

Moduł 1

Materiały konstrukcyjne i eksploatacyjne

1. Wiadomości podstawowe o materiałach konstrukcyjnych
2. Metale i ich stopy
3. Stopy żelaza z węglem
4. Tworzywa sztuczne
5. Ceramika
6. Kompozyty
7. Materiały eksploatacyjne
8. Bibliografia

1. Wiadomości podstawowe o materiałach konstrukcyjnych

Materiałami konstrukcyjnymi nazywamy materiały, które są wykorzystywane do budowy maszyn i urządzeń.

Do materiałów konstrukcyjnych zaliczamy:

- metale i ich stopy,
- tworzywa sztuczne,
- ceramikę,
- kompozyty.

2. Metale i ich stopy

Wszystkie pierwiastki występujące w przyrodzie można podzielić na metale i nie-metale. Metale stanowią znaczną większość pierwiastków i wyróżniają się: połyskiem, nieprzezroczystością, dobrą przewodnością elektryczną i przewodnictwem cieplnym, a także – w licznych przypadkach – wykazują dobrą plastyczność. Metale odznaczają się innymi własnościami chemicznymi niż niemetale. Na przykład tlenki metali w połączeniu z wodą tworzą zasady, a tlenki niemetali tworzą kwasy.

Technicznie czyste metale, to znaczy takie, które zawierają pewną niewielką ilość zanieczyszczeń pochodzących z procesów metalurgicznych, są bardzo rzadko używane do wykonywania przedmiotów użytkowych.

Metale przeważnie miesza się i stapia ze sobą w różnych proporcjach, tworząc stopy. Stopy metali mają lepsze własności mechaniczne i technologiczne od czystych metali. Czyste metale mają gorsze własności odlewnicze niż ich stopy, ponieważ w stanie ciekłym rozpuszczają w sobie pewną ilość gazów, które wydzielając się, podczas krzepnięcia, tworzą w odlewach pęcherze obniżające jakość wyrobu. Na skutek swej niskiej twardości i dużej plastyczności czyste metale gorzej się obrabiają niż ich stopy, gdyż wióry przywierają do narzędzi skrawających.

Natomiast korzystną własnością czystych metali jest ich większa odporność na niszczące działanie czynników chemicznych i elektrochemicznych, czyli odporność na korozję. Czyste metale odznaczają się również lepszą przewodnością elektryczną i przewodnictwem cieplnym niż ich stopy. Własności metali i stopów technicznych dzieli się na:

- chemiczne,
- fizyczne,
- mechaniczne
- technologiczne.

I. Własności chemiczne metali i stopów

Do własności chemicznych metali i stopów zalicza się odporność na korozję i działanie czynników chemicznych oraz na działanie temperatury. Dużą odpornością na korozję odznaczają się takie metale, jak srebro (rys. nr 1), złoto i platyna (rys. nr 2), w mniejszym stopniu — nikiel (rys. nr 3) i chrom (rys. nr 4).

Rys. nr 1.1. Srebro



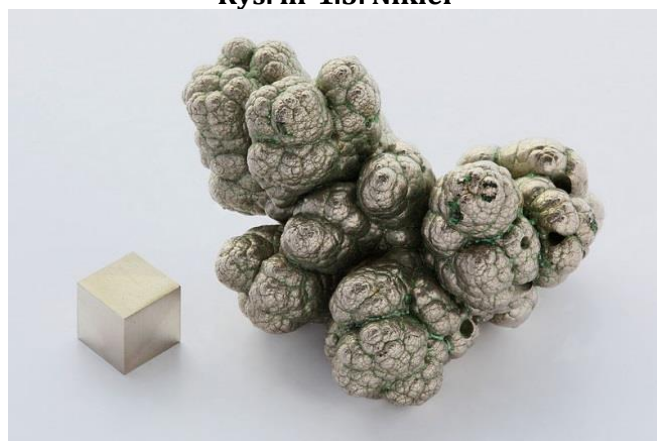
Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Silver_crystal.jpg

Rys. nr 1.2. Platyna



Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Platinum_crystals.jpg

Rys. nr 1.3. Nikiel



Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Nickel_electrolytic_and_1cm3_cube.jpg

rys. nr 1.4. Chrom



Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Chromium_crystals_and_1cm3_cube.jpg

Wykonuje się również specjalnie odporne na korozję i działanie czynników chemicznych stopy techniczne, np. stale nierdzewne, kwasoodporne (rys. nr. 5) i żaroodporne, zawierające duże ilości niklu i chromu.

Rys. nr 1.5. Stal kwasoodporna



Źródło: <http://gliwice.olx.pl/stal-kwasoodporna-nierdzewka-stan-nierdzewna-iid-100594447>

2. Własności fizyczne metali i stopów

Do własności fizycznych zalicza się: gęstość, temperaturę topnienia, temperaturę wrzenia, ciepło właściwe, przewodnictwo cieplne, przewodność elektryczną, własności magnetyczne, rozszerzalność cieplną i wygląd zewnętrzny.

Gęstość jest to stosunek masy ciała jednorodnego do objętości, wyrażany w kg/m^3 lub g/cm^3 .

Stopy i metale lekkie, jak np. lit, sód (rys. nr 6), magnez, aluminium i ich stopy, odznaczają się małą gęstością. Dużą gęstość mają metale ciężkie, np. żelazo, nikiel, miedź, wolfram (rys. nr. 7), platyna i ich stopy.

Rys. nr 1.6. Sód



Źródło: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Na_\(Sodium\).jpg](http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Na_(Sodium).jpg)

Rys. nr 1.7. Wolfram



Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Wolfram_evaporated_crystals_and_1cm3_cube.jpg

Temperatura topnienia metali i ich stopów jest wyrażana w stopniach Celsjusza ($^{\circ}\text{C}$). Wszystkie metale są topliwe, a ponieważ ich temperatura topnienia zmienia się w bardzo szerokich granicach, dzieli się je więc na łatwo topliwe, trudno topliwe i bardzo trudno topliwe. Do metali łatwo topliwych, których temperatura topnienia wynosi do 650°C , zalicza się między innymi: cynę (rys. nr 8), cynk, bizmut, kadm, magnez i ołów.

Rys. nr 1.8. Dwie odmiany alotropowe cyny



Źródło: <http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Sn-Alpha-Beta.jpg>

Metale łatwo topliwe mają temperaturę topnienia do 2000°C. Są to np. chrom, kobalt, miedź, nikiel, platyna i żelazo (rys. nr 9). Do metali trudno topliwych zalicza się molibden (rys. nr 10), tantal i wolfram. Temperatura topnienia tych metali wynosi ponad 2000°C. Metale mają stałą temperaturę topnienia, natomiast temperatura topnienia większości stopów mieści się w pewnych zakresach temperatury.

Rys. nr 1.9. Żelazo



Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Iron_electrolytic_and_1cm3_cube.jpg

Rys. nr 1.10. Molibden



Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Molybdenum_crystalline_fragment_and_1cm3_cube.jpg

Temperatura topnienia stopów metali jest zwykle niższa od temperatury topnienia składnika o najwyższej temperaturze topnienia.

Temperatura wrzenia dla większości metali jest dość wysoka. Do łatwo wrzących metali zalicza się kadm (rys. nr 11) i cynk. Temperatura wrzenia kadmu wynosi 767°C, a cynku 907°C. Tę własność cynku wykorzystuje się w hutnictwie, otrzymując czysty cynk przez odparowanie z rudy.

Rys. nr 1.11. Kadm



Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Cadmium-crystal_bar.jpg

Ciepło właściwe to ilość ciepła pobierana (lub oddawana) przez 1 kg danej substancji przy zmianie temperatury o 1°K. Ciepło właściwe zależy od rodzaju substancji, temperatury i sposobu ogrzewania. Na ogół ciepło właściwe cieczy jest większe niż ciała stałego. Ciepło właściwe jest zawsze podawane wraz z zakresem temperatury, dla której je określono.

Przewodnictwo cieplne jest jedną z charakterystycznych cech metali i stopów. Najlepszym przewodnikiem ciepła jest srebro, a następnie miedź, złoto i aluminium. Najgorzej natomiast przewodzi kadm, bizmut, antymon, ołów, tantal i nikiel. Miara przewodnictwa cieplnego jest ilość ciepła, jaka przepływa przez przewodnik o długości 1 m i przekroju 1 m² w ciągu 1 godziny przy różnicy temperatury 1°K.

Przewodnością elektryczną metali i stopów nazywamy zdolność przewodzenia prądu elektrycznego. Najlepszym przewodnikiem prądu jest srebro, a następnie miedź, złoto i aluminium. Dlatego na przewody elektryczne używa się miedzi lub aluminium, gdyż stawiają one najmniejszy opór przepływającemu prądowi elektrycznemu. Przewodność elektryczna maleje wraz ze wzrostem temperatury przewodnika.

Własności magnetyczne metali i stopów polegają na ich zdolności magnesowania się. Najlepsze własności magnetyczne mają żelazo, nikiel i kobalt, a ze stopów – neodym i stal. Z materiałów tych buduje się najlepsze magnesy trwałe.

Rozszerzalność cieplna metali i stopów przejawia się we wzroście wymiarów liniowych i objętości pod wpływem wzrostu temperatury i kurczeniu się podczas chłodzenia. Największą rozszerzalność cieplną wykazuje kadm, a najmniejszą wolfram. Zjawisko rozszerzalności cieplnej ma duże znaczenie praktyczne i musi być uwzględniane w konstrukcjach mostów, urządzeń pracujących w zmiennych temperaturach i silnikach cieplnych.

3. Własności mechaniczne metali i stopów

Własności te stanowią zespół cech określających zdolność do przeciwstawiania się działaniu sił zewnętrznych oraz zmian temperatury. Pod wpływem tych sił mogą nastąpić odkształcenia, a w przypadku niedostatecznie wytrzymałej konstrukcji – nawet zniszczenie danej części.

Do własności mechanicznych zalicza się: wytrzymałość, twardość i udurowienie, czyli odporność na uderzenia.

Wytrzymałość jest określona jako stosunek największej wartości obciążenia uzyskanego w czasie próby wytrzymałościowej do pola powierzchni przekroju poprzecznego badanego elementu. W zależności od rodzaju obciążeń rozróżnia się wytrzymałość na rozciąganie, ściskanie, zginanie, skręcanie, ścinanie i wyboczenie.

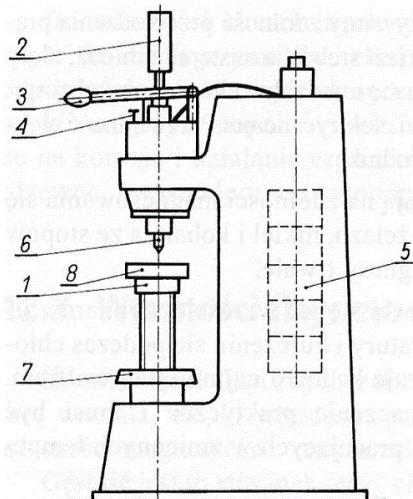
Twardość określa odporność materiału na odkształcenia trwałe, powstające wskutek wciskania weń wgłębnika. Próby twardości wykonuje się sposobami: Brinella, Rockwella i Vickersa.

Próba twardości **sposobem Brinella** polega na statycznym wciskaniu w określonym czasie twardej kulki w powierzchnię metalu. Próby dokonuje się na twardościomierzu Brinella (rys. nr 12), stosując kulki o średnicach 1, 2, 2,5, 5 i 10 mm i siłę nacisku w granicach 10÷30 000 N.

Średnicę kulki dobiera od grubości badanego materiału, a wartość siły obciążającej w zależności od rodzaju materiału i średnicy kulki. Po wykonaniu próby mierzy się, za pomocą specjalnej lupy z podziałką, średnicę odcisku i z odpowiednich tabel odczytuje twardość Brinella, oznaczaną HB. Dokładny przebieg próby, tabele do doboru średnicy kulki i siły obciążającej oraz tabele do odczytania wyników zawiera norma PN-EN ISO

6506-4:2006 (U). Metoda Brinella nadaje się do badania metali i stopów metali nieżelaznych, żeliwa i stali nieutwardzonej.

Rys. nr 1.12. Twardościomierz Brinnella: 1. stół twardościomierza, 2. manometr, 3. dźwignia pompki, 4. zawór, 5. obciążniki, 6. oprawka z kulą, 7. koło do przesuwania stołu, 8. przedmiot sprawdzany.

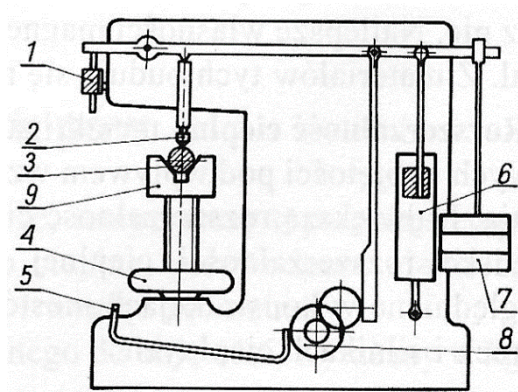


Źródło: Aleksander Górecki: *Technologia ogólna, podstawy technologii mechanicznej*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009

Próba twardości sposobem **Rockwella** polega na dwustopniowym wciskaniu w badaną próbkę metalu kulki stalowej lub stożka diamentowego o kącie wierzchołkowym 120° . Próby dokonuje się na twardościomierzu Rockwella (rys. nr 13). Miarą twardości Rockwella jest głębokość wnikania stożka lub kulki w badany materiał. Twardość odczytuje się bezpośrednio na odpowiednio wyskalowanym czujniku, umieszczonym w twardościomierzu, co jest dużym udogodnieniem. Jeżeli pomiar jest dokonywany za pomocą kulki, to twardość oznacza się symbolem HRB, stosując stożek – HRC. Pomiar twardości sposobem Rockwella za pomocą stożka stosuje się do twardych metali i stopów, a zwłaszcza stali utwardzanej cieplnie. Metoda badań jest opisana w PN-EN ISO 6508-1:2006 (U).

Rys. nr 1.13. Twardościomierz Rockwella

1. czujnik, 2. wgłębnik, 3. badany przedmiot (w tym przypadku wałek), 4. koło podnoszenia stołu, 5. zwalniacz obciążenia, 6. tłumik olejowy, 7. obciążniki, 8. korbka, 9. stół twardościomierza



Źródło: Aleksander Górecki: *Technologia ogólna, podstawy technologii mechanicznej*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009

Próba twardości sposobem **Vickersa** polega na wciskaniu w badany materiał ostrosłupa diamentowego o podstawie kwadratowej i kącie wierzchołkowym 136°. Na badanym materiale otrzymuje się odcisk o zarysie kwadratowym, którego przekątną należy zmierzyć i zależnie od jej długości odczytać w tabeli twardość Vickersa oznaczoną symbolem HV. Próby wykonuje się twardościomierzem Vickersa, który jest przeważnie wyposażony w mikroskop pomiarowy do mierzenia przekątnej. Metoda ta, przedstawiona w PN-EN ISO 6507-1: 2006 (U), jest szczególnie przydatna do badania twardości bardzo cienkich warstw powierzchniowo utwardzonej stali.

Udarność, czyli odporność materiałów na uderzenia, sprawdza się za pomocą próby udarności polegającej na złamaniu jednym uderzeniem młota wahadłowego próbki o określonym kształcie i wymiarach. Miarą udarności jest stosunek pracy zużytej na złamanie próbki do pola przekroju poprzecznego próbki. Próbie udarności poddaje się materiał przeznaczony na części, które są narażone na uderzenia lub nagłe obciążenia, a niekiedy nawet gotowe już części.

4. Własności technologiczne metali i stopów

Własności technologiczne określają przydatność materiału w procesach wytwarzania przedmiotów. Do własności technologicznych zalicza się lewność (własności odlewnicze), plastyczność i skrawalność.

Lejność, czyli zdolność ciekłego metalu lub stopu do wypełniania formy odlewniczej, zależy od składu chemicznego, struktury i temperatury ciekłego metalu. Do określania lejności stosuje się próbę odlewania spirali o znormalizowanych wymiarach. Im większa jest lejność metalu, tym dłuższy odcinek spirali zostanie wypełniony metalem w czasie odlewania.

Plastyczność określa zdolność ciał stałych do osiągania znacznych odkształceń trwałych pod działaniem sił zewnętrznych bez naruszania spójności. Inaczej – jest to przydatność materiału do obróbki plastycznej, czyli do kucia, tłoczenia, walcowania itp. Przydatność materiału do kucia sprawdza się podczas prób spęczania i spłaszczania metali. W technologicznej próbie zginania wyznacza się zdolność materiału do odkształceń plastycznych podczas zginania. Przydatność blach do tłoczenia określa w próbie tłoczności blach metodą Erichsena.

Skrawalność, czyli podatność materiału na obróbkę skrawaniem, bada się stosując próby, podczas których określa się powierzchnię skrawaną oraz rodzaj wiórów.

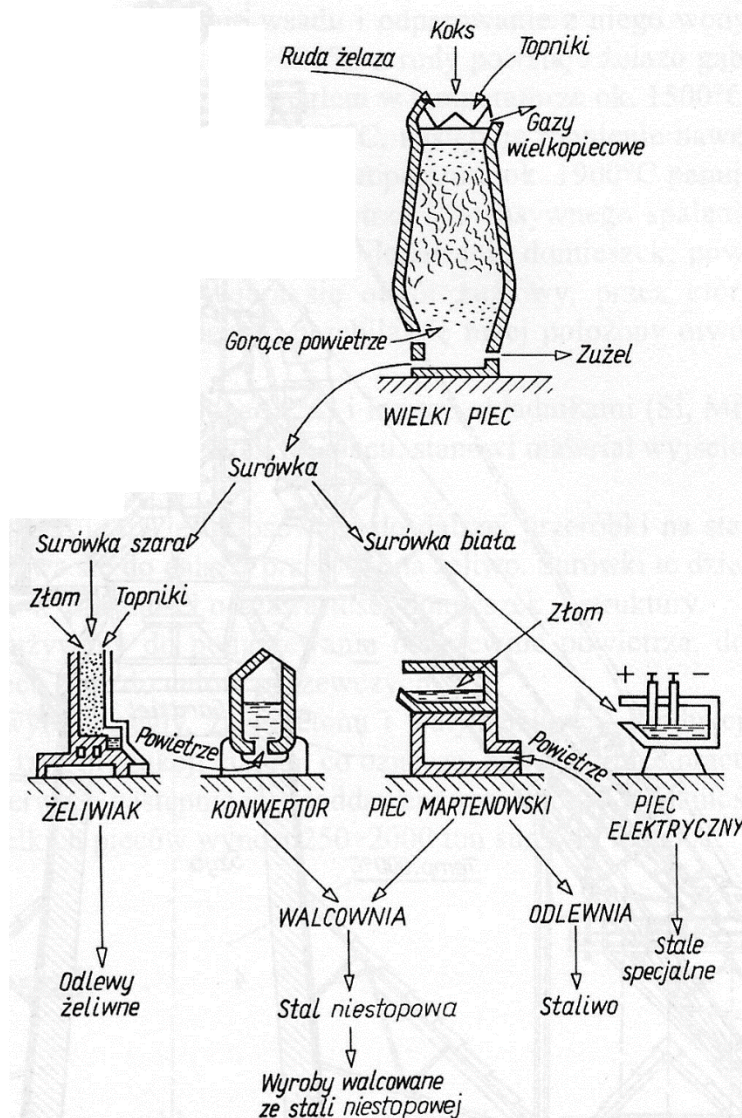
5. Stopy żelaza z węglem

Podstawowymi stopami stosowanymi w technice są stopy żelaza z węglem. Uproszczony schemat procesu otrzymywania tych stopów przedstawiono na rys. nr 14. Produktem wyjściowym jest surówka otrzymywana w wielkim piecu z rudy żelaza. Stopy żelaza z węglem zawierają również domieszki pochodzące z procesu metalurgicznego w postaci krzemu, manganu, siarki i fosforu. Siarka i fosfor są domieszkami szkodliwymi. Zawartość siarki powoduje kruchość stopu na gorąco, a zawartość fosforu zwiększa kruchość na zimno oraz pogarsza własności plastyczne i udarność stopu.

Stopy żelaza z węglem dzieli się na:

- surówki,
- żeliwa,
- staliwa,
- stale.

Rys. nr 1.14. Proces otrzymywania stopów żelaza z węglem



Źródło: Aleksander Górecki: *Technologia ogólna, podstawy technologii mechanicznej*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009

I. Otrzymywanie surówek żelaza

Otrzymywanie surówek żelaza z rud odbywa się w piecach hutniczych, zwanych **wielkimi piecami**. Piece te są budowane w kształcie wieży o wysokości do 30 m i średnicy do 8 m. Wnętrze wielkiego pieca jest wyłożone cegłą ogniotrwałą. Objętość (a ściślej: pojemność) użyteczna, czyli objętość wypełniona materiałami wsadowymi wynosi do 1500 m³. Piec jest ładowany z góry.

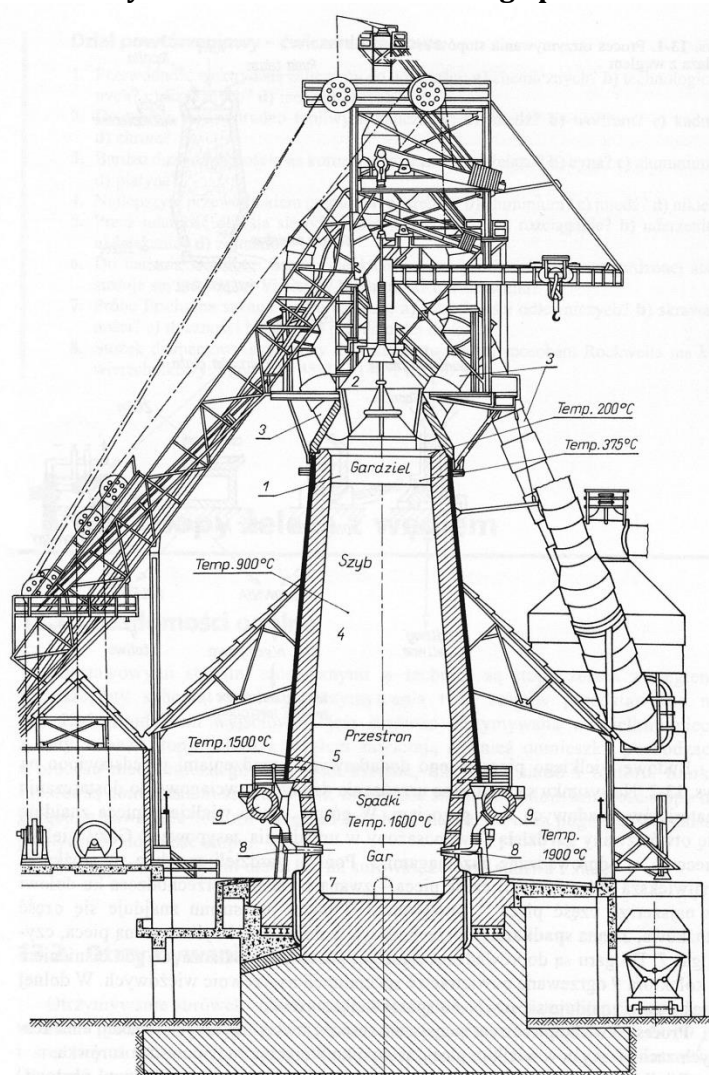
Budowę wielkiego pieca z jego dodatkowymi urządzeniami przedstawiono na rys. nr 15. Na rysunku są widoczne urządzenia dźwigowo-wciągowe do dostarczania materiałów wsadowych oraz gazociągi. W górnej części wielkiego pieca znajduje się otwór zwany **gardzielą 1**, wyposażony w urządzenia **zasypowe 2**. Gazy wielkopiecowe są odprowadzane **gazociągami 3**. Poniżej gardzieli znajduje się stożkowa (największą objętościowo) część pieca – zwana **szybem 4**, przechodząca ku dołowi w najszerszą część pieca – **przestrzeń 5**. Poniżej przestrzeni znajduje się część stożkowa, zwana **spadkami 6**, przechodząca w dolną część cylindryczną pieca, czyli **gar 7**. Do garu są doprowadzane

dysze 8, przez które wtłacza się pod ciśnieniem z **kolektora 9** ogrzewane powietrze ze specjalnych nagrzewnic wieżowych. W dolnej części garu znajduje się otwór do spuszczenia surówki.

Procesem wielkopieczowym nazywa się zespół zjawisk fizycznych i reakcji chemicznych zachodzących w wielkim piecu, w wyniku których z rudy powstaje surówka.

Wielki piec wypełnia się do połowy gardzieli materiałami wsadowymi ułożonymi warstwami w kolejności: warstwa koksu, warstwa rudy i warstwa topników.

Rys. nr 1.15. Schemat wielkiego pieca



Źródło: Aleksander Górecki: *Technologia ogólna, podstawy technologii mechanicznej*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009

W gardzieli następuje stopniowe nagrzewanie wsadu i odparowanie z niego wody. W środkowej części szybu w temperaturze 600–900°C z rudy powstaje żelazo gąbczaste, które w okolicach przestrzeni nasycza się węglem w temperaturze ok. 1500°C. W spadkach, w których panuje temperatura ok. 1600°C, następuje topnienie nawęglonego żelaza oraz tworzenie się żużlu. Najwyższa temperatura ok. 1900°C panuje w garze z powodu silnego nadmuchu ciepłego powietrza i intensywnego spalania koksu. W garze następuje dalsze nawęglanie żelaza i dodawanie domieszek; powstaje ciekła surówka. Co pewien czas otwiera się otwór żużlowy, przez który z powierzchni surówki spływa żużel. Następnie przebijają się niżej położony otwór i spuszcza surówkę.

Surówka, jako stop żelaza z węglem (ponad 2%) i innymi składnikami (Si, Mn, P, S), otrzymany w wyniku redukcji rudy w wielkim piecu, stanowi materiał wyjściowy do produkcji stali.

Rozróżnia się **surówkę białą**, która jest stosowana do dalszej przeróbki na stal, oraz **surówkę szarą**, której używa się do dalszej przeróbki na żeliwo. Surówki te dzieli się jeszcze na wiele gatunków w zależności od zawartości domieszek i struktury.

Gaz wielkopiecowy jest używany do podgrzewania nagrzewnic powietrza, dostarczanego do wielkiego pieca oraz do celów ogrzewczych.

Żużel jest używany do wyrobu cegły, żużlobetonu i waty żużlowej. Produkcja wielkopiecowa zalicza się do tzw. produkcji ciągłej, co oznacza, że wielki piec pracuje przez okres 2–3 lat bez przerwy, a następnie jest poddawany remontowi. Wydajność obecnie eksploatowanych wielkich pieców wynosi 250÷2000 ton surówki na dobę.

II. Otrzymywanie stali

A) Wiadomości ogólne

Stal otrzymuje się w wyniku przeróbki surówki, a ponieważ stal może zawierać do 2% węgla, gdy tymczasem surówka zawiera go 3,2–4,3%, głównym celem procesu jest odwęglenie surówki. Surówka zawiera również domieszki w postaci krzemu, manganu, siarki i fosforu. Podczas przerobu surówki na stal zarówno węgiel, jak i domieszki, ulegają częściowemu wypaleniu. Otrzymana w ten sposób ciekła stal użyta na odlewy nazywa się staliwem, a odlana we wlewki i przewalcowana na walcarkach, zwanych zgniataczami, nazywa się stalą.

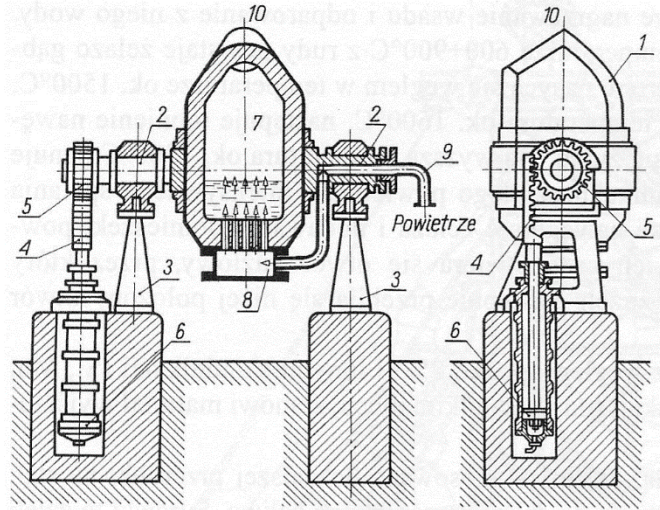
Do wyrobu stali stosuje się metody: konwertorową, martenowską oraz elektryczną, stosowaną głównie do rafinacji stali.

B) Otrzymywanie stali metodami konwertorowymi

Proces konwertorowy polega na otrzymywaniu stali z ciekłej surówki przez utlenianie zawartych w niej domieszek w konwertorze za pomocą wdmuchiwanego sprężonego powietrza (lub tlenu), bez doprowadzania ciepła z zewnątrz. Proces ten następuje w urządzeniach zwanych konwertorami (rys. nr 16). Konwertor składa się z podłużnego zbiornika stalowego I, wyłożonego wewnątrz wyprawą ceramiczną ogniotrwałą o charakterze kwaśnym lub zasadowym.

Zbiornik 1 jest otoczony pierścieniem stalowym, wyposażonym w **czopy 2**, które są ułożyskowane w **słupach 3**. Na słupach tych spoczywa cały zbiornik. Zbiornik może się obracać dookoła osi czopów za pomocą koła **zębatego 5** i listwy **zębatej 4**, napędzanej przez **tłok 6** urządzenia hydraulicznego lub pneumatycznego. Zbiornik konwertora składa się z dwóch komór. Większa **komora 7** stanowi właściwą komorę roboczą, w której odbywa się proces metalurgiczny. Druga, mała **komora 8** jest komorą powietrzną, do której **przewodem 9** doprowadza się powietrze lub tlen pod ciśnieniem. Obie komory, 7 i 8, są przedzielone grubą ścianą z licznymi otworami, przez które pod ciśnieniem jest włączane powietrze lub tlen.

Rys. nr 1.16. Konwertor



Źródło: Aleksander Górecki: *Technologia ogólna, podstawy technologii mechanicznej*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009

Proces otrzymywania stali przebiega następująco: do pochylonego i rozgrzanego zbiornika konwertora nalewa się przez otwór 10 ciekłą surówkę i wdmuchuje powietrze, obracając jednocześnie zbiornik do położenia pionowego. Powietrze przechodzące przez ciekłą surówkę wypala zawarty w surówce węgiel i domieszki w czasie ok. 20 minut. Po zakończeniu procesu zbiornik konwertora przechyla się, wylewając otrzymaną stal do form lub tygli.

Rozróżnia się procesy konwertorowe: Bessemera, Thomasa i tlenową (LD).

Proces bessemerowski polega na otrzymywaniu stali z ciekłej surówki w konwertorach o wyłożeniu kwaśnym (krzemionkowym), tzw. konwertorach Bessemera. Z uwagi na kwaśne wyłożenie pieca nie można tą metodą przerabiać surówek zawierających fosfor, gdyż nie zostanie on usunięty, a pozostając w stali – powoduje zbyt dużą kruchość. Odsiarczanie surówki jest także minimalne.

Proces tomasowski polega na otrzymywaniu stali z ciekłej surówki w konwertorach o wyłożeniu zasadowym (dolomitowym). W konwertorach Thomasa wyłożenie zasadowe umożliwia przeróbkę surówki zawierającej fosfor.

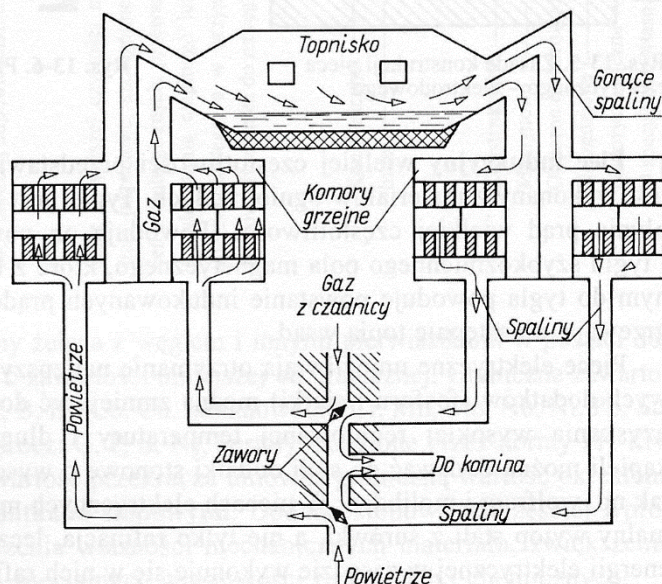
Wadą procesów bessemerowskiego i tomasowskiego jest wprowadzenie do stali azotu zawartego w powietrzu. W celu wyeliminowania tej wady zaczęto wzbogacać powietrze tłoczone do surówki w tlen, ale jest to możliwe w zasadzie tylko przy bocznym nadmuchu powietrza, gdyż przy dolnym nadmuchu wzrost zawartości tlenu w powietrzu przyspiesza zużycie wyprawy zbiornika.

Proces LD polega na otrzymywaniu stali z surówki martenowskiej oraz rudy lub złomu w ustawionym pionowo konwertorze przez wdmuchiwanie czystego tlenu do góry za pomocą lancy tlenowej. Zbiornik konwertora ma wyprawę zasadową. Metoda ta umożliwia przerabianie surówek o dowolnym składzie chemicznym i nie powoduje naazotowania stali. Proces otrzymywania stali trwa 12÷15 minut, a wydajność jest znacznie wyższa niż w pozostałych metodach i wynosi do 400 ton na godzinę.

C) Otrzymywanie stali w piecach martenowskich

Piec martenowski jest płomiennym wannowym piecem do wytapiania stali z surówki odlewniczej i złomu żelaznego; jest opalany gazem, który wraz z dmuchem jest podgrzewany zazwyczaj w regeneratorach. Na rys. nr 17 przedstawiono przekrój pieca mar-

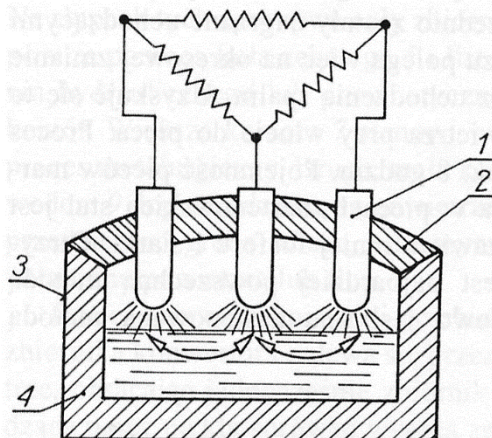
Rys. nr 1.17. Przekrój pionowy pieca martenowskiego



D) Rafinacja stali w piecach elektrycznych

Zasadę działania **pieca elektrodowego** przedstawiono na rys. nr 18. Piec ma **trzy elektrody 1**, wprowadzone do przestrzeni roboczej przez **sklepienie 2** pieca. Płaszcz **pieca 3** jest wykonany z grubej blachy stalowej. **Wyłożenie 4** pieca może być kwaśne lub zasadowe. Topienie odbywa się przez wytwarzanie łuku między elektrodami a wsadem. W celu regulacji łuku elektrody można obniżać i podnosić. Piec daje się przechylać, co ułatwia spust stali. Wsad może być dostarczany w stanie stałym lub ciekłym.

Rys. nr 1.18. Zasada konstrukcji pieca elektrycznego-elektrodowego

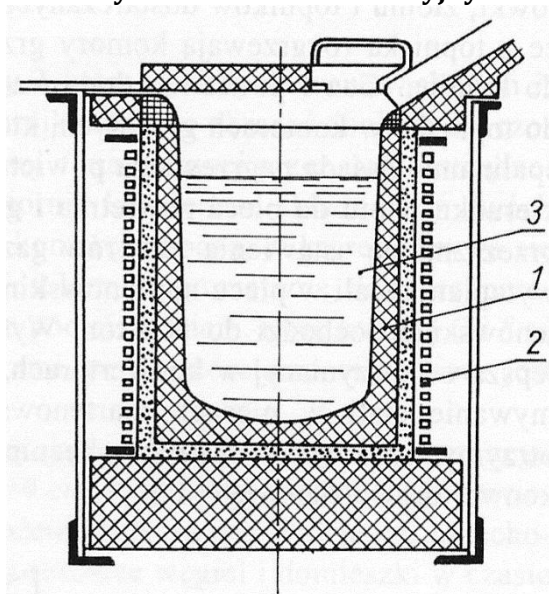


Źródło: Aleksander Górecki: *Technologia ogólna, podstawy technologii mechanicznej*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009

Piec indukcyjny wielkiej częstotliwości przedstawiono na rys. nr 19. **Tygiel 1** jest wykonany z materiałów ogniotrwałych. Tygiel jest otoczony **cewką 2**, w której płynie prąd wielkiej częstotliwości. Powoduje on powstanie we wnętrzu cewki i tygla szybkozmiennego pola magnetycznego, które z kolei w **metal 3** załadowanym do tygla powoduje powstanie indukowanych prądów wirowych. Prądy te nagrzewają, a następnie topią wsad.

Piece elektryczne umożliwiają otrzymanie najlepszych stali; zawartość szkodliwych dodatków (fosforu i siarki) można zmniejszyć do 0,03%. Dzięki możliwości uzyskania wysokiej regulowanej temperatury i długotrwałego wytrzymywania kąpieli można dodawać do stali dodatki stopowe o wysokiej temperaturze topienia, jak np. wolfram i molibden. W piecach elektrycznych może również zachodzić normalny wytop stali z surówki, a nie tylko rafinacja, lecz ze względu na duży koszt energii elektrycznej w zasadzie wykonuje się w nich rafinację.

Rys. nr 1.19. Piec indukcyjny



Źródło: Aleksander Górecki: *Technologia ogólna, podstawy technologii mechanicznej*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009

6. Tworzywa sztuczne

Tworzywa sztuczne, zwane także plastomerami, są tworzywami na podstawie polimerów syntetycznych, otrzymywanych w wyniku polireakcji z produktów chemicznej przeróbki węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego lub polimerów naturalnych, uzyskiwanych przez chemiczną modyfikację produktów pochodzenia naturalnego (celuloza, kauczuk, białko). Zwykle zawierają określone dodatki barwników lub pigmentów, katalizatorów, napelnaczy, zmiękczaczy (plastyfikatorów), antyutleniaczy itd.

Własności mechaniczne tworzyw sztucznych zmieniają się w szerokich granicach, w zależności od rodzaju podstawowego polimeru oraz rodzaju i ilości środków pomocniczych. Za podstawową cechę tworzyw sztucznych uważa się wartość modułu sprężystości podłużnej lub poprzecznej, wg której dzieli się je na: miękkie, półsztywne, sztywne.

Podział ze względu na **pochodzenie**:

- polimery syntetyczne (rys. nr 20) są to polimery pochodzące w 100% z syntezy chemicznej zaczynającej się od prostych monomerów,
- polimery naturalne są to polimery wytwarzane w 100% przez organizmy żywe; są to m.in. celuloza, białka, kwasy nukleinowe,
- polimery modyfikowane są to polimery naturalne, które jednak zostały sztucznie zmodyfikowane chemicznie, zwykle w celu zmiany ich własności użytkowych np.: octan celulozy, białko modyfikowane, skrobia modyfikowana.

Rys. nr 1.20. Polimer syntetyczny



Źródło:

<http://www.google.pl/search?q=polimer+syntetyczny+zdj%C4%99cie&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=-xIBUuz7HYjTPJOTgNgO&ved=0CCoQsAQ&biw=1366&bih=622>

Polimery są substancjami złożonymi z makrocząsteczek, charakteryzujących się regularnym lub nieregularnym powtarzaniem się w nich ugrupowań atomów, zwanych monomerami, jednego lub kilku rodzajów. Makrocząsteczki składają się z bardzo wielkiej liczby monomerów tj. małych cząsteczkowych związków chemicznych, zdolnych do reakcji z identycznymi lub innymi cząsteczkami, dzięki obecności w nich co najmniej dwóch ośrodków reaktywnych, takich jak wiązanie nienasycone, grupy chemiczne, pierścienie reaktywne. Liczba ośrodków reaktywnych określa funkcyjność monomeru i ma bezpośredni wpływ na budowę makrocząsteczki.

Ogólnie tworzywa polimerowe dzieli się na plastomery i elastomery, co jest związane z ich własnościami elastycznymi. Nazwa elastomery obejmuje kauczuk naturalny oraz wszelkie kauczuki syntetyczne (niekiedy do tej grupy zalicza się umownie także polietylen i niektóre odmiany zmiękczonego polichlorku winylu), czyli tworzywa, które po dużym odkształceniu wykazują zdolność prawie natychmiastowego powrotu do postaci pierwotnej lub bardzo do niej zbliżonej i które albo są, albo mogą być, modyfikowane (proces wulkanizacji) do stanu nierozpuszczalnego we wrzących rozpuszczalni-

kach organicznych. Wydłużenie elastomerów przy rozerwaniu sięga kilkuset procent, moduł sprężystości zawiera się w granicach $1\div 4$ MPa.

Ze względu na **własności fizyczne i technologiczne** plastomery dzielą się na tworzywa termo-plastyczne (termoplasty) i duroplasty. Pierwsze są plastyczne w temperaturze podwyższonej, a twardnieją w temperaturze otoczenia, przy czym proces ten jest odwracalny. Duroplasty natomiast przechodzą nieodwracalnie ze stanu plastycznego w stan utwardzony, bądź pod działaniem podwyższonej temperatury (tworzywa termoutwardzalne), bądź pod wpływem czynników chemicznych (tworzywa chemoutwardzalne), bądź pod łącznym działaniem temperatury i czynników chemicznych. Utwardzenie jest wynikiem chemicznego sieciowania pierwotnie liniowych lub rozgałęzionych makrocząsteczek żywicy, która ze stanu rezolu poprzez pośredni stan rezitolu przekształca się w całkowicie utwardzony rezit.

Rozróżnia się tworzywa konstrukcyjne, do wyrobu przedmiotów użytkowych (w postaci tłoczyw, czyli proszków do prasowania, żywic lanych, płyt, folii, prętów, laminatów, tworzyw komórkowych itd.), **tworzywa adhezyjne**, do łączenia różnych materiałów (kleje, kity, cementy), **tworzywa impregnacyjne** (do uszlachetniania drewna, papieru i tkanin) oraz **tworzywa powłokowe** (błono-twórcze) do ochronnego (rys. nr 21) lub dekoracyjnego pokrywania gotowych wyrobów.

Rys. nr 1.21. Polimer zastosowanie



Źródło:

<http://www.google.pl/search?q=polimer+syntetyczny+zdz%C4%99cie&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=-xIBUuz7HYjTPJOTgNgO&ved=0CCoQsAQ&biw=1366&bih=622>

7. Ceramika

Ceramiką nazywa się wyroby formowane z plastycznych surowców ceramicznych (glinka iłowa, kaolin, glina zwykła i garncarska, margiel ilasty, łupki ilasty, less, kwarc, mika, substancje organiczne itd.) i wypalane w odpowiednio wysokiej temperaturze. Zależnie od struktury wyroby ceramiczne dzielą się na wyroby o czerepie porowatym (otrzymywanym przez wypalanie w temperaturach niższych od temperatury spiekania użytych surowców) i wyroby o czerepie nieporowatym, zeszlonym (wypalane w temperaturach wyższych od temperatury spiekania).

Spieki ceramiczno-metalowe

Spiekami ceramiczno-metalowymi albo krótko cermetalami, nazywa się materiały uzyskane przez połączenie proszków ceramicznych z metalami, różnymi metodami stosowanymi w metalurgii i produkcji spieków ceramicznych. Najważniejsze z nich to:

- bezpośrednie spiekanie, jeśli metal i materiał ceramiczny zwilżają się wzajemnie,

- spiekanie materiału ceramicznego z tlenkiem metalu, który następnie redukuje się do czystego metalu,
- spiekanie laminatów proszków ceramicznych i metalowych,
- prasowanie w atmosferze ochronnej w temperaturze powyżej 1000°C i pod ciśnieniem powyżej 25 MPa,
- spiekanie przy użyciu aktywnych metali lub ich stopów.

Ponadto stosuje się wiązanie metalu z materiałem ceramicznym, za pośrednictwem bezpostaciowych faz szklistych.

Składnikami ceramicznymi cermetali są tlenki, węgliki borki, krzemki i azotki, jako metale wiążące stosuje się żelazo, chrom, nikiel, aluminium, molibden, kobalt, srebro, tantal i inne, przy czym ich ilość najczęściej zawiera się w granicach 10÷30%. Cermetale klasyfikuje się ze względu na rodzaj składnika ceramicznego (tlenkowe, węglkowe itd.) bądź wg zastosowania: konstrukcyjne, narzędziowe (rys. nr 22), żaroodporne, dla elektroniki, dla energetyki jądrowej), bądź też wg struktury. W tym ostatnim przypadku różni się cermetale o szkielecie ceramicznym, o szkielecie metalowym, o równomiernym rozkładzie obu faz, o ziarnach jednej fazy otoczonych przez fazę drugą, zawierające fazy pośrednie i o budowie warstwowej.

Aktualnie największe znaczenie mają cermetale narzędziowe (do tej grupy należą m.in. węgliki spiekane) oraz cermetale żaroodporne, stosowane jako tworzywa konstrukcyjne na łopatki turbin (rys. nr 23), charakteryzujące się wysoką żaroodpornością i twardością, dobrą wytrzymałością i odpornością na gwałtowne zmiany temperatury.

Rys. nr 1.22. Cermetale zastosowanie na narzędzia



Źródło: <http://www.google.pl/search?q=cermetale&tbm>

Rys. nr 1.23. Cermetale zastosowanie na łopatki turbin



Źródło: <http://www.google.pl/search?q=cermetale&tbm>

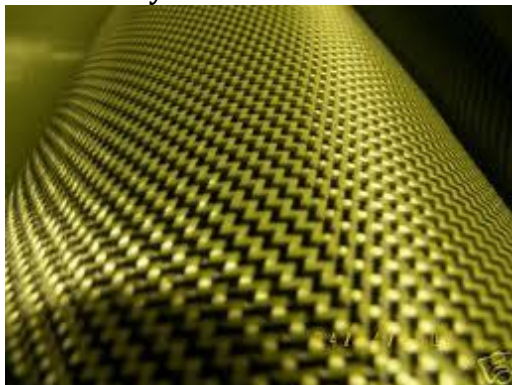
8. Kompozyty

Materiał kompozytowy, kompozyt – materiał o strukturze niejednorodnej, złożony z dwóch lub więcej komponentów (faz) o różnych właściwościach. Właściwości kompozytów nigdy nie są sumą, czy średnią właściwości jego składników. Najczęściej jeden z komponentów stanowi lepiszcze, które gwarantuje jego spójność, twardość, elastyczność i odporność na ściskanie, a drugi, tzw. komponent konstrukcyjny, zapewnia większość pozostałych własności mechanicznych kompozytu.

Wiele kompozytów wykazuje anizotropię (kierunkowość) różnych właściwości fizycznych. Nie muszą to być wyłącznie własności mechaniczne. Np. polaroid to przykład kompozytu, który osiągnął sukces komercyjny dzięki jego szczególnym anizotropowym własnościom elektrooptycznym.

Jednymi z najczęściej stosowanych komponentów konstrukcyjnych są silne włókna, takie jak: włókno szklane, kwarc, azbest, kevlar (rys. nr 24) czy włókna węglowe, dając materiałowi dużą odporność na rozciąganie. Do najczęściej stosowanych lepiszczy zaliczają się żywice syntetyczne oparte na poliestrach, polieterach (epoksydach), poliuretanach i żywicach silikonowych.

rys. nr 1.24 Kevlar



Źródło: <http://www.google.pl/search?q=cermetale&tbm>

Kompozyty mają zastosowanie jako materiały konstrukcyjne w wielu dziedzinach techniki, m.in. w budownictwie (np. beton, żelbet), w technice lotniczej i astronautyce (np. elementy samolotów, rakiet, sztucznych satelitów), w przemyśle środków transportu kołowego i szynowego (np. resory i zderzaki samochodowe, okładziny hamulcowe), w produkcji części maszyn, urządzeń i wyrobów sprzętu sportowego (np. łodzie, narty, tyczki, oszczepy).

Współczesny rozwój materiałów kompozytowych zaczął się jednak dopiero po opamowaniu procesu produkcji żywic syntetycznych, stanowiącym podstawę produkcji laminatów. Jednym z pierwszych kompozytów opartych na tych żywicach był bakelit, pierwszy przedstawiciel fenoplastów. Gwałtowny rozwój materiałów kompozytowych w trakcie i po II wojnie światowej był też związany z rosnącym zapotrzebowaniem przemysłu lotniczego, kosmicznego i motoryzacyjnego na lekkie i wytrzymałe materiały, którymi dałoby się zastąpić stal i inne metale.

Obecnie, kompozyty stosuje w wielu technologiach – począwszy od implantów stosowanych w medycynie, po tanie materiały konstrukcyjne stosowane w budownictwie.

Wyróżniamy następujące rodzaje kompozytów:

- kompozyty strukturalne, w których występują ciągłe struktury komponentów konstrukcyjnych – warstwy (np. sklejka), pręty (np. żelbet) lub regularne struktury trójwymiarowe, np. przypominające plaster miodu,
- laminaty, które składają się z włókien zatopionych w lepiszczach – w zależności od sposobu uporządkowania włókien rozróżnia się taśmy kompozytowe (włókna ułożone w jednym kierunku), maty kompozytowe (włókna ułożone w dwóch prostopadłych kierunkach) lub nieuporządkowane, np. pykret,
- mikrokompozyty i nanokompozyty, w których regularna struktura dwóch lub więcej składników jest zorganizowana już na poziomie nadcząsteczkowym – tego rodzaju kompozyty występują w organizmach naturalnych – np. drewno – jest rodzajem mikrokompozytu, w skład którego wchodzi zorganizowane w skręcone pęczki włókna celulozowe, „sklejone” ligniną – współcześnie próby sztucznego otrzymywania tego rodzaju kompozytów są prowadzone w ramach badań nanotechnologicznych,
- stopy strukturalne, które są rodzajem stopów metali, metali z niemetalami, polimerów między sobą oraz polimerów z metalami i niemetalami o bardzo regularnej mikrostrukturze – przykładem tego rodzaju kompozytu jest stal damasceńska i duraluminium.

9. Materiały eksploatacyjne

I. Materiały uszczelniające

Materiały uszczelniające służą do wykonywania elementów zapewniających szczelność połączeń między poszczególnymi częściami maszyn i urządzeń. Uszczelnienia dzieli się na spoczynkowe i ruchowe, zależnie od tego, czy uszczelniają one części znajdujące się w spoczynku czy w ruchu. Typowym uszczelnieniem spoczynkowym jest uszczelka pod głowicę silnika spalinowego, a uszczelnieniem ruchowym – pierścienie tłokowe silnika spalinowego lub sprężarki.

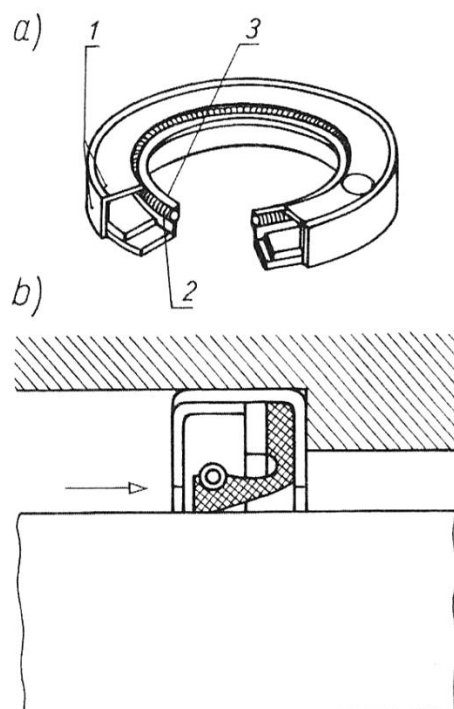
Spośród wielu materiałów do uszczelniania poniżej omówiono najczęściej stosowane.

Materiały metalowe to przede wszystkim żeliwo, miedź, ołów i aluminium. Żeliwo jest stosowane na rozprężne pierścienie tłokowe silników spalinowych i sprężarek. Miedź – dzięki dużej plastyczności i odporności na korozję – jest używana na uszczelki przewodów hydraulicznych, wysokociśnieniowych przewodów parowych oraz do przewodów niektórych chemikaliów. Ołów stosuje się na uszczelki przewodów kwasu siarkowego i kwasów organicznych. Z aluminium i jego stopów są produkowane przewody, którymi przepływa kwas azotowy, amoniak i niektóre kwasy organiczne.

Guma jest stosowana bardzo szeroko na różnego rodzaju uszczelnienia. Zależnie od rodzaju uszczelki gumowe są odporne na oleje, benzyny, niektóre rozpuszczalniki organiczne i płyny hamulcowe. Uszczelki gumowe są używane powszechnie w instalacjach wodnych, wszelkiego rodzaju maszynach, pojazdach samochodowych, kolejnictwie i wielu innych urządzeniach oraz w budownictwie.

Do uszczelniania wałków pracujących w oleju są stosowane uszczelniacze pierścieniowe typu Siemmera (rys. nr 25a). Uszczelniacz taki jest wykonany z gumy, usztywnionej metalową obudową (1). Elementem uszczelniającym wałek jest krawędź uszczelniająca (3), która pod działaniem sprężynki dociskowej (2) obejmuje obracający się wałek i zabezpiecza przed wyciekami oleju (rys. nr 25b).

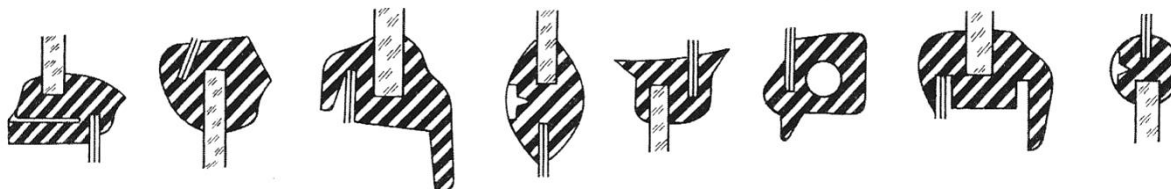
Rys. nr 1.25. Uszczelniacz pierścieniowy typu Siemmera
1. obudowa, 2. sprężyna, 3. krawędź uszczelniająca



Źródło: Aleksander Górecki: *Technologia ogólna, podstawy technologii mechanicznej*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009

Guma jest również używana do uszczelniania szyb, zwłaszcza w pojazdach samochodowych (rys. nr 26).

Rys. nr 26. Kształty przekroju uszczelek szyb okiennych nieotwieranych



Źródło: Aleksander Górecki: *Technologia ogólna, podstawy technologii mechanicznej*. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009

Tworzywa sztuczne znalazły bardzo szerokie zastosowanie jako materiały uszczelniające ze względu na dużą odporność na działanie czynników chemicznych. Najczęściej są stosowane: polichlorek winylu (winidur, igelit), bakelit, polietylen, poliamid (nylon, perlon), polipropylen, teflon, silikon i wiele innych.

Z wyżej wymienionych tworzyw na szczególną uwagę zasługuje teflon, który jest odporny na działanie czynników chemicznych oraz wytrzymuje temperaturę od -190°C do $+250^{\circ}\text{C}$. Jest produkowany w postaci gotowych kształtek lub taśm, folii itp.

Spośród silikonów należy wymienić żywice i laminaty silikonowe. Charakteryzują się one doskonałą elektroizolacyjnością i są szeroko stosowane jako uszczelnienia zespołów elektronicznych i elektrotechnicznych.

Bawełna i konopie są używane jako materiały uszczelniające przede wszystkim w postaci sznurów, niekiedy nasączonych grafitem lub minią. Sznury te są stosowane do

uszczelniania połączeń gwintowych rur wodociągowych i innych oraz dławnic zaworów różnych instalacji rurowych.

Spośród materiałów na uszczelki można ponadto wymienić: korek, papier, tekturę, filc, skórę i wiele innych.

II. Paliwa

Paliwem nazywa się palne ciało stałe, ciecz lub gaz, wykorzystywane jako źródło energii cieplnej. Paliwa dzieli się na **stałe, ciekłe i gazowe oraz na naturalne i sztuczne**. Do paliw naturalnych zalicza się węgiel kamienny, węgiel brunatny i gaz ziemny. Paliw sztucznych jest znacznie więcej i są przeważnie otrzymywane drogą przeróbki paliw naturalnych. Do paliw sztucznych zalicza się: koks, pył węglowy, brykiety, węgiel drzewny, benzynę, naftę, benzol, olej napędowy, olej opałowy, spirytus, gaz generatorowy, gaz wielkopiecowy, gaz świetlny, gaz wodny i gaz ciekły.

Najważniejszymi własnościami paliw są: wartość opałowa i temperatura zapłonu.

Wartość opałowa jest miarą energii zawartej w jednostce paliwa. Wartością opałową paliwa nazywamy ilość ciepła w dżulach (J), którą otrzymuje się przy zupełnym spalaniu jednego kilograma paliwa stałego lub ciekłego, albo 1 m³ paliwa gazowego w warunkach, gdy spaliny unoszą nieskroploną parę wodną. Najwyższą wartość opałową mają produkty otrzymywane z ropy naftowej (jak oleje napędowe) i benzyny, a najniższą węgiel brunatny.

Temperatura zapłonu to najniższa temperatura, w której dana substancja, ogrzewana w ściśle określony sposób, wydziela ilość pary wystarczającą do wytworzenia z powietrzem mieszaniny zapalającej się przy zbliżeniu płomienia. Na skutek przemiany energii chemicznej w ciepłą temperaturę paliwa nie zmniejsza się już później poniżej temperatury zapłonu i spalanie jest procesem ciągłym, trwającym aż do wyczerpania paliwa. Najniższą temperaturę zapłonu ma benzyna (25÷35°C), a najwyższą koks hutniczy (ok. 600°C).

Warunkiem niezbędnym do procesu spalania paliwa jest zapewnienie obecności tlenu, zawartego głównie w powietrzu. Warunkiem ekonomicznego spalania jest doprowadzenie dostatecznej ilości powietrza i dokładne wymieszanie go z palącym się paliwem. Znając skład chemiczny paliwa, można określić teoretyczne zapotrzebowanie powietrza niezbędnego do spalania 1 kg lub 1 m³ paliwa. Teoretyczne zapotrzebowanie powietrza jest największe dla paliw ciekłych, a najmniejsze dla węgla brunatnego i niektórych gazów. W praktyce stosuje się zawsze nadmiar powietrza, aby uzyskać całkowite spalanie paliwa. Jednak zbyt duży nadmiar powietrza powoduje niepotrzebną stratę ciepła. Dozowanie powietrza do spalania odbywa się w różny sposób, np. podczas spalania węgla lub koksu w paleniskach kotłów centralnego ogrzewania reguluje się je przez otwieranie lub przymykanie zasuw lub drzwiczek.

Charakterystyka ważniejszych paliw

Węgiel kamienny jest naturalnym paliwem stałym o niejednorodnej budowie i złożonym składzie chemicznym. Występuje w różnych gatunkach, a po wydobyciu jest sortowany zależnie od wielkości brył na węgiel gruby, kostkę i orzech.

Węgiel brunatny ma mniejszą wartość opałową niż kamienny, ale jest łatwiejszy do wydobycia, gdyż zalega na mniejszych głębokościach i może być wydobywany metodą odkrywkową. Obecnie jest używany do opalania kotłów elektrowni i do przerobu na brykiety.

Koks jest paliwem sztucznym, otrzymywanym za pomocą suchej destylacji węgla kamiennego. Jest trudno zapalny, pali się wolno i prawie bezdymnie. Ma duże zastosowanie techniczne, szczególnie w hutnictwie.

Ropa naftowa ma obecnie największe zastosowanie. Wprawdzie nie jest używana bezpośrednio jako paliwo, ale otrzymuje się z niej prawie wszystkie paliwa ciekłe, oleje, smary i wiele przetworów chemicznych.

Benzyna jest paliwem silnikowym, otrzymywanym z przeróbki ropy naftowej lub syntetycznie z węgla oraz wodoru. Odporność na detonację benzyny jest jedną z głównych cech charakteryzujących to paliwo. Miernikiem odporności paliwa na spalanie detonacyjne jest jego liczba oktanowa (symbol LO). Liczbę oktanową paliwa ustala się przez porównanie badanego paliwa z paliwem wzorcowym, którym jest mieszanina izo-oktanu (LO = 100) i heptanu (LO = 0). Do porównania badanego paliwa z paliwem wzorcowym stosuje się wzorcowy silnik jednocyldrowy o zmiennym stopniu sprężania. Istnieją dwie metody oznaczania (określania) liczby oktanowej paliwa: badawcza, oznaczana symbolem LOB, i motorowa, oznaczana symbolem LOM. Zasada oznaczania liczby oktanowej jest w obu przypadkach taka sama, a metody różnią się od siebie tylko warunkami pracy silnika wzorcowego. Metoda motorowa przewiduje nieco trudniejsze warunki pracy silnika i wykazuje o 3÷6 jednostek mniej niż metoda badawcza. W Polsce liczbę oktanową benzyny oznacza się metodą badawczą. Liczba oktanowa benzyny zależy od wielu czynników, do których należy zaliczyć: gatunek ropy naftowej i jej skład chemiczny, sposób rafinacji i stosowane dodatki.

Zwiększanie liczby oktanowej uzyskiwano poprzez etylizację benzyny (zwanej **etyliną**), tj. dodanie czteroetylku ołowiu. Ten rodzaj benzyny wychodzi z użycia ze względu na toksyczność ołowiu. Od wielu lat dąży się na całym świecie do ograniczenia zawartości ołowiu w benzynie. Nie tylko po to, aby obniżyć jego emisję, ale również ażeby umożliwić katalityczne dopalanie, a więc i radykalną redukcję wyrzucanych ze spalinami tlenku węgla, węglowodorów i tlenków azotu. Katalityczne dopalanie mają umożliwiać **katalizatory**, obowiązkowo obecnie montowane w samochodach. Samochody takie muszą być jednak zasilane **benzyną bezołowiową**.

Benzyny bezołowiowe są produkowane z najwyższej jakości składników rafineryjnych. Benzynę bezołowiową można stosować w samochodach wyposażonych w odpowiednie silniki do spalania benzyny bezołowiowej. Silniki muszą mieć gniazda zaworowe i zawory, zwłaszcza wylotowe, wykonane z materiałów o zdecydowanie wyższych właściwościach żaroodpornych. Okazuje się bowiem, że benzyny nieetylizowane powodują szybsze zużywanie się zespołu gniazdo-zawór. Stosowanie benzyny o odpowiedniej liczbie oktanowej zależy od stopnia sprężania silnika. Im wyższy jest stopień sprężania, tym większą liczbę oktanową powinno mieć stosowane do niego paliwo.

Olej napędowy jest otrzymywany z ropy naftowej i stosowany do napędu silników z zapłonem samoczynnym. Powinien charakteryzować się: dobrą zapłonnością, małą skłonnością do koksovania, dużą czystością, niską temperaturą krzepnięcia, odpowiednią lepkością i małą zawartością siarki. W Polsce są produkowane trzy rodzaje olejów napędowych lekkich:

- DL – letni – przeznaczony do stosowania w temperaturze nie mniejszej niż 0°C,
- DP – przejściowy – przeznaczony do stosowania w temperaturze nie niższej niż -12°C, gdyż w tej temperaturze następuje zablokowanie zimnego filtra,
- DZ – zimowy – przeznaczony do stosowania w temperaturze nie niższej niż -20°C, gdyż w tej temperaturze następuje zablokowanie zimnego filtra.

Zawartość siarki dla wszystkich trzech gatunków wynosi do 0,3%.

Paliwa gazowe są stosowane przede wszystkim w gospodarstwach domowych, a w przemyśle i energetyce do opalania pieców i kotłów. Gaz ciekły i gaz sprężony są również używane do napędu samochodów, zastępując tradycyjne paliwo (etylinę). Ciekły propan-butan jest paliwem ekologicznym.

III. Oleje i smary

Oleje i smary to substancje, które wprowadza się między trące się powierzchnie w celu zmniejszenia współczynnika tarcia, a tym samym przedłużenia trwałości tych powierzchni. Smarowanie wszystkich urządzeń technicznych ma olbrzymie znaczenie i jest podstawowym elementem konserwacji i racjonalnej eksploatacji maszyn i urządzeń. Przy ocenie zastosowania i przydatności olejów i smarów bierze się pod uwagę lepkość, smarność, temperaturę krzepnięcia, temperaturę zapłonu oraz zawartość zanieczyszczeń mechanicznych i kwasowych.

Lepkością nazywamy tarcie wewnętrzne występujące między przesuwającymi się wzajemnie sąsiednimi warstwami cieczy. Między lepkością a **płynnością** istnieje ścisłe powiązanie. Im mniejsza jest lepkość, tym większa jest płynność oleju. Im mniej zmienia się lepkość oleju (przy zmianie temperatury), tym olej jest lepszy. Do smarowania maszyny, urządzenia lub silnika należy zawsze stosować olej o takiej lepkości, jaką podano w instrukcji obsługi.

Smarność oleju to zdolność przylegania do współpracujących ze sobą powierzchni i tworzenia na nich trwałych warstw, zmniejszających opór tarcia.

Temperatura krzepnięcia oleju lub smaru jest bardzo ważnym wskaźnikiem dotyczącym zastosowania oleju w zależności od temperatury otoczenia. Oleje i smary o niskiej temperaturze krzepnięcia nie powinny zawierać zbyt dużych ilości węglowodorów parafinowych.

Temperatura zapłonu olejów i smarów powinna być wysoka, szczególnie jeżeli olej pracuje w podwyższonej temperaturze. Oleje i smary nie powinny zawierać zanieczyszczeń mechanicznych, gdyż mogą uszkodzić współpracujące powierzchnie części.

Rodzaje olejów i smarów i ich zastosowanie

Ze względu na pochodzenie oleje i smary dzieli się na: mineralne, roślinne, zwierzęce i syntetyczne.

Największe zastosowanie w technice mają obecnie oleje **mineralne rafinowane**, pochodzące przede wszystkim z przeróbki ropy naftowej. Coraz większe zastosowanie mają oleje **syntetyczne**, np. silikonowe lub estrowe. Do olejów i smarów mineralnych często dodaje się różnego rodzaju dodatki chemiczne, poprawiające ich własności. Do smarowania maszyn i urządzeń używa się olejów maszynowych i wrzecionowych, olejów **do sprężarek** oraz **smarów maszynowych**.

Rodzaj oleju i smaru dla konkretnej maszyny lub urządzenia jest zawsze podany w instrukcji smarowniczej, dołączonej do dokumentacji techniczno-ruchowej danej maszyny, lub w tabelach polecających producentów.

Regeneracja zużytych olejów i smarów

Zużyte oleje i smary można odzyskać do celów przemysłowych dzięki regeneracji. Można jej dokonać metodami:

- fizyczną,
- fizykochemiczną,
- chemiczną.

Regeneracja metodą fizyczną polega na odstaniu, filtracji, odwirowaniu, przemyciu wodą oraz oddestylowaniu.

Regeneracja metodą fizykochemiczną przebiega w wyniku koagulacji lub adsorpcji. Koagulacja polega na wprowadzaniu do roztworu pewnych substancji działających na produkty utleniania, które wskutek tego opadają na dno i mogą być oddzielone przez odstanie lub filtrowanie. Adsorpcja polega na wykorzystaniu zdolności przyczepiania się cząstek niektórych zanieczyszczeń olejów do niektórych substancji, zwanych **adsorbentami**. Do zużytych olejów wprowadza się adsorbent i po jego połączeniu się z zanieczyszczeniami oczyszcza się olej przez filtrowanie lub odwirowanie.

Metoda chemiczna regeneracji polega na wykorzystaniu reakcji chemicznych, w wyniku których zanieczyszczenia osadzają się i mogą być następnie oddzielone metodą fizyczną.

IV. Czyściwa

Czyściwo – materiał używany w zakładach przemysłowych i w warsztatach usługowych do wycierania znacznych zabrudzeń smarami, olejami, farbami itp.

Najczęściej używane są do tego celu pozyskane w recyklingu szmaty, często specjalnie do tego celu segregowane. Największą wartość w grupie czyściw z recyklingu ma czyściwo z **białej bawełny**, pozbawione podczas segregacji wszelkiego rodzaju zapieć – elementów z metalu lub plastiku.

Czyściwo niesegregowane ma mniejszą wartość, ponieważ zawierać może szmaty z innych niż bawełna materiałów, także z włókien sztucznych, które na ogół znacznie gorzej wchłaniają wilgoć, może też zawierać drobne obce elementy (zamki, zapieć); ma jednak znacznie niższą cenę i stosowane bywa do czyszczenia posadzek itp.

Spotykane jest także czyściwo papierowe; jest to przemysłowa odmiana ręczników papierowych, z kilku (dwóch, trzech) grubszych, niż w ręcznikach, warstw papieru. Może występować w rolach lub w arkuszach.

Bibliografia:

1. Aleksander Górecki: Technologia ogólna, podstawy technologii mechanicznej. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009.
2. Józef Zawora: Podstawy technologii maszyn. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2012.
3. Praca zbiorowa: Maszynoznawstwo. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2011.
4. Grzelak Krzysztof, Telega Janusz, Torzewski Janusz.: Podstawy konstrukcji maszyn. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2013.
5. Andrzej Rutkowski: Części maszyn. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009.
6. Bogusław Kozak: Mechanika techniczna. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2004.
7. Rutkowski Andrzej, Stępniewska Anna: Zbiór zadań z części maszyn. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne Warszawa 2009.
8. Poradnik mechanika tom I, II. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa 1994.
9. Poradnik mechanika: Wydawnictwo Rea Warszawa 2008.