały okładzin ciernych, mogące sprostać wymienionym warunkom pracy, można podzielić na 4 kategorie:

- tłoczywa azbestowe z siatką drucianą (Ferodo), wypełniane żywicami (fenoplasty, alkidale),
- tkaniny azbestowo-bawełniane, wzmacniane drutem metalowym i impregnowane żywicą,
- tłoczywa z tkanin aluminiowych, wypełniane żywicami,
- spieki proszków metali.

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie znasz podstawowe materiały konstrukcyjne stosowane w samochodach ?
2. Jak dzielimy stale?
3. Jakie są rodzaje żeliw?
4. Jakie są rodzaje tworzyw sztucznych?
5. Jakie są materiały uszczelniające?
6. Jakie jest zastosowanie ceramiki w pojazdach samochodowych?
7. Co określa zapis St5?
8. Jakie właściwości ma żeliwo?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Rozpoznaj próbki materiałów i określ ich zastosowanie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) obejrzeć film instruktażowy o pracowni kreślarskiej i rodzajach arkuszy rysunkowych i ich wymiarach,
- 2) przeczytać instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy, przeciwpożarową oraz udzielania pierwszej pomocy,
- 3) wpisać w karcie ćwiczenia rodzaje materiałów i ich zastosowanie,
- 4) zaprezentować ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- film instruktażowy z podstaw budowy pojazdów,
- zeszyt do ćwiczeń,
- karta ćwiczenia,
- przybory do pisania,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Dokonaj klasyfikacji Polskich Norm i Norm ISO dotyczących rysunku technicznego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) odczytać oznaczenia Polskich Norm i norm ISO,
- 2) zapisać spostrzeżenia w zeszycie,
- 3) opisać przeznaczenie wybranych norm,
- 4) dokonać klasyfikacji norm,
- 5) zwróć uwagę na estetykę i dokładność swojej pracy,
- 6) zaprezentować swoją pracę.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- normy branżowe,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 3

Wymień rodzaje żeliw i podaj ich skład chemiczny.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) odczytać oznaczenia żeliw w Polskich Normach,
- 2) zapisać spostrzeżenia w zeszycie,
- 3) opisać przeznaczenie wybranych żeliw,
- 4) dokonać klasyfikacji żeliw,
- 5) podać skład chemiczny poszczególnych żeliw,
- 6) zaprezentować swoją pracę.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- Polskie Normy,
- normy branżowe,
- wykres Fe–C,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 4

Dokonaj klasyfikacji tworzyw sztucznych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) obejrzeć film instruktażowy o tworzywach sztucznych,
- 2) przeczytać instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy, przeciwpożarową oraz udzielania pierwszej pomocy,
- 3) określić podstawowe tworzywa sztuczne,
- 4) wpisać w karcie ćwiczenia rodzaje tworzyw sztucznych i ich zastosowanie w konstrukcji samochodów,
- 5) zaprezentować ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- film instruktażowy o otrzymywaniu żeliw,
- zeszyt do ćwiczeń,
- karta ćwiczenia,
- przybory do pisania,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 5

Opisz właściwości i zastosowanie materiałów ceramicznych w pojazdach samochodowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) obejrzeć film instruktażowy o tworzywach sztucznych,

- 2) przeczytać instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy, przeciwpożarową oraz udzielania pierwszej pomocy,
- 3) określić podstawowe tworzywa sztuczne,
- 4) wpisać w karcie ćwiczenia rodzaje tworzyw sztucznych i ich zastosowanie w konstrukcji samochodów,
- 5) zaprezentować ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania,
- elementy ceramiczne,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 6

Wymień uszczelki samochodowe i materiały z jakich się je wykonuje.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dokonać analizy uszczelnień stosowanych w samochodzie,
- 3) pogrupować uszczelki wg materiałów ich wykonania,
- 4) zanotować wyniki.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- normy dotyczące uszczelek,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania,
- literatura z rozdziału 6 – instrukcja napraw samochodu.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wyjaśnić zastosowanie stali w pojazdach samochodowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić znaczenie tworzyw sztucznych w konstrukcji pojazdów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wymienić rodzaje żeliw?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wymienić rodzaje materiałów uszczelniających?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wymienić rodzaje stali?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) rozróżnić żeliwa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) rozróżnić tworzywa sztuczne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) dobrać materiały na poszczególne elementy samochodu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) wymienić zastosowanie materiałów ciernych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) rozróżnić rodzaje szyb samochodowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Właściwości metali i ich stopów

4.2.1. Materiał nauczania

Podstawowe zastosowania i właściwości stopów metali w budowie pojazdów.

Stale konstrukcyjne

Stale konstrukcyjne węglowe w obowiązujących normach są podzielone na trzy grupy:

- stal węglowa konstrukcyjna pospolitej jakości (PN/H-84020),
- stal węglowa konstrukcyjna zwykłej jakości (PN/H-84020),
- stal węglowa konstrukcyjna wyższej jakości (PN/H-84019).

Stali węglowej pospolitej jakości, określanej jedynie własnościami technologicznymi lub wytrzymałością na rozciąganie, nie stosuje się w budowie samochodów. Stale węglowe zwykłej jakości mogą być używane na te części mechanizmów, dla których wystarczy określić jedynie własności mechaniczne bez podawania składu chemicznego, ponieważ części te nie podlegają obróbce cieplnej i są stosowane w stanie surowym lub normalizowanym. Stale te znakowane od St 1 do St 8 mają dolną granicę wytrzymałości R_r od 32 do 80 kG/mm² przy minimalnym wydłużeniu A_5 od 3,3 do 7 %.

Do produkcji typowych części samochodowych stosuje się następujące stale zwykłej jakości (oznaczenia postaci i stanu zgodne z PN-56/H-01101):

- St2 – nity, podkładki, zawiasy, uchwyty mało obciążone,
- St3S-WN40 – podłużnica ramy spawanej,
- St37-WN – osłona sprzęgła z blachy,
- St37-WN – tłumik i przewody wydechowe,
- St37-WN – skorupa panewek wału korbowego,
- St37-KN – nity sprzęgłowe,
- S13-WN40 – tarcza i obręcz koła samochodu ciężarowego,
- St3-WN45 – rura kolumny kierowniczej,
- St3-CN42 – rura wału pędnego,
- St4-C60 – nakrętki mocujące koła jezdne,
- St4-WN45 – pierścień obrzeżny ustalający koła jezdne samochodu,
- St5-MC55 – rurka drążka popychacza,
- St5-KN55 – cięgło hamulca.

W stalach konstrukcyjnych wyższej jakości jest sprecyzowany zarówno skład chemiczny jak i własności mechaniczne. Stale te znajdują zastosowanie na części średnio obciążone i mogą podlegać zarówno nawęglaniu jak i ulepszaniu cieplnemu. Stale wyższej jakości mogą mieć podwyższoną zawartość manganu (G) i mogą być wytwarzane jako nie uspokojone (X) i półuspokojone (Y). Stale uspokojone wyższej jakości znakowane są symbolami 05, 08, 10 do 85, określającymi średnią zawartość węgla, znajdują szerokie zastosowanie w budowie samochodów zarówno do nawęglania (10, 15) jak i do ulepszania cieplnego bądź hartowania powierzchniowego (35 do 55). Stosowanie ulepszania cieplnego jest znacznie ograniczone niską hartownością stali węglowych, dlatego częściej stosowane bywa wyżarzanie normalizujące. Stale węglowe wyższej

jakości są stosowane na szereg odpowiedzialnych części samochodowych, przeważnie w stanie normalizowanym lub ulepszonym, względnie po utwardzeniu powierzchni roboczych za pomocą hartowania powierzchniowego lub obróbki cieplno-chemicznej.

Jako przykłady zastosowania stali wyższej jakości można podać następujące części samochodowe:

08Z28 – 38	- obręcz koła samochodu osobowego,
15Z ¼	- tarcza koła samochodu osobowego,
15CE56HRC	- wałki dźwigni zmiany biegów,
15KEH60HRC	- wodziki w skrzyni biegów,
15CEH53-65HRC	- sworzeń kulowy drążków,
20KN50	- wieszaki resorowe, końcówki,
20WN50	- cięgła silniej obciążone,
35WN55	- drążki kierownicze,
35KT35-50HRC	- popychacz zaworu,
35WH _p 58-65HRC	- sworzeń tłokowy,
40KN60	- końcówki drążków kierowniczych,
40WT80	- wahacz przedniego zawieszenia,
40KH _p 52-60HRC	- wał rozrządu (g = 3 – 6 mm)
40KT75	- końcówka rozwidlona rury wału napędowego

Stale węglowe o wyższej zawartości C > 0,45 % wykazują zbyt niskie własności plastyczne i udatność, aby mogły być użyte na części mechanizmów samochodowych.

Stale konstrukcyjne automatowe z odpowiednią ilością siarki i fosforu, jako dobrze skrawalne, mają zastosowanie do produkcji szeregu drobnych części samochodowych, śrub i nakrętek, wytwarzanych na automatach i szybkobieżnych obrabiarkach do nacinania gwintów.

Przykłady zastosowania stali automatowej:

A12-C	— korki drążków kierowniczych
A12-CE55HRC	— kamień drążka kierowniczego
A15G-EH58-65HRC	— kamień tłoka amortyzatora
A20-C	— koło zębate pompki olejowej
A35G-W	— piasta tarczy sprzęgła

Na części silnie obciążone nie należy polecać stali automatowych, utwardzanych powierzchniowo przez nawęglanie lub cyjanowanie.

Stale stopowe do nawęglania są to stale zawierające węgiel w ilości nie przekraczającej 0,25 % i domieszki stopowe Cr, Mn, Mo, Ni i Ti. W praktyce najczęściej do produkcji części samochodowych są stosowane stale chromowe lub chromowo-niklowe. Chrom ma bardzo korzystny wpływ hamujący rozrost ziarna przy zabiegach cieplnych powyżej A_{c3} . Twardość warstwy utwardzonej o grubości $g = 0,4 - 1,5$ mm, zależy od wymiarów części i jej warunków pracy, kształtuje się w granicach HRC = 52 – 65. Dwukrotne hartowanie po nawęglaniu w temperaturach odpowiadających punktom krytycznym dla rdzenia i warstwy nawęglonej i następnie niskie odpuszczanie pozwala na uzyskanie wytrzymałego i ciągliwego rdzenia przy wymaganej twardości powierzchni. Obecność składników stopowych pozwala na uzyskanie większej wytrzymałości zarówno w stanie zmięczonym jak i hartowanym, a większa hartowność tych stali pozwala uzyskać równomierne wyniki obróbki cieplnej dla większych przekrojów. Orientacyjnie średnica krytyczna próbek zahartowanych na wskroś wynosi dla stali chromowych ok. 30 – 35 mm, dla stali chromowo-manganowych 30 – 40 mm,

dla stali chromowo–mangano- molibdenowych 40 – 60 mm i stali chromowo-niklowych 30 – 60 mm. Liczby wyższe odnoszą się do wyższej zawartości węgla.

Stal stopowa konstrukcyjna do nawęglania zawiera normalnie P i S do 0,35%. Jako przykłady stosowania stali tej grupy w budowie samochodów można podać następujące:

- 15HN-WEH58HRC – sworzeń tłokowy, sworzeń resorowy, grzybek
drażka popychacza ($g = 0,6 - 0,9$ mm),
- 18H2N2-KEH58HRC – koła zębate skrzynki biegów, koło talerzowe
przekładni głównej, koronki i satelity mechanizmu różnicowego,
- 15HGM-KEH56HRC – wałek rozrządczy ($g = 0,4 - 0,7$ mm),
- 18H2N2-KEH60HRC – ślimak globoidalny, rolki mechanizmu kierowniczego, sworzeń
kulowy mechanizmu kierowniczego, wałek główny skrzyni biegów,
- 18H2N2-KEH – wałek napędzający przekładni głównej – zęby nawęglane na $g =$
1,2 – 1,5 mm i hartowane na twardość HRC = 58 – 65, 20H-KEH58HRC –
sworzeń zwrotniczy, krzyżak przegubu wału pędnego ($g = 1,2 - 1,5$ mm).

Stale chromowe wykazują stosunkowo znaczne odkształcenia po hartowaniu. Stale chromowo-niklowe pozwalają na uzyskanie twardej warstwy powierzchniowej przy ciągłym rdzeniu i nieznacznym odkształceniach.

Duże zastosowanie znajdują w budowie samochodów stale chromowo-niklowe na części o dużej wytrzymałości, odporne na zmęczenie i obciążenia uderzeniowe.

Części pracujące w najcięższych warunkach obciążeń dynamicznych o znacznych przekrojach są zwykle wykonywane ze stali chromowo–niklowo-molibdenowej.

Stale do ulepszania cieplnego o specjalnym przeznaczeniu można podzielić w zależności od ich zastosowania w budowie samochodów na stale resorowo-sprężynowe, żaroodporne, odporne na korozję, stale na łożyska kulkowe i wałeczkowe oraz specjalne .stale austenityczne.

Stale resorowo-sprężynowe mogą być zarówno węglowe jak i stopowe z dodatkiem jednego lub kilku składników z grupy Mn, Si i V. Należy odróżniać stale poddawane ulepszaniu cieplnemu po wykonaniu sprężyny od stali przygotowanych w takiej postaci i stale, które nie wymagają już ulepszania cieplnego po zwinięciu sprężyny i są jedynie wyżarzane odpuszczające w temperaturze nie przekraczającej 200 °C.

Wszelkie sprężyny śrubowe nawijane na zimno są wykonywane z drutu patentowanego posiadającego odpowiednie własności mechaniczne już przed wykonaniem sprężyny. Druty stalowe na sprężyny nawijane na zimno wykonywane są z walcówki o średniej zawartości węgla w granicach 0,45 – 0,85 %. Po tzw. patentowaniu, to jest oziębieniu temperatury A_{c3} do ok. 500 °C na drodze przepuszczenia drutu przez kąpiel ołowianą, następuje przeciąganie drutu na żądany wymiar. Podczas tego zabiegu cieplnego powstaje struktura o szczególnie korzystnych własnościach.

Następne przeciąganie drutu, zależnie od stopnia zgniotu, pozwala uzyskać wysoką wytrzymałość R_r , przekraczającą nawet 300 kG/mm². Sprężyny w pojazdach mechanicznych są zwykle częściami wysoce obciążonymi, narażonymi na uderzenia i zmęczenie. Szczególnie resory i drażki skrętne wymagają wysokiej jakości stali stopowej, mającej możliwie dużą granicę sprężystości przy dobrych własnościach plastycznych, aby w razie przekroczenia granicy plastyczności (Q_r) nastąpiło raczej odkształcenie elementu sprężystego niż jego zniszczenie.

Resory piórowe i silnie obciążone sprężyny zawieszenia samochodu są wykonywane zwykle ze stali chromowo-krzemowej i chromowo-wanadowej.

Jako przykłady zastosowania stali resorowo-sprężynowej można wymienić następujące części samochodu:

- 65G-CT100 – sprężyna dociskowa sprzęgła,
- 65G-WT100 – tarcza sprzęgła,

- 60S2A-CT130 – pierścienie osadcze (Seegera),
- 85CT140 – sprężyny śrubowe silnie obciążone, drut patentowany,
- 60S2A-WT45HRC – sprężyny zawieszenia (szlifowane, śrutowane),
- 50HSA-WT135 – resory piórowe,
- 50HFA-WT130 – resory piórowe.

Stale żaroodporne są stosowane w przemyśle samochodowym głównie na zawory i części silnika turbospalinowego. Warunki pracy stali żaroodpornych wymagają w wielu przypadkach dużej wytrzymałości, a zatem stale takie muszą być zarówno żaroodporne jak i żarowytrzymałe. W tym drugim przypadku jako własności wytrzymałościowe należy rozumieć wytrzymałość na pełzanie. Stale chromowe z dodatkiem Cr = 8 – 15 % i Si = 2 – 3 % wykazują dobrą odporność na utlenianie w wysokiej temperaturze w granicach 800 – 900 °C i żarowytrzymałość w granicach 650 – 800 °C.

Stale odporne na korozję wytwarzane są jako stale chromowe (zwane nierdzewnymi), bądź jako chromowo-niklowe (kwasoodporne) dla niektórych gatunków z dodatkiem molibdenu i tytanu. Stale chromowe o zawartości Cr = 12 – 19 % znajdują zastosowanie na niektóre części układów hydraulicznych, części narażone na działanie gazów spalinowych lub części dekoracyjne nadwozia. Stale kwasoodporne nie są używane do budowy samochodów.

Stale na łożyska toczne powinny wykazywać wysokie własności mechaniczne, dużą odporność na ścieralność, wysoką hartowność i dobrą obrabialność na automatach. Duża odporność powierzchniowa na zużycie bieżni, jak również kulek i wałeczków, może być osiągnięta jedynie przy wysokiej czystości stali i minimalnej ilości odpowiednio rozłożonych wtrąceń niemetalicznych.

Obróbka cieplna tych stali na łożyska polega na hartowaniu i niskim odpuszczaniu do twardości HRC = 64 – 65.

Stale o specjalnych własnościach magnetycznych znajdują zastosowanie do budowy wyposażenia elektrycznego samochodów.

Stale o stałym cieplnym współczynniku rozszerzalności liniowej są stosowane na wkładki do tłoków ze stopów lekkich i na elementy bimetalowe w instalacji elektrycznej.

Płytki inwarowa zalana w odlewie tłoka samochodowego stabilizuje wymiary tłoka w podwyższonych temperaturach szczególnie w częściach większego nagromadzenia materiału. Płytki bimetalowa może być również użyta jako element wyłączający prąd elektryczny w kierunkowskazach; element taki przy nagrzaniu prądem przepływającym, na skutek różnej rozszerzalności zgrzanych ze sobą metali ulega wykrzywieniu i powoduje chwilowe wyłączenie prądu.

Stal o specjalnej odporności na ścieranie jest używana na gaśnice, sworznie i tuleje łańcuchów gaśnicowych ciągników i pojazdów specjalnych. Jest to zwykle stal manganowa. Jest to stal austenityczna bardzo trudno obrabialna, stosowana przeważnie w postaci odlewów.

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie rodzaje stali i jej stopów mają zastosowanie w przemyśle samochodowym?
2. Jak dzielimy stale konstrukcyjne?
3. Jakie zastosowanie mają stale konstrukcyjne wyższej jakości?
4. Jakie zastosowanie w pojazdach samochodowych ma stal ulepszana cieplnie?
5. Jakiej stali używamy do produkcji sprężyn?
6. Jakiej stali używamy do produkcji łożysk?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Podaj symbole stali używanych przy wybranych elementach pojazdu z opisaniem ich właściwości.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić rodzaje stali,
- 2) dokonać analizy wykorzystania danego gatunku stali w samochodzie,
- 3) rozróżnić symbole stali,
- 4) określić właściwości stali stosowanych w konstrukcjach samochodu,
- 5) opisać poszczególne stale.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalog,
- instrukcja – budowa pojazdu samochodowego,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Wymień stale i stopy stosowane do produkcji sprężyn i łożysk samochodowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać materiał nauczania zawarty w poradniku,
- 2) wypisać rodzaje stali i stopów stosowane na sprężyny i łożyska,
- 3) przygotować stanowisko pracy,
- 4) wykonać ćwiczenie zgodnie z zaleceniami,
- 5) zapisać wnioski i spostrzeżenia z wykonanego ćwiczenia,
- 6) zaprezentować efekt wykonanego zadania.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalog,
- normy,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania,
- literatura z rozdziału 6.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

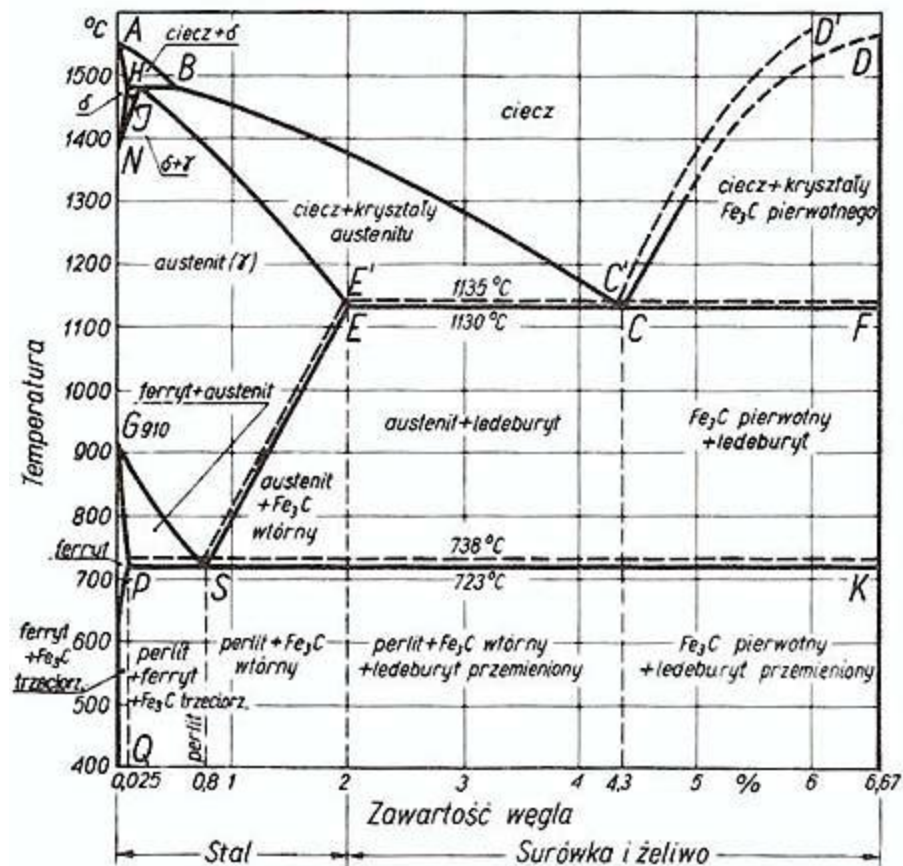
	Tak	Nie
1) opisać zastosowanie stali i jej stopów w konstrukcji pojazdów samochodowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) rozróżnić stale i jej stopy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) odczytać z symbolu stali jej rodzaj i skład chemiczny?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wymienić stale łożyskowe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić właściwości stali na sprężyny samochodowe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) oznaczyć stale ulepszone cieplnie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) wymienić stale konstrukcyjne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Stopy żelaza z węglem

4.3.1. Materiał nauczania

Żelazo występuje w przyrodzie pod postacią związków chemicznych, najczęściej z tlenem. W technice, poza nielicznymi wyjątkami, stosuje się stopy żelaza z różnymi składnikami, z których najważniejszym jest węgiel: oprócz węgla, techniczne stopy żelaza zawierają zawsze pewne ilości krzemu, manganu, siarki i fosforu, przedostające się do stopu w czasie procesów metalurgicznych.

W czasie nagrzewania (lub chłodzenia) stopów żelaza zachodzi w nich szereg przemian, aż do topnienia włącznie; obrazuje je tzw. wykres żelazo-węgiel (rys. 1).



Rys. 1. Wykres żelazo-węgiel [www.sciaga.pl]

Linie ciągłe dotyczą tzw. układu żelazo-cementyt, to znaczy stopów, w których węgiel występuje pod postacią cementytu (węglika żelaza, Fe₃C), linie przerywane - układu żelazo-grafit, a więc stopów, w których węgiel występuje pod postacią grafitu.

Wykres można podzielić na dwie części: a) część górna (linie ABCD i AHJECF) przedstawia przebieg topnienia przy nagrzewaniu albo krzepnięcia przy stygnięciu, b) część dolna (linie HNJ, GSE, GPSK, PQ) przedstawia przebieg tzw. przemian w stanie stałym.

a) Jeżeli ciekły stop żelaza z węglem zacznie stygnąć, to początek krzepnięcia (w zależności od zawartości węgla) będzie się znajdował na krzywej ABCD (tzw. linia likwidusu - od łacińskiego słowa liquidus = płynny), a koniec krzepnięcia na linii AHJECF (tzw. linia solidusu od łacińskiego słowa solidus = stały, mocny). W temperaturach powyżej linii likwidusu występuje więc stop w stanie ciekłym, w obszarze między liniami likwidusu

i solidusu - stop w stanie częściowo ciekłym (ciecz z wydzielonymi z niej kryształami), poniżej linii solidusu - stop całkowicie zestalony.

Na przykład stop o zawartości 3 % C zacznie krzepnąć w temp. ok. 1280 °C, wydzielając kryształy o składzie oznaczonym przez linię JE; pozostała ciecz wzbogaca się przy tym w węgiel i temperatura początku jej krzepnięcia obniża się, przesuując się w kierunku punktu C; ostatnie krople stopu będą miały skład odpowiadający punktowi C i skrzepną w temp. 1130 °C (temperatura eutektyczna). Tę samą temperaturę końca krzepnięcia będą mieć wszystkie stopy żelaza z węglem o zawartości węgla większej niż 2,0 %.

Czyste żelazo topi się krzepnie w stałej temperaturze 1539 °C. Również w stałej temperaturze (1130 °C), a nie w zakresie temperatur topi się i krzepnie stop o zawartości 4,3 % węgla (stop eutektyczny), zwany ledeburytem.

Stopy żelaza stosowane w praktyce i określane jako surówki i żeliwa zawierają zazwyczaj węgiel w granicach 2,0-4,3 %, a więc jeżeli nie ma oddziaływania dodatków stopowych, to wszystkie one zaczynają się topić w temp. 1130 °C (1135 °C), a kończą się topić różnie, zależnie od zawartości węgla, zgodnie z linią BC wykresu żelazo-węgiel.

W stopach żelaza określanych jako stale, o zawartości do 2,0 % C, temperatura początku topnienia przy ogrzewaniu (lub końca krzepnięcia przy chłodzenia) jest zmienna, zależnie od zawartości węgla (krzywa AHJE).

b) Jeżeli skrzepnięty, gorący stop żelazo-węgiel będzie stygł dalej poniżej temp. 1130°C lub zimny stop będziemy nagrzewać do tej temperatury, to będą w nich zachodzić tzw. przemiany w stanie stałym.

Przemiany te są spowodowane występowaniem odmian alotropowych żelaza, różniących się budową krystalograficzną, własnościami fizycznymi, chemicznymi i mechanicznymi.

Rozróżnia się odmiany alotropowe żelaza: a, g, d(a), przy czym odmiana a do 768 °C jest ferromagnetyczna (ma własności magnetyczne), zaś powyżej 768 °C - paramagnetyczna (niemagnetyczna).

Poszczególne odmiany odznaczają się różną rozpuszczalnością węgla; żelazo a rozpuszcza węgiel tylko w bardzo niewielkim stopniu, żelazo g odznacza się dużą rozpuszczalnością węgla.

W stopach żelaza z węglem przemiana alotropowa i związane z tym rozpuszczanie lub wydzielanie węgla nie zachodzi w stałej temperaturze, lecz w zakresie temperatur od 723 °C do temperatury określonej linią GSE.

Temperaturę początku przemiany oznacza się literą A1 - jest to tzw. punkt A1 stali. Przy stygnięciu następuje pewne przechłodzenie i przemiana następuje poniżej 723 °C, przy nagrzewaniu- nieco powyżej 723 °C. Dlatego też punkt A1 oznacza się przy nagrzewaniu przez Ac1 (c od chauffage = nagrzewanie), a przy studzeniu przez Ar1 (r od refroidissement = chłodzenie).

Temperaturę końca przemiany oznacza się literą A3 - punkt A3 stali. Rozróżnia się: przy nagrzewaniu Ac3, zaś przy stygnięciu Ar3. Temperaturę tej przemiany, zależnie od zawartości węgla, określa krzywa GSK. Dla stali o zawartości węgla większej niż 0,8 % punkty A1 i A3 pokrywają się.

Temperaturę końca rozpuszczania cementytu dla stali o zawartości powyżej 0,8 % C oznacza się literami Acm (linia SE).

Dla stali o zawartości 0,8 % C przemiana rozpoczyna się i kończy w tej samej temperaturze 723 °C - stal taką nazywa się eutektoidalną (przez analogię do stopów eutektycznych, które topią się i krzepną w stałej temperaturze).

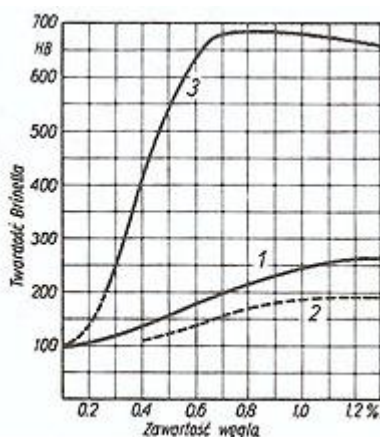
Mikrostruktura stali

Stopy żelaza zawierające mniej niż 2,0 % węgla są kowalne i noszą nazwę stali. Nazwa „żelazo” odnosi się tylko do żelaza chemicznie czystego lub niektórych produktów zbliżonych, jak np.: żelazo karbonylkowe, żelazo Armco.

Budowa stali jest krystaliczna. W stalach węglowych niestopowych w stanie wyżarzonym, kryształy, a ściślej mówiąc ziarna (krystality), składają się z dwóch składników: ferrytu i cementytu. Ferryt (od łacińskiego słowa ferrum = żelazo) jest to prawie czyste żelazo, o twardości 50-70 HB, a więc zbliżonej do twardości miedzi.

Cementyt (Fe_3C - węgiel żelaza, zwany też karbidkiem żelaza, o zawartości 6,67 % C) jest bardzo twardy; jego twardość leży między twardością korundu i diamentu.

Stal jest tym twardsza, im więcej zawiera składnika twardego, cementytu - czyli im większy jest procent węgla (rys. 2).



Rys. 2. Twardość stali węglowych w zależności od zawartości węgla; 1 - wyżarzonych, o strukturze z cementytem płytkowym, 2 - wyżarzonych, o strukturze z cementytem kulkowym, 3 - hartowanych w wodzie [www.sciaga.pl]

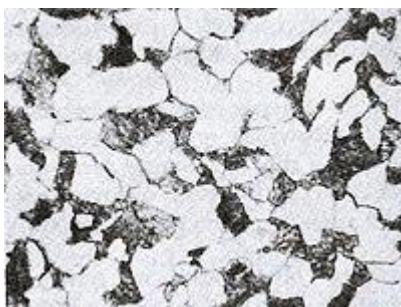
Stal o zawartości 0,8 % C (odpowiadająca punktowi S na wykresie żelazo-węgiel) w stanie wyżarzonym składa się z jednakowych ziaren, z których każde składa się z kolei z drobnych płytek cementytu i płytek ferrytu (rys. 3). Zawartość węgla w takich ziarnach jest stała (0,8 %), a struktura ta nosi nazwę perlitu, gdyż wytrawiona ma połysk przypominający masę perłową.



Rys. 3. Stal o zawartości ok. 0,8 % C (pow. x 500). Perlit [www.sciaga.pl]

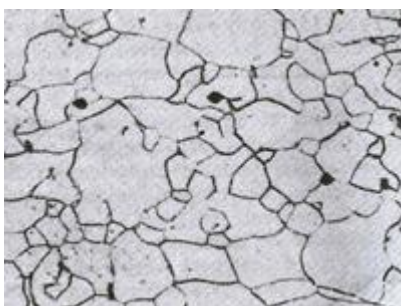
W stalach o zawartości mniej niż 0,8 % C (tzw. stale podeutektoidalne), obok ziaren perlitu występują jeszcze ziarna ferrytu, i to tym więcej, im mniej jest węgla. Rysunek 4 przedstawia stal o zawartości 0,35 % C; ciemne pola to perlit (składający się z płytek

cementytu i ferrytu), jasne to ferryt. Z wielkości pola, można określić z dokładnością do 0,1 % zawartości węgla w stali.



Rys. 4. Stal o zawartości ok. 0,35 % C (pow. x 500). Perlit (ciemne ziarna) i ferryt (jasne ziarna) [www.sciaga.pl]

W stalach o zawartości do 0,025 % C cementytu nie ma wcale, nieznaczny procent węgla jest bowiem rozpuszczony w żelazie w sposób niewidoczny i w strukturze występują wyłącznie ziarna ferrytu (rys. 5).



Rys. 5. Stal o zawartości ok. 0,02 % C (pow. x 250). Ferryt [www.sciaga.pl]

W stalach o zawartości większej niż 0,8 % C (tzw. stale nadeutektoidalne) nadmiar cementytu wykrystalizowuje w postaci płytek, układających się siatkowo między poszczególnymi ziarnami ferrytu (rys. 6).



Rys. 6. Stal o zawartości ok. 1,3 % C (pow. x 100). Cementyt (jasna siatka) i perlit (ciemne tło) [www.sciaga.pl]

Cementyt oprócz postaci płytkowej występuje często pod postacią kuleczek równomiernie rozrzuconych w masie ferrytu (rys. 7). Mówi się wówczas o strukturze z cementytem kulkowym albo ziarnistym; występuje ona zazwyczaj w stalach o większej zawartości węgla, a głównie w stalach narzędziowych (węglowych i stopowych) i w stalach konstrukcyjno stopowych.



Rys. 7. Stal o zawartości ok. 1,2 % C (pow. x 1500). Cementyt kulkowy; cementyt (kulki) i ferryt (jasne tło) [www.sciaga.pl]

Przy nagrzewaniu do ok. 723 °C budowa stali pozostaje bez zmiany. W temperaturach ponad 723 °C (linia PSK) wskutek zachodzącej przemiany alotropowej żelaza a w żelazo g, które rozpuszcza węgiel w większej ilości, następuje rozpuszczenie płytek lub kulek cementytu w żelazie i powstają kryształy tzw. roztworu stałego węgla w żelazie g. Struktura ta nazywa się austenitem. W stalach węglowych austenit jest trwały tylko w wysokich temperaturach. Przebieg rozpuszczania zależy od zawartości węgla w stali.

W stalach podeutektoidalnych rozpuszczanie rozpocznie się w temp. 723 °C i w miarę podwyższania temperatury kryształy ferrytu rozpuszczają się będą w roztworze stałym powstałym z ziaren perlitu; proces ten zakończy się w odpowiedniej temperaturze leżącej na linii GS. Powyżej tej temperatury w stali występują same kryształy austenitu, poniżej - kryształy austenitu+ferryt.

Stal eutektoidalna, o zawartości ok. 0,8 % C, zachowuje się inaczej; ponieważ składa się ona wyłącznie z ziaren perlitu, wszystkie ziarna przechodzą w roztwór stały jednocześnie. Temperatura przez cały czas przemiany pozostaje ta sama i zaczyna się podnosić dopiero wtedy, gdy już cała masa stali przeszła w roztwór stały.

Stale nadeutektoidalne zachowują się podobnie jak i podeutektoidalne. Przede wszystkim rozpuszczają się w sobie zawarte w perlicie: cementyt i ferryt, a następnie wolne płytki cementytu. W zakresie temperatur poniżej linii SE znajdują się więc obok siebie kryształy austenitu i rozpuszczające się płytki cementytu, a powyżej linii SE już tylko roztwór stały - austenit.

Jeżeli stal nagrzana powyżej temperatur linii GSE zacznie powoli stygnąć, wówczas wszystkie przemiany zachodzą w odwrotnym porządku i tworzy się z powrotem budowa perlityczna.

Składniki stopowe wpływają znacznie na strukturę stali, obniżając zawartość węgla potrzebną do uzyskania struktury perlitycznej - inaczej mówiąc - wpływają na przesunięcie w lewo punktu S na wykresie żelazo-węgiel. Szczególnie silne oddziaływanie ma molibden i wolfram; dość często stosowany w stalach narzędziowych dodatek 1,5-2,0 % W powoduje, że perlit w tych stalach zawiera zaledwie ok. 0,4 % C.

Poza tym składniki stopowe w większych ilościach przesuwają (niektóre nawet bardzo znacznie) poszczególne linie wykresu (A1 i A3).

Przy dostatecznie dużej zawartości składników stopowych stal może mieć w stanie równowagi w temperaturze otoczenia, a więc wolno studzona przy wyżarzaniu, strukturę martenzytyczną lub austenityczną (np. stal manganowa Hadfielda (rys. 9) lub stale kwasoodporne zawierające 18 % Cr i 8 % Ni).



Rys. 9. Stal Hadfielda - 1,2 % C, 12 % Mn (pow. x 50). Austenit [www.sciaga.pl]

Dla praktyki szczególnie ważny jest wpływ składników na położenie punktu A1. Widać z niego, że nikiel i mangan obniżają, a chrom, wolfram, krzem i molibden podwyższają punkt A1 stali. Położenie tego punktu ma wpływ na wybór odpowiedniej temperatury grzania przy hartowaniu.

Wykres żelazo-węgiel odnosi się do przemian w stanie zbliżonym do równowagi, tj. zachodzących bardzo wolno. Szybkości grzania czy chłodzenia nie są uwzględnione na wykresie i dlatego, jeżeli chodzi o hartowanie, to wykres daje tylko wskazówkę, do jakiej temperatury należy ogrzać stal, aby uzyskać zahartowanie.

Stop żelaza z węglem – stopy, w których węgiel rozpuszczany jest w żelazie. Węgiel może występować w nich w postaci węgla czystego – grafitu lub węglika żelaza Fe₃C zwanego cementytem.

Stopy zawierające poniżej 2,11 % (wg. norm polskich zaś europejskich 1,75 %) węgla to stale lub staliwa, a powyżej tej zawartości to żeliwa.

Wraz ze wzrostem udziału węgla struktura stopu żelaza z węglem przybiera odmienne formy: przy bardzo niewielkiej domieszce węgla, poniżej 0.0218 % udaje się uzyskać niemal czyste żelazo α zwane ferrytem.

Przy domieszce 0.77 % węgla uzyskuje się perlit będący mieszaniną eutektoidalną ferrytu i cementytu

Przy domieszce węgla 2,0 %, w krzepnącym stopie, powstaje ledeburyt, a temperaturach poniżej 723 °C ledeburyt przemieniony. Ledeburyt jest eutektyką.

Przy zawartościach węgla pomiędzy 0.0218 % a 0.77 % otrzymuje się stopy podeutektyczne (stale podeutektoidalne), które są mieszaninami ferrytu i perlitu.

Stopy w zakresie 0.77 % do 2.11 % - stale nadeutektoidalne - są mieszaninami perlitu, cementytu lub grafitu i ledeburytu.

Powyżej 2,11 % - żeliwa, są mieszaninami cementytu lub grafitu i ledeburytu.

4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie stopy mają mniej niż 2,11 % węgla?
2. Jakie stopy mają więcej niż 2,11 % węgla?
3. Jakie znasz rodzaje stali stopowych?
4. Jaka jest definicja cementytu?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Omów zasadę powstawania ferrytu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) przeanalizować wykres żelazo-węgiel,
- 3) określić przedział powstawania ferrytu,
- 4) omówić powstawanie ferrytu,
- 5) zapisać przebieg ćwiczenia,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- wykres Fe – C,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Opisz zasadę powstawania austenitu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) przeanalizować wykres żelazo-węgiel,
- 3) określić przedział powstawania austenitu,
- 4) omówić powstawanie austenitu,
- 5) zapisać przebieg ćwiczenia,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- wykres Fe – C,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 3

Opisz zasadę powstawania stali nadeutektoidalnych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) określić wykres Fe–C,
- 2) przeczytać instrukcje,
- 3) wyniki odnotować w karcie pomiarowej,
- 4) omówić zasadę powstawania stali nadeutektoidalnych,
- 5) zaprezentować ćwiczenie na wykresie Fe–C.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- wykres Fe – C,
 - przybory do pisania,
 - zeszyt do ćwiczeń,
 - literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 4

Opisz zasadę powstawania żeliwa.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) opisać wykres Fe–C,
- 2) przeczytać instrukcje,
- 3) wyniki odnotować w karcie pomiarowej,
- 4) omówić zasadę powstawania żeliw,
- 5) zaprezentować ćwiczenie na wykresie Fe–C.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- wykres Fe – C,
 - przybory do pisania,
 - zeszyt do ćwiczeń,
 - literatura z rozdziału 6.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) narysować wykres Fe - C?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) opisać wykres Fe - C?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) zaznaczyć pola powstawania poszczególnych stali?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) zaznaczyć pole powstawania żeliwa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4. Metale nieżelazne i ich stopy

4.4.1. Materiał nauczania

Stopy metali nieżelaznych

Stopy aluminium

Stosunkowo niewielkie własności wytrzymałościowe aluminium można zwiększyć – nawet kilkakrotnie – przez wprowadzenie pierwiastków stopowych oraz obróbkę cieplną stopów. W porównaniu ze stalami stopy aluminiowe charakteryzują się znacznie mniejszą masą, a w niskiej temperaturze – większą udurowalnością.

Ze względu na sposób wytwarzania – stopy aluminium dzieli się na: odlewnicze i do obróbki plastycznej. Odlewnicze stopy aluminium są przeważnie stopami wieloskładnikowymi o dużym stężeniu – od 5 do 25 % – pierwiastków stopowych, głównie Cu, Si, Mg i Ni lub ich różnych zestawień. Charakteryzują się dobrą lejnością i często małym skurczem odlewniczym. Stopy do obróbki plastycznej zawierają znacznie mniej, bo ok. 5%, pierwiastków stopowych, zwykle Cu, Mg, Mn, niekiedy także Si, Zn, Ni, Cr, Ti lub Li. Do najczęściej stosowanych składników stopowych w stopach Al należą: Cu, Si, Mg, Mn, Zn.

Z uwagi na przeróbkę stopy Al możemy podzielić na:

a) stopy odlewnicze, które mogą być stosowane tylko w stanie odlanym,
b) stopy do przeróbki plastycznej, która mogą być stosowane tylko w stanie przerabianym plastycznie. Siluminy eutektyczne i nadeutektyczne wykazujące znaczną żarowytrzymałość są stosowane na wysoko obciążone tłoki silników spalinowych. Z siluminów podeutektycznych wytwarza się silnie obciążone części dla przemysłu okrętowego i elektrycznego, pracujące w podwyższonej temperaturze i w wodzie morskiej. Wieloskładnikowe stopy Al z Si są stosowane m.in. na głowice silników spalinowych oraz inne odlewy w przemyśle maszynowym. Stopy Al z niewielkim dodatkiem – ok. 1 % Si – są przeznaczone do obróbki plastycznej, na średnio obciążone elementy konstrukcji pojazdów mechanicznych oraz elementy głębokotłoczne i kute o złożonych kształtach. Lekkie stopy odlewnicze odlewa się do form piaskowych, kokil lub pod ciśnieniem. Ich wytrzymałość na rozciąganie jest stosunkowo niewielka i waha się w granicach 120 – 330 [MPa] przy wydłużeniu $A_5 = 10 - 15$ % przy czym odlewy kokilowe mają nieco wyższe właściwości mechaniczne niż odlewy z piasku. Do stopów o wyższej wytrzymałości należą stopy duraluminium. Zawierają one trzy zasadnicze dodatki stopowe: 3 – 5,5 % Cu, 0,5 – 2 % Mg, 1 % Mn. Wadą duraluminium jest jego mała odporność na korozję. Stopy magnezu. Poprzez stopienia magnezu z niektórymi składnikami otrzymuje się tworzywo o znacznie wyższych w porównaniu z czystym metalem właściwościach wytrzymałościowych, a nawet odpornych na korozję. Zasadniczymi dodatkami w stopach magnezu są Al, Mn i Zn. Aluminium podwyższa właściwości mechaniczne stopów magnezu. Podobny wpływ jak aluminium ma cynk, przy czym najlepsze właściwości ma stop o zawartości 5 % Zn. Mangan także podwyższa właściwości mechaniczne magnezu i zwiększa równocześnie jego odporność na korozję. Ze względu na mały ciężar właściwy stopy magnezu zarówno te odlewnicze i do obróbki plastycznej są stosowane wszędzie tam gdzie istotny jest bardzo mały ciężar właściwy konstrukcji a więc w budowie samochodów, samolotów, taboru kolejowego.

Stopy odlewnicze magnezu Stopy odlewnicze magnezu zawierają aluminium cynk i mangan, przy czym przy zawartości Al. powyżej 6 % stopy te mogą być utwardzalne dyspersyjnie. Stopy magnezu przerabialne plastycznie należą zwykle do stopów czteroskładnikowych, zawierających Al., Zn, Mn. Zawartość Al w tych stopach jest mniejsza niż w stopach odlewniczych i wynosi maksymalnie ok. 9 %. Zależnie od rodzaju stopu

przeróbkę plastyczną przeprowadza się za pomocą prasowania w temperaturze 250 – 4200 °C lub walcowania w temperaturze 280 – 3500 °C, przy czym podgrzewa się nie tylko materiał ale także i narzędzia służące do jego odkształcenia, aby zapobiec powstawaniu pęknięć. Stopy te także wykazują dobrą podatność do obróbki skrawaniem. Właściwości mechaniczne stopów magnezu przerabialnych plastycznie są następujące: wytrzymałość na rozciąganie $R_m = 200 - 320$ [MPa], wydłużenie $A_5 = 12$ % Twardość $H_b = 40 - 55$. Właściwości te są prawie niezmiennie do 1000 °C

Stopy miedzi

Miedź (Cu) jest odporna na korozję, gdyż w wilgotnym powietrzu pokrywa się patyną (zasadowym węglanem Cu), która stanowi naturalną, idealnie szczelną, izolację od środowiska korozyjnego. Jednak w zanieczyszczonych siarką atmosferach przemysłowych jej odporność korozyjna zanika, gdyż w obecności dwutlenku siarki zamiast patyny tworzy się zasadowy siarczan Cu, który nie posiada zdolności izolujących. Wieloskładnikowe mosiądze odlewnicze zwykle cechuje dobra odporność na korozję i ścieranie oraz dobre własności wytrzymałościowe przy obciążeniach statycznych. Stosuje się je głównie na armaturę, osprzęt, łożyska, śruby okrętowe i elementy maszyn.

Stopy łożyskowe posiadają wielofazową strukturę złożoną z miękkiej i plastycznej osnowy w której zawarte są twarde kryształy dające odporność na ścieranie i spełniające rolę cząstek nośnych. Stopy łożyskowe winny się charakteryzować następującymi własnościami: dobrą smarownością, niewrażliwością na zacieranie się w czasie pracy dobrym przewodnictwem cieplnym, zdolnością do odkształcenia się, odpowiednią wytrzymałością na zmęczenia. Podział stopów łożyskowych: stopy na osnowie cynowej (babbity cynowe), Pb, Cd, Cu, Al, Zn, wielowarstwowe, spieki. Babbity te posiadają dobrą smarowność, plastyczność i odporność na korozję, do wad można zaliczyć małą wytrzymałość zmęczeniową i spadek własności wytrzymałościowych ze wzrostem temperatury.

Babbity cynowe to stopy łożyskowe o osnowie cynowej, zawierają: 80-90 % Sn (+Sb, Cu), Babbity cynowe posiadają dobrą smarowność, plastyczność i odporność na korozję, małą wytrzymałość zmęczeniową. Przykłady zastosowań: Ł89 - taśmy bimetalowe na panewki łożysk ślizgowych; Ł83 – łożyska o dużym natężeniu i szybkości; Ł16 – łożyska o średnim natężeniu i dużych prędkościach obrotowych, Ł10As, Ł6.

4.4.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie metale nazywamy nieżelaznymi?
2. Jakie znasz rodzaje stopów metali nieżelaznych?
3. Jakie zastosowanie w pojazdach samochodowych mają stopy aluminium?
4. Jakie zastosowanie w pojazdach samochodowych mają stopy miedzi?
5. Jakie zastosowanie w pojazdach samochodowych mają stopy magnezu?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wymień elementy samochodu, w których zastosowano stopy aluminium i stopy miedzi.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,

- 2) znać elementy konstrukcyjne samochodu,
- 3) znać właściwości i zastosowanie stopów aluminium i miedzi,
- 4) wymienić co najmniej kilka elementów z danego stopu,
- 5) zaprezentować ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- normy i katalogi,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń,
- literatura z rozdziału 6.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) rozpoznać stop aluminium?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) rozpoznać stop miedzi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) rozpoznać stop magnezu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić elementy z aluminium?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić zastosowanie stopów miedzi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić zastosowanie stopów magnezu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.5. Tworzywa sztuczne

4.5.1. Materiał nauczania

Od bardzo dawna tworzywa sztuczne znajdują swoje zastosowanie w różnych dziedzinach techniki i życia codziennego. Umożliwiło to zajęcie im równorzędnej, a w niektórych dziedzinach przodującej pozycji wobec innych materiałów. Obecnie tworzywa sztuczne nie tylko dorównują szeregiem właściwości takim tradycyjnym materiałom jak: metale, drewno, skóra, włókna naturalne, szkło i wyroby ceramiczne, kauczuk naturalny, ale i przewyższają je pod wieloma względami.

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,
- możliwość łatwego otrzymywania wyrobów o estetycznym wyglądzie,
- możliwość barwienia i uzyskiwania wyrobów przezroczystych.

Kolejną 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. Najważniejszym jednak kierunkiem stosowania tworzyw sztucznych jest używanie ich w charakterze materiałów konstrukcyjnych, do wytwarzania części maszyn i urządzeń oraz przedmiotów powszechnego użytku. Tworzywa sztuczne mają oczywiście także i 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 - substancje naturalne lub syntetyczne, używane do barwienia różnorodnych materiałów (tkanin, papieru, skór, drewna, tworzyw sztucznych, żywności, kosmetyków).
- pigmenty – substancje barwne, w stanie rozdrobnienia stosowane do wyrobu farb oraz barwienia tworzyw sztucznych, włókien syntetycznych, wyrobów ceramicznych, gumy, papieru.
- stabilizatory – substancje chemiczne zapobiegające lub opóźniające samorzutne i niekorzystne przemiany chemiczne innych substancji, takich jak: artykuły spożywcze, leki, polimery, zawiesiny i emulsje, do których dodawane są w niewielkich ilościach. Stabilizatory osłabiają działanie czynników termicznych, hydrolitycznych, biologicznych i świetlnych.
- napelniacze, wypełniacze, obciążniki – substancje wprowadzane do tworzyw sztucznych, mieszanek gumowych, farb i innych w celu poprawy ich własności mechanicznych, elektroizolacyjnych i przeciwpożarowych oraz obniżenia ich ceny.
- zmiękczacze, plastyfikatory – ciecze – na ogół oleiste – o małej lotności lub ciała stałe, które mieszają się homogenicznie z polimerem, nie wchodząc z nim w reakcję. Dodatek zmiękczaczy do polimerów powoduje obniżenie temperatury kruchości

i mięknięcia oraz podwyższenie odkształcalności i sprężystości. Ułatwione zostaje także przetwórstwo polimeru. Zmiękczacze powinny być stabilne chemicznie, nietoksyczne oraz nie pogarszać właściwości.

Otrzymywanie polimerów

Wyjściowymi surowcami do otrzymywania monomerów są przede wszystkim ropa naftowa i gaz ziemny (baza petrochemiczna) oraz węgiel kamienny. Procesy otrzymywania monomerów są przedmiotem technologii związków organicznych, a zagadnienia dotyczące wytwarzania polimerów wchodzą w zakres technologii chemicznej tworzyw sztucznych. Procesami przekształcania polimerów w wyroby użytkowe, zajmuje się natomiast technologia przetwórstwa tworzyw sztucznych. Reakcje chemiczne otrzymywania polimerów z monomerów, to znaczy wytwarzania syntetycznych związków wielkocząsteczkowych, są nazywane polireakcjami.

Podstawowe typy polireakcji

I. Polimeryzacja – proces chemicznego tworzenia się związku wielkocząsteczkowego (polimeru) ze związku małowcząsteczkowego (monomeru), przy czym pod względem składu chemicznego polimer stanowi wielokrotność monomeru, który ulega przekształceniu najczęściej w skutek zerwania podwójnego wiązania. Nie wydzielają się przy tym żadne produkty uboczne.

II. Polikondensacja (polimeryzacja kondensacyjna) – proces chemicznego tworzenia się związku wielkocząsteczkowego (polikondensatu) wskutek reakcji zachodzącej między związkami małowcząsteczkowymi, przeważnie z wydzieleniem produktów ubocznych (najczęściej wody). Do procesów polikondensacji mających duże znaczenie przemysłowe należą: otrzymywanie fenoplastów, aminoplastów, alkidali, poliamidów, politereftalanu glikolu, żywic epoksydowych, tworzyw termostabilnych i wiele innych.

III. Poliaddycja (polimeryzacja addycyjna) – ma charakter pośredni między polimeryzacją a polikondensacją. Mechanizm reakcji polega najogólniej na przemieszczaniu (przeskoku) atomu wodoru w cząsteczce monomeru, umożliwiając tym samym wzrost łańcucha polimeru. Typowym przykładem poliaddycji jest reakcja otrzymywania poliuretanów lub żywic epoksydowych.

Przykłady tworzyw sztucznych i ich zastosowanie

Polistyren

Otrzymuje się na drodze polimeryzacji styrenu w podwyższonej temperaturze. W normalnej temperaturze pokojowej jest to tworzywo twarde i kruche, bez zapachu, bez smaku, fizjologicznie obojętne. Otrzymuje się go z etylenu i benzenu. Jest materiałem stosunkowo lekkim o dużej stałości wymiarów, co umożliwia stosowanie go w precyzyjnej aparaturze pomiarowej. Cechuje się małą nasiąkliwością wody, dobrymi własnościami dielektrycznymi, niezmiennymi w szerokim zakresie częstotliwości, a także dużą odpornością na działanie większości cieczy, nawet silnie korodujących. Nie odporny jest natomiast na działanie rozpuszczalników organicznych. Pod wpływem światła słonecznego polistyren żółknie i staje się bardzo kruchy. Jest jednym z najczęściej stosowanych tworzyw sztucznych, ponieważ obok własności mechanicznych i fizycznych, cechuje go łatwość formowania i niska cena. Służy do wyrobu galanterii technicznej, obudowy różnych urządzeń mechanicznych i wykładzin, a jako tworzywo parowate (styropian) – do opakowań i płyt termoizolacyjnych. Stosowany jest również w przemyśle elektrotechnicznym i radiotechnicznym.

Polietylen

Jest substancją białą, konsystencji proszku lub granulatu, przypominającą w dotyku parafinę. Powstaje w procesie polimeryzacji etylenu. Jest tworzywem o doskonałych własnościach dielektrycznych i dużej odporności na działanie kwasów, zasad, soli i większości związków organicznych. Polietylen znajduje zastosowanie w produkcji folii i innych opakowań, do wyrobu rur nadających się zarówno do wody pitnej, jak i do ścieków, jako powłoki kablowe.

Polipropylen

Jest to tworzywo częściowo krystaliczne o własnościach zbliżonych do polietylenu. Otrzymuje się go na przez niskociśnieniową polimeryzację propylenu wobec katalizatora. Polipropylen charakteryzuje się małą ścieralnością i dobrymi własnościami dielektrycznymi. Może być stosowany w temperaturach od 35 do 130 °C. Jest gładki w dotyku, ma większą odporność powierzchni na zarysowania i uszkodzenia, nie ulega korozji naprężeniowej, ma mniejszą gęstość, większą wytrzymałość na rozciąganie i większą odporność termiczną. Jako wady polipropylenu należałoby wymienić stosunkowo dużą kruchość w temperaturach poniżej 0 °C i większą niż polietylen wrażliwość na działanie tlenu. Polipropylen znalazł szerokie zastosowanie w przemyśle do wyrobu różnych elementów maszyn poddawanych większym obciążeniom (wałki drukarskie, koła zębate), naczynia i elementy do sterylizacji wrzeniem oraz wyroby wymagające łączenia i współpracy z elementami metalowymi.

Poliamid

Poliamidami nazywa się związki wielocząsteczkowe, które zawierają w makrocząsteczce ugrupowania amidowe, – CO-NH. Poliamidy zaliczane są do typowych polimerów krystalicznych. Cechuje je dobra wytrzymałość na rozciąganie, wysoki moduł sprężystości, twardość, odporność na ścieranie itp. Poliamidy wytwarza się z pochodnych węgla, gazu ziemnego lub ropy naftowej. Poliamidy w najróżniejszych postaciach znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Niełamliwe artykuły codziennego użytku, artykuły techniczne, którym stawiane są wysokie wymagania wytrzymałościowe, włókna, lekkie tkaniny stanowią najbardziej wyróżniający się zakres zastosowań tych polimerów.

Polichlorek winylu

W temperaturze pokojowej jest twardy, mało sprężysty, a przy obniżeniu temperatury staje się kruchy. Twardy polichlorek winylu, z uwagi na jego dużą odporność chemiczną, znajduje zastosowanie przede wszystkim do produkcji rur i wykładzin, zbiorników na naczynia, na oleje i tłuszcze. Daje się łatwo kleić i spawać, jest w zasadzie niepalny. Jest odporny na działanie kwasów, zasad, benzyny. Polichlorek winylu miękki stosuje się do wyrobu folii, giętkich węży do wody, powłok antykorozyjnych, wykładzin podłogowych oraz różnych przedmiotów codziennego użytku.

Poliuretany

Są to polimery termoplastyczne, a ich własności zbliżone są do poliamidów. W odróżnieniu jednak od poliamidów nie chłoną wody, mają bardzo dobre własności dielektryczne. Znajdują odpowiednio szerokie i różnorodne zastosowanie. Przykładowo można z nich wytwarzać włókna odzieżowe, opłoty przewodów, folie do wyrobu worków, kształtki, lakiery do izolacji przewodów i malowania podłóg, kleje do różnych materiałów, między innymi do metali lekkich i stali, rodzaj miękkiej gumy na membrany, opony, podeszwy do butów.

Poliocetan winylu

Otrzymuje się z acetyleny, ropy naftowej i gazu ziemnego. Zależnie od stopnia polimeryzacji, polimery te otrzymuje się jako substancje oleiste, miękkie, kleiste lub twarde żywice. Do różnych celów miesza się je i stosuje w postaci roztworów, mieszanek do powlekania, jak również w postaci perełek w różnych gałęziach przemysłu (przemysł farb, lakierów, tekstylny, papierniczy i klejów).

Poliwęglany

Otrzymuje się je fosgeny i dianu. Są one tworzywami termoplastycznymi o bardzo wysokiej temperaturze mięknięcia (około 170 °C). Z powodu bardzo słabej zdolności do krystalizacji polimeru, czyste produkty z poliwęglanu są bezbarwne i przejrzyste. Polimer może być przetwarzany z roztworu jak również, biorąc pod uwagę jego termoplastyczny charakter, na zwykłych maszynach stosowanych do przerobu tworzyw sztucznych. Z poliwęglanów można produkować włókna, folie, rury, wyrobu drażone i inne. Uwzględniając dużą odporność na ciepło, jak również bardzo dobre własności mechaniczne, stosuje się poliwęglany w przemyśle elektronicznym, w medycynie i do produkcji maszyn i urządzeń, którym stawiane są duże wymagania techniczne.

Octan celulozy

Otrzymuje się go z celulozy przez modyfikację mieszaniną kwasu octowego i bezwodnika octowego. Bardzo dobrze chłonie wodę. Tworzywo to znajduje zastosowanie w przemyśle fotograficznym (niepalne błony filmowe), na opakowania, w przemyśle maszynowym i narzędziowym, odzieżowym i lakierniczym.

Azotan celulozy (celuloid)

Otrzymuje się przez estryfikację celulozy kwasem azotowym w obecności kwasu siarkowego. Tworzywo to, które daje się szczególnie dobrze barwić i przerabiać, pomimo jego palności, znajduje szerokie zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. Azotan celulozy stosowany jest na różne wykładziny, jak również do produkcji zabawek i przedmiotów codziennego użytku, artykułów technicznych i innych. Tworzywo to znajduje również zastosowanie w przemyśle lakierniczym.

Poliizobutylen

Zależnie od stopnia polimeryzacji różnych postaci poliizobutyleny własności jego mogą być różne i obejmują materiały od lepkiego oleju do produktów o własnościach podobnych do twardej gumy. Niskocząsteczkowe materiały tego typu znajdują zastosowanie jako materiały uszlachetniające, smary, kleje, folie, płyty i węże z poliizobutyleny stosowane są w przemyśle chemicznym, w budownictwie, w elektrotechnice, w przemyśle spożywczym, często też jako okładziny i wykładziny.

W zależności od rodzaju użytego polimeru tworzywa sztuczne dzieli się na:

- termoplastyczne, które można wielokrotnie przerobić w podwyższonej temperaturze
- termoutwardzalne, które w podwyższonej temperaturze, po uformowaniu określonego kształtu, stają się nietopliwe i nierozpuszczalne
- chemoutwardzalne, które pod wpływem określonych czynników chemicznych stają się nietopliwe i nierozpuszczalne.

Tworzywa termoutwardzalne i chemoutwardzalne noszą nazwę duroplastów. Do grupy tworzyw termoplastycznych, nazywanych potocznie termoplastami, należą tworzywa, które w temperaturze pokojowej znajdują się w stanie zeszklenia lub w stanie wysokiej elastyczności, które po podgrzaniu mogą ponownie przechodzić w stan lekko

płynny. Umożliwia to struktura liniowa lub liniowo-rozgałęziona cząsteczek polimeru. Możliwość wielokrotnego przechodzenia polimeru ze stanu stałego w stan płynny wykorzystywana jest w procesach przetwórczych tej grupy tworzyw.

4.5.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie są rodzaje tworzyw sztucznych?
2. W jaki sposób otrzymujemy poszczególne rodzaje tworzyw?
3. Jakimi cechami charakteryzują się tworzywa sztuczne?
4. Jakie są rodzaje polireakcji?
5. Z czego otrzymujemy polimery?
6. Jak barwimy tworzywa sztuczne?
7. Jakie elementy pojazdu samochodowego wykonane są z tworzywa?
8. Jak definiuje się duroplasty?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wymień cechy tworzyw sztucznych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) określić strukturę tworzyw sztucznych,
- 3) określić zastosowanie tworzyw w samochodzie
- 4) opisać ćwiczenie w zeszycie,
- 5) omówić tworzywa sztuczne,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalog,
- normy dotyczące tworzyw sztucznych,
- instrukcja napraw samochodu
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Scharakteryzuj polimery.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) określić właściwości polimerów,
- 3) określić ich zastosowanie w samochodzie,
- 4) omówić zasadę powstawania polimerów,
- 5) zanotować ćwiczenie w zeszycie,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalog dotyczący tworzyw sztucznych,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń,
- literatura z rozdziału 6.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) rozróżnić tworzywa sztuczne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) opisać sposób wytwarzania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wymienić zastosowanie poszczególnych tworzyw w samochodzie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) nazwać tworzywa sztuczne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.6. Materiały uszczelniające

4.6.1. Materiał nauczania

Pierwszą grupę materiałów używanych na uszczelki stanowi azbest.

Azbest wykazuje odpowiednią sprężystość i plastyczność przy dużej odporności na wysoką temperaturę. Mała przewodność cieplna azbestu i skłonność do rozmiękania uzasadniają stosowanie okładziny miedzianej lub aluminiowej. Obramowania obrzeży uszczelki zapewniają po dociągnięciu śrub zamocowujących głowicę uzyskania dostatecznego nacisku ze względu na szczelność. Powstałe naprężenia wstępne w dobrej uszczelce powinny zapewniać szczelność nawet przy przegrzaniu silnika i wydłużeniu śrub zamocowujących głowicę. Aby uniknąć zjawiska zanikania tych naprężeń płyta azbestowa nie może być zbyt cienka lub zbyt gruba; jako optymalną grubość płyty azbestowej należy wymienić 1,4 – 1,8 mm. W przypadku uszczelki z plecionek metalowo-azbestowych oraz z tworzyw sztucznych na bazie azbestowej grubość ta wynosi 0,6 – 1,2 mm

Stosowane są również uszczelki zbrojne azbestowo-stalowe o szkielecie z blachy stalowej perforowanej lub falistej, wyłożonym jednostronnie lub dwustronnie azbestem. Uszczelki takie o grubości ok. 1,75 – 0,1 mm na szkielecie o grubości ok. 0,25 mm można stosować do rur ssąco-wydechowych.

Drugą grupę materiałów uszczelniających tworzą płyty azbestowo-kauczukowe, wytwarzane z włókna azbestowego, kleju kauczukowego, napelnacza i przyspieszaczy wulkanizacyjnych. Zawartość kauczuku nie powinna przekroczyć 12 %, a ilość napelnacza nie powinna doprowadzić do wzrostu ciężaru właściwego ponad 2 G/cm³. Materiały tej grupy odporne są na podwyższoną temperaturę (do 400 °C i ciśnienia 50 atm), wykazują znaczną wytrzymałość na ściskanie i dobrą elastyczność, co pozwala na stosowanie małych nacisków uszczelniających.

Trzecia grupa obejmuje uszczelki gumowe i z tworzyw sztucznych. Guma wykazująca dobrą elastyczność pozwala na dobre dopasowanie elementu uszczelniającego do powierzchni doszczelnianej przy nieznacznej sile dociskającej, co ma zasadnicze znaczenie przy uszczelnieniach ruchomych. Mała odporność gumy na ściskanie i temperaturę ogranicza zakres jej stosowania i uzasadnia stosowanie szersze tworzyw sztucznych o lepszych własnościach. Guma na uszczelki powinna wykazywać mały stopień pęcznienia w cieczach ok. 1 – 10 %, a w przypadku uszczelniania benzyny i olejów powinna być wykonana z kauczuku syntetycznego. W rozwiązaniu tym zastosowano dwie wargi uszczelniające, nakładane bez naprężenia wstępnego na wał, stosowanego zwykle przy pierścieniach typu normalnego; w ten sposób zmniejszono wpływ starzenia się gumy na wielkość nacisków uszczelniających, które są prawie stałe w czasie uzależnione wyłącznie od siły docisku sprężyny.

Obok typowych kauczuków syntetycznych na podkreślenie zasługuje kauczuk silikonowy ze względu na szeroki zakres odporności na temperaturę w granicach – 60 °C do + 200 °C. Również teflon odegra niewątpliwie ważną rolę w konstrukcji nowych typów uszczelki ze względu na mały współczynnik tarcia i odporność na temp. nawet do + 300 °C. Przy zastosowaniu teflonu należy brać pod uwagę dość małą sprężystość tego materiału.

W grupie materiałów celulozowych, stosowanych na uszczelki, należy wymienić różne kartony i tektury techniczne impregnowane i nieimpregnowane, często grafitowane, odznaczające się małą nasiąkliwością. W grupie materiałów różnych należy wymienić skórę, korek, filc i spieki grafitowo-metalowe.

Skóra mocno natłuszczona coraz rzadziej stosowana jest w mechanizmach, jako uszczelnienie. Skóra chromowa w uszczelniaczach łożyskowych wykazuje wprawdzie małą zmianę elastyczności w niskich temperaturach i dobrą odporność na starzenie i zużycie ale ma ograniczony zakres grubości i tendencję do przepuszczania gazów (porowatość). Uszczelki skórzane mogą być stosowane przy małych prędkościach obrotowych wałów (piasty kół jezdnych); dobrze spełniają swą funkcję, jako uszczelnienia tłoków pomp powietrznych.

Uszczelki z korka mielonego i prasowanego o grubości płyt 2 do 5 mm stosowane są na uszczelnienia spoczynkowe, odporne na olej i benzynę. Typowym przykładem może być uszczelka miski olejowej.

4.6.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie zastosowanie mają uszczelki?
2. Z jakich materiałów wykonuje się uszczelki stosowane w samochodach?
3. Jakie materiały są stosowane do uszczelki przy kolektorze wydechowym?
4. Z czego wykonane są uszczelki układu paliwowego?

4.6.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Podaj materiały stosowane do wyrobu uszczelki samochodowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) rozróżnić rodzaje uszczelki samochodowych,
- 3) określić zastosowanie uszczelki,
- 4) ustalić materiały na uszczelki,
- 5) zapisać ćwiczenie w zeszycie,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalog części samochodowych,
- normy części samochodowych,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń,
- literatura z rozdziału 6 – instrukcja napraw samochodu.

Ćwiczenie 2

Wyjaśnij zasadność stosowania poszczególnych uszczelki stosowanych w samochodzie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) określić miejsce użycia poszczególnych uszczelki,
- 3) określić rodzaje uszczelki,

- 4) omówić rolę uszczelki w danym miejscu,
- 5) zapisać spostrzeżenia,
- 6) zaprezentować wykonane zadanie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalog,
- instrukcja obsługi samochodu.
- dokumentacja rysunkowa,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń,
- literatura z rozdziału 6.

4.6.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) rozróżnić uszczelki?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) scharakteryzować materiały na uszczelki?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) omówić wady i zalety uszczelki?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić rodzaj uszczelki?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.7. Podstawowe rodzaje obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej

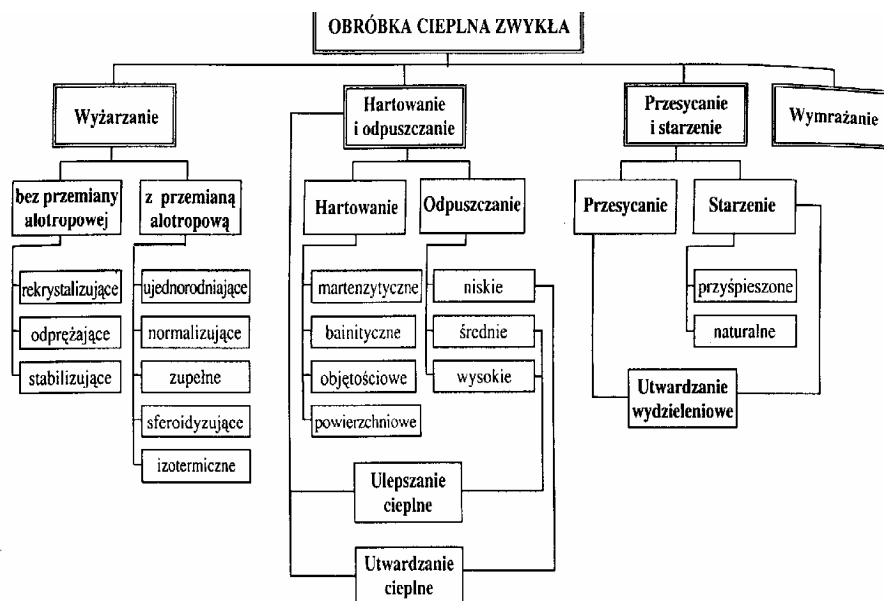
4.7.1 Materiał nauczania

Obróbka cieplna jest to zespół odpowiednio dobranych zabiegów cieplnych prowadzących do zmiany właściwości stali poprzez zmiany struktury w stanie stałym w wyniku zmian temperatury i czasu.

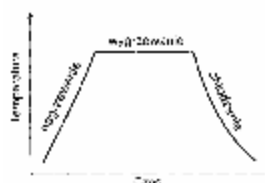
Ze względu na czynniki wpływające na kształtowanie struktury oraz właściwości metali i stopów można wyróżnić następujące rodzaje obróbki cieplnej:

- obróbkę cieplną zwykłą,
- obróbkę cieplno-chemiczną,
- obróbkę cieplno-mechaniczną (zwaną także obróbką cieplno-plastyczną),
- obróbkę cieplno-magnetyczną.

Klasyfikację obróbki cieplnej zwykłej przedstawiono na rys. 1. Każdy proces obróbki cieplnej składa się z operacji i zabiegów. Operacja obróbki cieplnej jest to część procesu technologicznego (np. hartowanie, wyżarzanie) wykonywana w sposób ciągły, przeważnie na jednym stanowisku roboczym, natomiast zabiegiem nazywamy część operacji (np. nagrzewanie, wygrzewanie, chłodzenie) rys. 2.



Rys. 1. Klasyfikacja obróbki cieplnej zwykłej [7, s.53]



Rys. 2. Schemat operacji obróbki cieplnej [7, s.56]

Podstawowymi parametrami, które decydują o przemianach fazowych są: szybkość nagrzewania, temperatura wygrzewania, czas nagrzewania, wygrzewania i chłodzenia oraz szybkość chłodzenia w zależności od temperatury wygrzewania. Nagrzewanie i chłodzenie materiału może przebiegać w sposób ciągły lub stopniowy. Podczas nagrzewania stopniowego rozróżnia się: podgrzewanie - nagrzewanie do temperatury pośredniej i dogrzewanie - nagrzewanie do temperatury wygrzewania. Podobnie podczas chłodzenia stopniowego wyróżniamy pojęcia: podchładzanie - chłodzenie do temperatury pośredniej oraz wychładzanie - chłodzenie do temperatury końcowej. Chłodzenie powolne (w piecu, spokojnym powietrzu) nazywamy studzeniem, natomiast chłodzenie szybkie (w wodzie, oleju) nazywamy oziębianiem. Ochłodzenie i wytrzymanie materiału w temperaturze poniżej 0°C nazywamy wymrażaniem.

Przemiany fazowe podczas obróbki cieplnej

Przemiana austenityczna

Podczas nagrzewania stali, powyżej temperatury A_{c1} , rozpoczyna się przemiana perlitu w austenit, nazywana przemianą austenityczną. W stalach podeutektoidalnych po przekroczeniu temperatury A_{c3} rozpoczyna się przemiana ferrytu w austenit, a w stalach nadeutektoidalnych po osiągnięciu temperatury A_{ccm} - proces rozkładu cementytu.

Przemiana austenityczna rozpoczyna się zarodkowaniem austenitu na granicach międzyfazowych ferryt - cementyt i ma charakter dyfuzyjny. Szybkość zachodzenia przemiany austenitycznej zależy głównie od stopnia przegrzania perlitu (ferrytu) powyżej temperatury A_{c1} , (A_{c3}) przy grzaniu izotermicznym lub od szybkości nagrzewania przy grzaniu ciągłym oraz od ogólnej powierzchni granic międzyfazowych ferryt-cementyt, tj. dyspersji perlitu. Przemianę tę można rozważać w trzech następujących po sobie etapach:

- utworzenie austenitu niejednorodnego,
- utworzenie austenitu jednorodnego,
- rozrost ziaren austenitu.

Przemianie perlitu w austenit towarzyszy rozdrobnienie ziarna, jednak dalszy wzrost temperatury lub czasu austenitowania sprzyja rozrostowi ziaren. Skłonność do rozrostu ziaren austenitu zależy w znacznym stopniu od rodzaju stali, które możemy podzielić na dwie grupy:

- stale drobnoziarniste o małej skłonności do rozrostu ziaren austenitu w zakresie temperatur do 900-950 °C,
- stale gruboziarniste, w których rozrost ziaren austenitu następuje bezpośrednio po zakończeniu przemiany austenitycznej.

Drobnoziarnista struktura austenitu pierwotnego wpływa na poprawę właściwości mechanicznych i eksploatacyjnych stali normalizowanych, hartowanych i ulepszanych cieplnie.

Przemiany podczas chłodzenia

Austenit jest fazą trwałą tylko w pewnym zakresie temperatur i po ochłodzeniu poniżej temperatury A_r , ulega przemianie perlitycznej, bainitycznej lub martenzytycznej.

W zależności od sposobu chłodzenia dla różnych gatunków stali są opracowywane wykresy:

- CTPi - przy chłodzeniu izotermicznym,
- CTPc - przy chłodzeniu ciągłym.

Rozpoczęcie przemiany austenitu wymaga pewnego czasu zwanego „czasem inkubacji austenitu”, który jest potrzebny do przegrupowania atomów oraz powstania zarodków nowej fazy.

Przemiana perlityczna

Przemiana perlityczna zachodzi po ochłodzeniu austenitu do zakresu temperatur pomiędzy temperaturą A_{F1} , a temperaturą minimalnej trwałości austenitu 500-550 °C. W jej wyniku z austenitu powstaje mieszanina eutektoidalna złożona z płytek ferrytu i cementytu zwana perlitem. Gdy stężenie węgla w austenicie spadnie do poziomu odpowiadającego jego zawartości w ferrycie - powstaje płytka ferrytu, co prowadzi do wzbogacenia sąsiednich obszarów austenitu w węgiel do zawartości wymaganej dla powstania płytki cementytu.

Przemiana bainityczna

Przemiana bainityczna zachodzi w stalach pomiędzy temperaturą najmniejszej trwałości austenitu a temperaturą początku przemiany martenzytycznej. Podczas chłodzenia izotermicznego w zależności od temperatury przemiany rozróżnia się bainit górny, tworzący się w zakresie temperatury poniżej minimalnej trwałości austenitu a temperaturą 350-400 °C oraz bainit dolny powstający w temperaturze pomiędzy 350-400 °C a temperaturą początku przemiany martenzytycznej.

Przemiana martenzytyczna

Przemiana martenzytyczna (nazywana przemianą bezdyfuzyjną lub ścinającą) zachodzi w stalach po przechłodzeniu austenitu poniżej temperatury M_s (ang. martensite start) z prędkością równą lub większą od prędkości krytycznej. W wyniku powyższej przemiany powstaje martenzyt tj. przesycony roztwór węgla w żelazie, o strukturze tetragonalnej, powstającej przez zniekształcenie komórki sieci A2 (ferrytu) obecnością atomów węgla w lukach oktaedrycznych. Parametry sieci tetragonalnej martenzytu, a tym samym jego właściwości zależą głównie od zawartości węgla w martenzytcie. Martenzyt cechuje wysoka twardość i mała ciągliwość spowodowana obniżeniem symetrii sieci i

wysokimi naprężeniami wywołanymi przez atomy międzywęzłowe oraz obecność defektów sieciowych (dyslokacji, mikrobrzyźniaków).

Przemiany podczas odpuszczania

Podczas wygrzewania w temperaturze niższej od A_1 stali uprzednio zahartowanej zachodzą następujące przemiany:

- rozkład martenzytu,
- przemiana austenitu szczątkowego w fazę,
- wydzielanie węglika i cementytu w stalach węglowych oraz innych węglików w stalach stopowych,
- koagulacja węglików wydzielonych we wcześniejszych stadiach odpuszczania.

W zależności od temperatury możemy wyróżnić kilka stadiów odpuszczania, w których przeważa jedna z przemian.

Pierwsze stadium przebiega w zakresie temperatur 80-200 °C. Z martenzytu wydziela się węgiel w postaci drobnodispersyjnego węglika, co powoduje zmniejszenie tetragonalności martenzytu. Powyższym przemianom towarzyszy skurcz próbki. Struktura po odpuszczaniu składa się z martenzytu odpuszczonego, austenitu szczątkowego i wydzielen węglika.

Drugie stadium przebiega w zakresie temperatur 200-300 °C. Przeważają tutaj procesy przemiany austenitu szczątkowego w martenzyt odpuszczony, co powoduje wydłużenie próbki. Struktura stali składa się z martenzytu odpuszczonego i węglika .

W trzecim stadium odpuszczania (300-400 °C) następuje całkowite wydzielenie się węgla z martenzytu, rozpuszczanie się węglika w osnowie i niezależne wydzielanie cementytu. W powyższym stadium odpuszczania następuje silny skurcz próbki. Struktura próbki składa się z martenzytu odpuszczonego i wydzielen cementytu.

Powyżej temperatury 400 °C rozpoczyna się czwarte stadium odpuszczania, w którym zachodzą procesy koagulacji cementytu, polegające na stopniowym rozpuszczaniu się mniejszych cząstek cementytu i wzroście większych. W temperaturze ok. 600°C następuje sferoidyzacja cementytu. Struktura składa się z wysokoodpuszczonego martenzytu.

Procesy obróbki cieplnej

Obróbka cieplna ma na celu zmianę właściwości poprzez zmianę struktury, lecz bez zmiany kształtu obrabianego przedmiotu. W zależności od parametrów obróbki cieplnej oraz zmian zachodzących w strukturze pod wpływem obróbki cieplnej wyróżnia się: wyżarzanie, hartowanie, odpuszczanie, przesycanie i starzenie.

Wyżarzanie

Przez wyżarzanie rozumie się zabiegi cieplne, których celem jest uzyskanie struktury w obrabianym materiale zbliżonej do stanu równowagi termodynamicznej. Wyżarzanie polega na nagraniu materiału do określonej temperatury, wygrzaniu w tej temperaturze i chłodzeniu z odpowiednią szybkością. Ze względu na temperaturę, w której wyżarzanie przebiega, dzieli się je na wyżarzanie: z przekrystalizowaniem i bez przekrystalizowania.

Procesy wyżarzania bez przekrystalizowania

Wyżarzanie rekrystalizujące przeprowadza się po obróbce plastycznej na zimno. Polega na nagraniu materiału do temperatury wyższej od temperatury początku rekrystalizacji, wygrzaniu w tej temperaturze i chłodzeniu. Celem wyżarzania rekrystalizującego jest usunięcie skutków zgniotu i przywrócenie pierwotnych właściwości materiału.

Wyżarzanie odprężające (odprężanie) polega na nagraniu materiału do temperatury poniżej A_{c1} , najczęściej 600-650 °C, wygrzaniu w tej temperaturze i powolnym studzeniu. Celem wyżarzania odprężającego jest zmniejszenie naprężeń własnych bez wyraźnych zmian struktury i właściwości uzyskanych w wyniku wcześniejszej obróbki, stosowane jest do odlewów staliwnych, elementów spawanych oraz utwardzonych przez odkształcenia plastyczne.

Wyżarzanie stabilizujące przeprowadza się w temperaturze do 150 °C i ma na celu zapewnienie niezmienności wymiarowej oraz zmniejszenie naprężeń własnych. Najczęściej jest stosowane do narzędzi, sprawdzianów, odlewów żeliwnych, walców hutniczych itp. Jeżeli wyżarzanie przebiega w temperaturze otoczenia w czasie od kilku miesięcy do kilku lat, to nosi nazwę sezonowanie.

Procesy wyżarzania z przekrystalizowaniem

Wyżarzanie ujednorodniające (homogenizujące) polega na nagraniu materiału do temperatury 1000-1200 °C, długotrwałym wygrzaniu w tej temperaturze aż do wyrównania składu chemicznego oraz powolnym chłodzeniu. Celem zabiegu jest zmniejszenie niejednorodności składu chemicznego.

Wyżarzanie normalizujące (normalizowanie) polega na nagraniu do stanu austenitycznego, tzn. 30-50 °C powyżej temperatury linii GSE (A_{c3} , A_{cm}) i następnie studzeniu w powietrzu. Celem operacji jest uzyskanie jednorodnej struktury drobnoziarnistej, a przez to poprawa właściwości mechanicznych stali. Jest stosowane do niestopowych stali konstrukcyjnych i staliwa - często przed dalszą obróbką cieplną w celu ujednorodnienia struktury.

Wyżarzanie zupełne polega na nagraniu stali, jak przy wyżarzaniu normalizującym i powolnym studzeniu. Celem zabiegu jest zmniejszenie twardości, usunięcie naprężeń własnych, poprawa ciągliwości stali. Procesowi temu poddaje się zwykle stale stopowe, dla których szybkość chłodzenia w spokojnym powietrzu podczas normalizowania jest za

duża i może prowadzić do zahartowania stali.

Wyżarzanie izotermiczne jest odmianą wyżarzania zupełnego i polega na nagraniu stali o 30-50 °C powyżej temperatury A_{c3} , A_{cm} , wygrzaniu w tej temperaturze, szybkim chłodzeniu do temperatury zawartej pomiędzy temperaturą A_{r1} , a temperaturą najmniejszej trwałości przechłodzonego austenitu i izotermicznym wytrzymaniu w tej temperaturze aż do zakończenia przemiany perlitycznej. W wyniku wyżarzania izotermicznego uzyskuje się równomierne rozmieszczenie cementytu w perlicie, ziarna średniej wielkości, dobrą obrabialność oraz twardość w granicach 150 – 220 HB. Z tych względów proces ten jest zalecany dla stali stopowych do nawęglania i ulepszenia, przeznaczonych na koła zębate, wałki wielowypustowe itp.

Wyżarzanie sferoidyzujące (zmiękczenie) polega na nagraniu stali do temperatury zbliżonej do A_{c1} wygrzaniu w tej temperaturze i powolnym chłodzeniu. Wygrzewanie może się odbywać w temperaturze do 20 °C powyżej lub poniżej temperatury A_{c1} . Najbardziej efektywne jest wygrzewanie wahadłowe wokół temperatury A_{c1} , trudne jednak do realizacji w warunkach przemysłowych.

W wyniku operacji wyżarzania sferoidyzującego uzyskuje się strukturę cementytu kulkowego w osnowie ferrytycznej tzw. sferoidyt. Struktura taka odznacza się najmniejszą twardością, dobrą skrawalnością oraz podatnością na odkształcenia plastyczne w czasie obróbki plastycznej na zimno.

Hartowanie

Hartowanie polega na nagraniu stali do temperatury austenitowania, krótkim wygrzaniu w tej temperaturze i oziębieniu z szybkością umożliwiającą uzyskanie struktury martenzytycznej lub bainitycznej. Podczas hartowania stali niestopowych oraz stali niskostopowych materiał nagrzewamy do temperatury 30-50 °C powyżej linii GSK. Natomiast stale wysokostopowe (nierdzewne, szybko tnące) nagrzewamy do temperatur znacznie wyższych (1100-1200 °C) w celu rozpuszczenia się w austenicie węglików i maksymalnego nasycenia roztworu stałego pierwiastkami stopowymi.

W zależności od sposobu chłodzenia wyróżnia się hartowanie zwykłe (ciągłe), stopniowe oraz z przemianą izotermiczną.

Hartowanie zwykłe polega na ciągłym obniżaniu temperatury obrabianego elementu z prędkością większą od krytycznej w ośrodku o temperaturze niższej od temperatury początku przemiany martenzytycznej. Dobór ośrodka chłodzącego uzależniony jest od hartowanego materiału oraz rodzaju struktury, którą chcemy uzyskać po zakończeniu procesu.

Stale węglowe chłodzimy najczęściej w wodzie lub roztworach soli, natomiast stale stopowe w oleju lub powietrzu.

Hartowanie stopniowe polega na chłodzeniu obrabianego elementu w kąpeli o temperaturze wyższej od temperatury początku przemiany martenzytycznej, wytrzymaniu w tej temperaturze przez okres konieczny do wyrównania temperatury na powierzchni i w rdzeniu przedmiotu lecz nie dłużej niż czas trwałości austenitu w tej temperaturze i powolnym chłodzeniu do temperatury otoczenia. Dzięki wyrównaniu temperatury na powierzchni i w rdzeniu materiału oraz powolnemu chłodzeniu po wytrzymaniu izotermicznym w przekroju elementu zanikają naprężenia termiczne oraz zmniejsza się skłonność do pękania i paczenia elementów.

Hartowanie izotermiczne (bainityczne) przebiega podobnie jak hartowanie stopniowe, tzn. po austenitowaniu stal ochładza się w kąpeli o temperaturze wyższej od M_s , zwykle w zakresie 250-400 °C, wytrzymuje w tej temperaturze do czasu zakończenia przemiany bainitycznej i chłodzi w powietrzu. Uzyskana struktura bainityczna posiada dużą twardość (40-50 HRC), a zarazem większą ciągliwość i udarność niż struktura martenzytyczna.

Ze względu na zasięg austenitzowania obrabianego cieplnie przedmiotu hartowanie dzielimy na: objętościowe i powierzchniowe.

Hartowanie objętościowe występuje wtedy, gdy austenitzowanie obejmuje całą objętość obrabianego cieplnie przedmiotu, a grubość zahartowanej warstwy zależy wyłącznie od własności materiału i szybkości chłodzenia.

Hartowanie powierzchniowe polega na szybkim nagraniu warstwy powierzchniowej przedmiotu do temperatury hartowania i następnie szybkim chłodzeniu. Hartowanie powierzchniowe umożliwia ograniczenie nagrzewania do cienkiej warstwy powierzchniowej w miejscach, które powinny być obrobione cieplnie, nie wywołuje więc dużych naprężeń i odkształceń cieplnych.

Hartowanie powierzchniowe w zależności od sposobu nagrzewania dzieli się na:

- indukcyjne,
- płomieniowe,
- kąpielowe,
- wiązkowe (laserowe, elektronowe, jonowe).

Hartowność stali

Hartowność stali, jest to zdolność do tworzenia struktury martenzytycznej. Właściwość ta jest ściśle związana z krytyczną szybkością chłodzenia stali; im większa jest wymagana szybkość chłodzenia tym hartowność mniejsza. Z pojęciem hartowności związane są następujące cechy:

- głębokość hartowania,
- maksymalna twardość uzyskiwana na powierzchni,
- skłonność do tworzenia rys i pęknięć hartowniczych.

Dla celów praktycznych porównywania hartowności różnych gatunków stali często podaje się maksymalną średnicę pręta, przy której zostaje on zahartowany na wskroś. Średnicę tę nazywa się średnicą krytyczną (D_k) i stanowi ona podstawowe kryterium hartowności stali. Za warstwę zahartowaną przyjmuje się strefę, w której występuje co najmniej 50 % martenzytu. Średnicę krytyczną wyznacza się podczas badania hartowności stali za pomocą krzywych U. Metoda ta opracowana przez Grossmana polega na hartowaniu w stałych warunkach prętów z danego gatunku stali o różnych średnicach i wyznaczeniu rozkładu twardości na przekroju poprzecznym każdego pręta wzdłuż średnicy. Wyniki podaje się w postaci wykresu zmiany twardości w funkcji odległości od środka próbki. Z powodu kształtu powyższych wykresów przyjęło się określać je jako krzywe „U”.

Jedną z najczęściej stosowanych metod określania hartowności stali jest metoda hartowania od czoła (Jominy'ego). Polega ona na hartowaniu od czoła próbki walcowej o średnicy 25 mm i długości 100 mm (z kołnierzem) strumieniem wody wypływającej z dyszy o średnicy 12,5 mm. Po zahartowaniu zeszlifowuje się po 0,4 mm wzdłuż przeciwległych tworzących próbki i dokonuje pomiarów twardości metodą Rockwella w skali C w odległości od czoła próbki: dwa odciski co 1,5 mm, sześć co 2 mm i następnie co 5 mm. Następnie sporządza się wykres hartowności stali w układzie współrzędnych: twardość HRC - odległość od czoła. Powyższa metoda jest stosowana do określania hartowności stali o średniej hartowności.

Inną metodą wyznaczania hartowności jest metoda obliczeniowa polegająca na liczbowym ujęciu wpływu węgla, pierwiastków substytucyjnych oraz wielkości ziarna austenitu pierwotnego.

Odpuszczanie

Odpuszczanie polega na nagraniu stali zahartowanej do temperatury niższej od A_{c1} , wygrzaniu w tej temperaturze i chłodzeniu do temperatury pokojowej. W zależności

od temperatury, w której prowadzony jest proces, rozróżnia się odpuszczanie:

- niskie 100-250 °C,
- średnie 250-500 °C,
- wysokie 500 °C - A_{c1} .

Odpuszczanie niskie stosowane jest głównie do stali narzędziowych, łożyskowych oraz hartowanych powierzchniowo. Celem odpuszczania niskiego jest zmniejszenie naprężeń hartowniczych, skłonności do kruchego pęknięcia oraz zachowanie dużej twardości i odporności na ścieranie.

Odpuszczanie średnie jest stosowane w celu nadania obrabianym elementom wysokiej granicy sprężystości przy zachowanej dużej wytrzymałości i równoczesnym polepszeniu ich właściwości plastycznych. Twardość struktury nieznacznie się zmniejsza. Odpuszczanie średnie jest stosowane głównie do stali sprężynowych oraz konstrukcyjnych. Odpuszczanie wysokie stosowane jest głównie do stali konstrukcyjnych w celu otrzymania najbardziej korzystnych właściwości wytrzymałościowych i plastycznych, tj. dużej udarności i wydłużenia przy maksymalnym stosunku R_e/R_m .

Połączenie hartowania z odpuszczaniem niskim nazywamy utwardzaniem cieplnym, natomiast połączenie hartowania z odpuszczaniem wysokim lub średnim nazywamy ulepszeniem cieplnym.

Przesycanie i starzenie

Przesycanie polega na nagraniu stopu do temperatury powyżej granicznej rozpuszczalności drugiego składnika, wygrzaniu w tej temperaturze i szybkim chłodzeniu w celu zatrzymania rozpuszczonego składnika w roztworze stałym. W wyniku przesycania poprawiają się właściwości plastyczne natomiast zmniejsza się wytrzymałość i twardość. Starzenie polega na nagraniu stopu uprzednio przesyconego do temperatury poniżej granicznej rozpuszczalności drugiego składnika, wygrzaniu w tej temperaturze i powolnym chłodzeniu. Jeżeli proces starzenia zachodzi w temperaturze pokojowej to nosi nazwę starzenia samorzutnego lub naturalnego. Starzenie powoduje poprawę właściwości wytrzymałościowych i twardości oraz pogorszenie plastyczności.

Połączone procesy przesycania i starzenia określa się wspólną nazwą utwardzanie wydzieleniowe. Utwardzaniu wydzieleniowemu poddawane są stopy charakteryzujące się zmienną rozpuszczalnością jednego ze składników w stanie stałym i ma zastosowanie do umacniania metali nieżelaznych oraz stopowych stali austenitycznych i ferrytycznych.

Zachodzące procesy starzenia mogą być niekorzystne w stalach przeznaczonych do głębokiego tłoczenia oraz kotłowych, gdyż powodują zmniejszenie plastyczności i wzrost kruchości.

4.7.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie znasz rodzaje obróbki cieplnej zwykłej?
2. Jakie przemiany fazowe zachodzą podczas obróbki cieplnej?
3. Jakie znasz procesy obróbki cieplnej?
4. Czym charakteryzuje się hartowanie?
5. Czym charakteryzuje się wyżarzanie?

4.7.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Skłasyfikuj obróbkę cieplną zwykłą.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) określić zagadnienie obróbki cieplnej,
- 3) określić parametry przemian fazowych,
- 4) opisać ćwiczenie w zeszycie,
- 5) omówić tworzywa sztuczne,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalog,
- normy,
- zeszyt do ćwiczeń,
- przybory do pisania,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Omów przemiany fazowe podczas obróbki cieplnej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) przeczytać zagadnienie dotyczące obróbki cieplnej,
- 3) sklasyfikować poszczególne przemiany,
- 4) zanotować ćwiczenie w zeszycie,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalog stali i stopów,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń,
- literatura z rozdziału 6.

4.7.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1) rozróżnić rodzaje obróbki cieplnej? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) opisać przemiany zachodzące w stali podczas chłodzenia? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) opisać proces hartowania? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) sklasyfikować procesy hartowania? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.8. Zasady doboru materiałów

4.8.1. Materiał nauczania

Istnieją pewne ogólne zasady doboru materiałów przez konstruktora przy projektowaniu nowego zespołu maszyny. Po wyborze najlepszego układu kinematycznego następuje określenie najniekorzystniejszych warunków działania sił w tym układzie i ustalenie najwłaściwszych kształtów części, zdolnych do wypełnienia określonej funkcji w zespole. Dla ustalonych obciążeń i warunków pracy można już obliczyć naprężenia w przekrojach niebezpiecznych i dobrać odpowiedni materiał, który powinien być jak najlepiej wyzyskany. Konstruktor powinien zatem znać dobrze materiały i ich własności fizyko-chemiczne, wpływ procesu technologicznego na te własności i umieć ocenić zachowanie się danego materiału w warunkach jego pracy. Dla dobrego wykorzystania materiału należy zdawać sobie sprawę z rzeczywiście występujących obciążeń w poszczególnych mechanizmach samochodu, ustalanych podczas badania prototypów. Wymagana trwałość części i mechanizmów w warunkach ich pracy (temperatura, drgania, uderzenia, ścieranie itp.) wyznacza wartości dopuszczalnych obciążeń roboczych.

Obciążenie mechanizmów samochodowych jest zwykle zmienne w szerokich granicach i ma charakter przeważnie dynamiczny. Mechanizmy jezdne i nośne obejmują zarówno obciążenia wywołane nierównościami drogi jak i oddziaływaniem sił przyczepności w płaszczyźnie jezdni i momentów hamujących. Prawidłowy dobór materiałów powinien uwzględniać ich oszczędność nie tylko ilościową ale i jakościową, opartą w jak najszerszym zakresie na krajowych surowcach. Przy ocenie własności mechanicznych metali i ich stopów konstruktor opiera się na wynikach prób statycznych lub dynamicznych, wykonanych na próbkach w określonym stanie obróbki cieplnej.

Ścisłe określenie tak istotnej dla konstrukcji granicy sprężystości jest w praktyce niemożliwe i dlatego określona jest ona jako wartość takiego naprężenia normalnego, przy którym odkształcenie trwale nie przekracza pewnej umownej wielkości. Wielkość ta waha się zgodnie z normą w granicach 0,001 do 0,05 %, przy czym polskie normy ustalają ją na 0,02 %.

Ulepszenie cieplne stali podnosi granicę sprężystości i granicę plastyczności. Podnosi oczywiście i wytrzymałość R_r , ale można tak odpuścić zahartowaną stal, że wytrzymałość R_r będzie taka sama, jak przed ulepszeniem, a granice $R_{Sp0,02}$ i Q_r będą znacznie wyższe. Jeśli w stali nie ulepszonej cieplnie, w stanie surowym czy znormalizowanym, $Q_r:R_r$ wyniesie 0,5 – 0,6, to po ulepszeniu tej stali stosunek ten wzrośnie do 0,75 – 0,85. Ulepszenie więc stali prowadzi do zmniejszania powierzchni przekrojów niebezpiecznych i do lepszego wykorzystania materiału.

Granica plastyczności Q_r jest tym istotnym wskaźnikiem dla konstruktora, wskazującym, że od tego granicznego naprężenia należy się liczyć z wyraźnymi i stale wzrastającymi odkształceniami plastycznymi.

W nowoczesnych konstrukcjach stosuje się materiały o większych wartościach R_r i o większych stosunkach $Q_r:R_r$, a o mniejszym wydłużeniu dochodzącym do 4 – 5 %. Plastyczność materiału to jego cecha istotna dla jego obróbki plastycznej, dla konstruktora natomiast wskaźniki plastyczne materiału są ważne na wypadek katastrofy maszyny.

Rzadziej korzysta konstruktor z wyników prób statycznych ściskania, skręcania, ścinania lub zginania. Ta ostatnia próba nadaje się szczególnie do stopów kruchych i znajduje praktycznie zastosowanie do badania jakości żeliwa (PN/H-752). Wartość wytrzymałości na zginanie R_a i strzałki ugięcia belki o określonych wymiarach przy ustalonej odległości podpór są zasadniczymi wskaźnikami żeliwa szarego.

Żeliwo szare nie podlega prawu Hooke'a z powodu obecności w strukturze wydzielonego grafitu; podczas prób rozciągania żeliwo jest bardzo wrażliwe na dodatkowe naprężenia zginające, powstałe w przypadku mimoosiowego zamocowania próbki. Dlatego wyniki próby rozciągania dla żeliwa nie są dostatecznie dokładne i pewne. Z drugiej strony wyniki próby na zginanie zależą w dużym stopniu od kształtu przekroju, wymiarów i rodzaju powierzchni próbki. Wymieniona norma PN/H-752 podaje wymiary próbek i formy odlewanej, dla prętów surowych lub obrobionych, przy odległości podpór 300, lub 600 mm.

Części samochodowe pracują przy obciążeniach zmiennych, wielokrotnie powtarzalnych, o różnej częstotliwości zmian i różnych znakach naprężeń, poza tym podlegają mniejszym bądź większym obciążeniom udarowym. Wymienione wskaźniki powinny być określone zarówno w temperaturach otoczenia, jak i temperaturach podwyższonych i obniżonych. Dodatkowy problem stanowi wytrzymałość na pełzanie dynamiczne w wysokich temperaturach dla części silników turbospalinowych.

Zmęczenie materiału rozpoczyna się zwykle na powierzchni na skutek spiętrzenia naprężeń, wywołanego błędem konstrukcyjnym (zbyt ostry karb, zbyt nisko ocenione obciążenie) lub niedostateczną jakością warstwy powierzchniowej (mikrokarby, odwęglenie, korozja, przeciążenie punktowe).

Przy projektowaniu części mechanizmów należy przestrzegać następujących wytycznych.

a) Materiał należy dobierać w zależności od warunków pracy danej części o dostatecznie wysokich wskaźnikach R_r i Q_r , drobnoziarnisty, o małej ilości zanieczyszczeń i dostatecznej obróbce plastycznej, zapewniającej ciągłość materiału bez pęcherzy i innych osłabień przekroju. Na części pracujące w specjalnie ciężkich warunkach uzasadnione jest stosowanie stali stopowych ulepszonych cieplnie, zapewniających dobrą drobnoziarnistość, hartowność i wyższe własności mechaniczne.

b) Części kształtować należy w sposób wykluczający nagłe zmiany przekrojów. Wszelkie podcięcia łagodzić przez stosowanie jak największych promieni zaokrągleń. Jeżeli istnieje konieczność zachowania w konstrukcji wycięcia w kształcie karbu, to należy stosować w miarę możliwości sąsiednie karby odciążające, obniżające stopień spiętrzenia naprężeń.

c) Odporność na zmęczenie należy zwiększyć przez podwyższenie klasy chropowatości powierzchni, a za tym zmniejszenie głębokości mikrokarbów i stosowanie specjalnej obróbki powierzchniowej, często precyzowanej przez konstruktora na rysunku (np. dogładzanie oscylacyjne).

d) Powierzchnie należy wykańczać za pomocą odpowiedniego zgniotu, gdyż korzystniej jest z punktu widzenia odporności na zmęczenie otrzymać w warstwie podpowierzchniowej naprężenia własne ściskające, zamiast naprężeń rozciągających. Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna związana z przemianami i zwiększeniem objętości ziaren, wywołuje również własne naprężenia ściskające w warstwie podpowierzchniowej. Szczególnie powierzchniowe hartowanie indukcyjne, określone przez konstruktora na głębokość obejmującą pole spiętrzonych naprężeń, może wywołać wysokie naprężenia ściskające, podnoszące znacznie wytrzymałość zmęczeniowo-kształtową.

e) Części narażone na korozję należy wykonywać ze specjalnie odpornych materiałów lub zabezpieczać przez powlekanie ochronne (np. anodowanie, chromowanie), mając na uwadze, że korozja narusza zwykle granice ziaren i wytwarza bardzo ostre mikrokarby.

f) Większe przekroje należy traktować jako mniej odporne na zmęczenie od przekrojów mniejszych z tego samego materiału. Jakość materiału w przedmiocie o większych wymiarach jest zwykle niższa ze względu na mniejsze przekucie czy gorsze własności odlewu. Ujemny wpływ działania mikrokarbu dla przekrojów większych, silniej

zaznacza się dla materiałów o większej wytrzymałości.

g) Należy się liczyć z możliwością powstawania zmęczenia powierzchniowego przy zbyt dużych obciążeniach punktowych (koła zębate, łożyska toczne). Największe odkształcenia postaciowe, występujące zwykle na pewnej głębokości w materiale pod punktem nacisku, wywołują łuszczenie się warstw powierzchniowych (pitting).

h) Wyniki prób zmęczeniowych uzyskane na polerowanych próbkach należy traktować jako orientacyjne, pamiętając, że jedynie kształt i wielkość części, sposób jej wykonania oraz warunki pracy mają decydujące znaczenie dla wytrzymałości na zmęczenie tej części.

4.8.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie są podstawowe zasady doboru materiałów konstrukcyjnych?
2. W jaki sposób dobieramy stale na elementy blaszane?
3. Jakie znaczenie ma ulepszenie cieplne?
4. W jaki sposób konstruktorzy sprawdzają wytrzymałość stali i żeliw?
5. Jaki wpływ na dobór materiałów na konstrukcję ma zmęczenie materiału?
6. Jaki wpływ ma odporność na korozję przy doborze stali?

4.8.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Omów zasady doboru materiałów konstrukcyjnych w pojazdach samochodowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) określić warunki pracy poszczególnych elementów samochodu,
- 3) określić zastosowanie różnych materiałów przy konstruowaniu samochodu,
- 4) znać właściwości tych materiałów,
- 5) opisać ćwiczenie w zeszycie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- Katalog materiałów konstrukcyjnych,
- Normy dotyczące materiałów konstrukcyjnych,
- instrukcja napraw samochodu,
- przybory do pisania,
- zeszyt do ćwiczeń.

4.8.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1) omówić zasady doboru materiałów konstrukcyjnych? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) wymienić materiały konstrukcyjne zastosowane w wybranym pojeździe? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) wymienić wytyczne do projektowania? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań o różnym stopniu trudności. Są to zadania wielokrotnego wyboru.
5. Za każdą poprawną odpowiedź możesz uzyskać 1 punkt.
6. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi. Dla każdego zadania podane są cztery możliwe odpowiedzi: a, b, c, d. Tylko jedna odpowiedź jest poprawna ; wybierz ją i zaznacz kratkę z odpowiadającą jej literą znakiem X.
7. Staraj się wyraźnie zaznaczać odpowiedzi. Jeżeli się pomylisz i błędnie zaznaczysz odpowiedź, otocz ją kółkiem i zaznacz ponownie odpowiedź, którą uważasz za poprawną.
8. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
9. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie sprawiało Ci trudność, wtedy odłóż rozwiązanie zadania na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci czas wolny.
10. Po rozwiązaniu testu sprawdź, czy zaznaczyłeś wszystkie odpowiedzi na KARCIE ODPOWIEDZI.
11. Na rozwiązanie testu masz 45 minut.

Powodzenia!

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Standardy międzynarodowe spełnia norma oznaczona
 - a) PN.
 - b) PN-EN.
 - c) BN.
 - d) PN-ISO.
2. Stal to stop żelaza z
 - a) węglem.
 - b) cynkiem.
 - c) ołowiem.
 - d) innym pierwiastkiem.
3. Żeliwo zawiera
 - a) 0,5 % węgla.
 - b) 2 – 3,8 % węgla.
 - c) 0 %.
 - d) powyżej 4 % węgla.
4. Do stopów lekkich zaliczamy min.
 - a) stal.
 - b) stop aluminium.
 - c) staliwo.
 - d) żeliwo.

5. Coraz większą popularnością w konstrukcjach samochodowych cieszą się
 - a) żeliwa.
 - b) stopy stali.
 - c) tworzywa sztuczne.
 - d) materiały ceramiczne.

6. Stale węglowe zwykłej jakości oznacza się przykładowo jako
 - a) St3.
 - b) 20KN50.
 - c) A20-C.
 - d) 40WT80.

7. Polimeryzacja jest
 - a) procesem chemicznymi.
 - b) procesem cieplnym.
 - c) przemianą na wykresie Fe-C.
 - d) procesem technologicznym.

8. Skrót Fe-C oznacza
 - a) wykres żelazo-chrom.
 - b) wykres żelazo-węgiel.
 - c) wykres żelazo-cynk.
 - d) wykres żelazo-nikiel.

9. Stal o zawartości 0,8 % C to
 - a) cementyt.
 - b) perlit.
 - c) austenit.
 - d) ledeburyt.

10. Tworzywa wulkanizujące się występują najczęściej w postaci
 - a) plastiku.
 - b) gumy.
 - c) papieru.
 - d) kleju.

11. Częścią pojazdu samochodowego, w której używa się ceramiki jest
 - a) uszczelka układu wydechowego.
 - b) świeca zapłonowa.
 - c) bezpiecznik.
 - d) tłumik wydechowy.

12. Duraluminium to
 - a) stop żelaza z węglem.
 - b) stop aluminium.
 - c) stop magnezu.
 - d) stop miedzi.

13. Octan celulozy jest
- pochodnym papieru.
 - tworzywem sztucznym.
 - klejem.
 - barwnikiem.
14. Obróbkę cieplno–chemiczną stosuje się do
- tworzyw sztucznych.
 - materiałów uszczelniających.
 - metali nieżelaznych.
 - stali.
15. Zawory silnika spalinowego wykonywane są ze
- stali resorowo–sprężynowej.
 - stali zwykłego gatunku.
 - stali podwyższonego gatunku.
 - stali żaroodpornej.
16. W pojazdach samochodowych na przewody elektryczne stosowane są głównie stopy
- stali.
 - cynku.
 - miedzi.
 - ołowiu.
17. Płytki akumulatora samochodowego wykonane są z
- ołowiu.
 - miedzi.
 - cynku.
 - cyny.
18. Do klejenia metali najczęściej stosuje się kleje
- biurowe.
 - kauczukowe.
 - epoksydowe.
 - butapren.
19. Elementy bimetalowe instalacji elektrycznej wykonane są ze stali o
- dużej odporności na zginanie.
 - dużej odporności antykorozyjnej.
 - zmiennym ciepłym współczynnikiem rozszerzalności liniowej.
 - stałym ciepłym współczynnikiem rozszerzalności liniowej.
20. Koniec topnienia stopów żelaza na wykresie Fe–C obrazuje linia
- GS.
 - BC.
 - HNJ.
 - SE.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Dobieranie materiałów stosownych w układach konstrukcyjnych pojazdów samochodowych

Zakreśl poprawną odpowiedź.

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

6. LITERATURA

1. Blicharski M.: Wstęp do inżynierii materiałowej, Warszawa, WNT 1998
2. Ciszewski A., Radomski T.: Materiały konstrukcyjne w budowie maszyn, Warszawa
3. Kosiewicz T.: Materiały i półwyroby w budowie samochodów, Warszawa
4. Leda H.: Kompozyty polimerowe z włóknami ciągłymi, Poznań, Wyd. PP 2000
5. Leda H.: Współczesne materiały konstrukcyjne i narzędziowe, wyd.2, Poznań
6. Materiały w budowie maszyn: przewodnik do ćwiczeń laboratoryjnych
7. Metaloznawstwo i obróbka cieplna materiałów narzędziowych, red L. Dobrzański,
8. Rudnik S.: Metaloznawstwo, Warszawa, PWN 1998
9. Śleziona J.: Technologia kompozytów, Gliwice, Leda H.
10. <http://www.sciaga.pl>
11. <http://www.tworzywa.com.pl>
12. <http://www.profesor.pl>