



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Gabriela Poloczek

Konstruowanie elementów maszyn 723[04].O1.03

Poradnik dla ucznia

Wydawca

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

Recenzenci:

mgr inż. Igor Lange

mgr inż. Andrzej Sadowski

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Gabriela Poloczek

Konsultacja:

dr inż. Janusz Figurski

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 723[04].O1.03
Konstruowanie elementów maszyn, zawartego w modułowym programie nauczania dla
zawodu mechanik 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. Metalowe materiały konstrukcyjne	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	14
4.1.3. Ćwiczenia	14
4.1.4. Sprawdzian postępów	18
4.2. Materiały niemetalowe	19
4.2.1. Materiał nauczania	19
4.2.2. Pytania sprawdzające	25
4.2.3. Ćwiczenia	25
4.2.4. Sprawdzian postępów	26
4.3. Podstawy mechaniki i wytrzymałości materiałów	27
4.3.1. Materiał nauczania	27
4.3.2. Pytania sprawdzające	36
4.3.3. Ćwiczenia	37
4.3.4. Sprawdzian postępów	39
4.4. Połączenia rozłączne i nierozłączne	40
4.4.1. Materiał nauczania	40
4.4.2. Pytania sprawdzające	46
4.4.3. Ćwiczenia	46
4.4.4. Sprawdzian postępów	47
4.5. Części maszyn	48
4.5.1. Materiał nauczania	48
4.5.2. Pytania sprawdzające	56
4.5.3. Ćwiczenia	57
4.5.4. Sprawdzian postępów	58
4.6. Materiały eksploatacyjne	59
4.6.1. Materiał nauczania	59
4.6.2. Pytania sprawdzające	65
4.6.3. Ćwiczenia	65
4.6.4. Sprawdzian postępów	67
5. Sprawdzian osiągnięć	68
6. Literatura	73

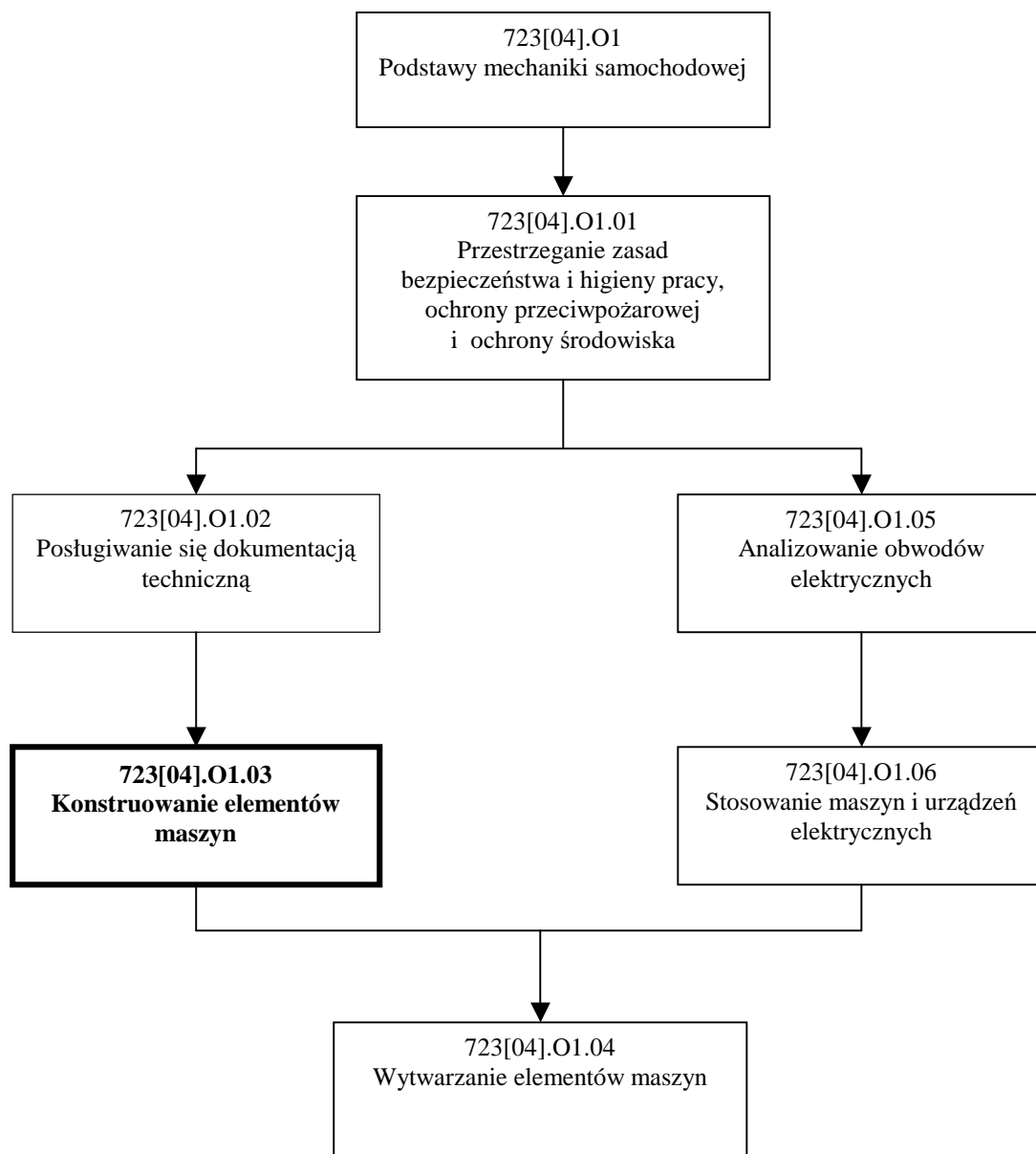
1. WPROWADZENIE

Poradnik ten będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy dotyczącej konstruowania elementów maszyn.

W poradniku znajdziesz:

- wymagania wstępne – wykaz umiejętności, jakie powinieneś mieć już ukształtowane, abyś bez problemów mógł korzystać z poradnika,
- cele kształcenia – wykaz umiejętności, jakie ukształtujesz podczas pracy z poradnikiem,
- materiał nauczania – wiadomości teoretyczne niezbędne do osiągnięcia założonych celów kształcenia i opanowania umiejętności zawartych w jednostce modułowej,
- zestaw pytań, abyś mógł sprawdzić, czy już opanowałeś określone treści,
- ćwiczenia, które pomogą Ci zweryfikować wiadomości teoretyczne oraz ukształtować umiejętności praktyczne,
- sprawdzian postępów,
- sprawdzian osiągnięć, przykładowy zestaw zadań. Zaliczenie testu potwierdzi opanowanie materiału całej jednostki modułowej,
- literaturę uzupełniającą.

Miejsce jednostki modułowej w strukturze modułu 723[04].O1 „Podstawy mechaniki samochodowej” jest wyeksponowane na schemacie zamieszczonym na stronie 4.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- przestrzegać zasady bezpiecznej pracy, przewidywać zagrożenia i zapobiegać im,
- stosować jednostki układu SI,
- wyjaśniać oznaczenia stosowane na rysunku technicznym maszynowym,
- posługiwać się dokumentacją techniczną, Dokumentacją Techniczno-Ruchową, normami i katalogami,
- selekcjonować, porządkować i przechowywać informacje,
- interpretować związki wyrażone za pomocą wzorów, wykresów, schematów, diagramów, tabel,
- użytkować komputer,
- współpracować w grupie,
- organizować stanowisko pracy zgodnie z wymogami ergonomii.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- rozróżnić materiały konstrukcyjne metalowe (stopy żelaza i metali nieżelaznych),
- rozróżnić materiały konstrukcyjne niemetalowe (tworzywa sztuczne, materiały uszczelniające, materiały cierne),
- określić właściwości fizyczne, chemiczne, mechaniczne i technologiczne materiałów konstrukcyjnych metalowych i niemetalowych oraz ich zastosowanie,
- rozróżnić proste przypadki obciążeń elementów konstrukcyjnych,
- rozróżnić rodzaje naprężeń i odkształceń występujące podczas pracy urządzeń mechanicznych,
- rozpoznać podstawowe części i zespoły stosowane w pojazdach samochodowych,
- rozróżnić rodzaje połączeń rozłącznych i nierozłącznych,
- wskazać zastosowanie podstawowych elementów, zespołów i mechanizmów,
- rozróżnić materiały eksploatacyjne (smary i oleje hydrauliczne, lakiery i środki konserwujące),
- określić właściwości chemiczne i technologiczne materiałów eksploatacyjnych oraz ich zastosowanie,
- rozpoznać zjawiska korozyjne i ich skutki oraz wskazać sposoby zapobiegania korozji,
- dobrać powłoki ochronne,
- dobrać części maszyn z katalogów,
- dobrać na podstawie norm technicznych materiały na elementy konstrukcyjne pojazdów samochodowych,
- posłużyć się dokumentacją techniczną,
- zastosować zasady bhp, ochrony ppoż. i ochrony środowiska.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Metalowe materiały konstrukcyjne

4.1.1. Materiał nauczania

Wszystkie pierwiastki występujące w przyrodzie można podzielić na metale i niemetale. Metale stanowią znaczną większość pierwiastków i wyróżniają się takimi własnościami, jak: połysk, nieprzezroczystość, dobra przewodność elektryczna i przewodnictwo cieplne, a także w licznych przypadkach wykazują dobrą plastyczność. Metale odznaczają się innymi własnościami chemicznymi niż niemetale. Na przykład tlenki metali w połączeniu z wodą dają zasady, podczas gdy tlenki niemetali dają kwasy.

Technicznie czyste metale, to znaczy takie, które zawierają pewną niewielką ilość zanieczyszczeń pochodzących z procesów metalurgicznych, są bardzo rzadko używane do wyrobu 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 ich jakość. Również na skutek swej niskiej twardości i dużej plastyczności czyste metale gorzej się obrabiają niż ich stopy, gdyż wióry przywierają do narzędzi skrawających.

Natomiast korzystnymi własnościami 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 i technologiczne.

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 niektóre metale, jak: srebro, złoto i platyna i w mniejszym stopniu nikiel i chrom. Wykonuje się również specjalnie odporne na korozję i działanie czynników chemicznych stopy techniczne, jak np. stale nierdzewne, kwasoodporne i żaroodporne, zawierające duże ilości niklu i chromu.

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, wyrażam w kg/m^3 lub g/cm^3 .

Stopy i metale lekkie, jak np.: lit, sód, magnez, aluminium i ich stopy, odznaczają się małą gęstością. Dużą gęstość mają metale ciężkie, jak np.: żelazo, nikiel, miedź, wolfram, platyna i ich stopy.

Temperatura topnienia metali i ich stopów jest wyrażana w stopniach Celsjusza ($^{\circ}\text{C}$). Wszystkie metale są topliwe, a ponieważ ich temperatura topnienia waha się w bardzo szerokich granicach, więc dzieli się je na łatwo topliwe, trudno topliwe i bardzo trudno topliwe. Do metali łatwo topliwych, których temperatura topnienia wynosi do 650°C , zalicza

się między innymi takie metale, jak: cynę, cynk, bizmut, kadm, magnez i ołów. Metale trudno topliwe mają temperaturę topnienia do 2000°C. Są to np.: chrom, kobalt, miedź, nikiel, platyna i żelazo.

Do metali trudno topliwych zalicza się molibden, 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. 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 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.

Ciepło właściwe jest to ilość ciepła pobierana (lub oddawana) przez 1g danej substancji przy zmianie temperatury o 1°C. 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 jakiej 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 o przekroju 1 m² w ciągu 1 godziny przy różnicy temperatury 1°C.

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 ze wzrostem temperatury przewodnika.

Własności magnetyczne metali i stopów polegają na zdolności magnesowania się. Najlepsze własności magnetyczne mają żelazo, nikiel i kobalt, a ze stopów – 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.

Właściwości mechaniczne metali i stopów

Własności te stanowią zespół cech określających zdolność do przeciwstawiania się działaniu sił zewnętrznych oraz zmian temperatury. Pod wpływem działania tych sił mogą nastąpić odkształcenia, a w przypadku niedostatecznie wytrzymałej konstrukcji – nawet zniszczenie danej części. Do własności mechanicznych zalicza się: wytrzymałość, twardość i udarność, 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 dokonuje się sposobem: Brinella, Rockwella i Vickersa.

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. Miara 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.

Własności technologiczne metali i stopów

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

Liejność, czyli zdolność ciekłego metalu lub stopu do wypełniania formy odlewniczej, zależy od składu chemicznego, struktury i temperatury ciekłego metalu.

Plastyczność określa zdolność ciał stałych do osiągnięcia znacznych odkształceń trwałych pod działaniem sił zewnętrznych bez naruszania spójności. Inaczej – jest to przydatność materiału do obróbki plastycznej, czyli do kucia, tłoczenia, walcowania itp.

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

Rodzaje metali żelaznych i ich stopów

Podstawowymi stopami stosowanymi w technice są stopy żelaza z węglem. Produktem wyjściowym, z którego otrzymuje się techniczne stopy żelaza z węglem jest surówka otrzymywana z rudy żelaza w wielkim piecu. Z jej przeróbki w wyniku złożonych procesów metalurgicznych powstają: stale, staliwa, żeliwa.

Stalą nazywamy stop żelaza z węglem i innymi pierwiastkami o zawartości węgla do 2%, który po odlaniu i skrzepnięciu jest poddany obróbce plastycznej.

Ten sam materiał, lecz nie podlegający obróbce plastycznej nazywa się staliwem. Staliwa są używane na odlewy elementów bardziej obciążonych oraz w zależności od zastosowanych składników stopowych na elementy pracujące w podwyższonej temperaturze i w środowiskach korozyjnych.

Odlewnicze stopy żelaza z węglem i innymi dodatkami zawierające 2–6,67% węgla nazywamy żeliwami. Ze względu na bardzo dobre właściwości odlewnicze, żeliwa stosuje się do odlewania różnorodnych części maszyn i pojazdów samochodowych.

Ilość węgla w stopach ma zasadniczy wpływ na twardość materiału. Wraz ze zwiększeniem zawartości procentowej węgla w stopie rośnie twardość materiału, a więc również odporność na ścieranie a maleje odporność na uderzenia (udarność).

W stopach żelaza z węglem ważną rolę odgrywają dodatkowe pierwiastki, z których część jest dodawana do stopu celowo, a część stanowi zanieczyszczenia:

- siarka i fosfor są domieszkami szkodliwymi powodują one kruchość materiału i pogarszają właściwości plastyczne oraz udarność,
- chrom jako dodatek stopowy w stalach zwiększa wytrzymałość, twardość i odporność na ścieranie oraz polepsza właściwości antykorozyjne a ponadto uodparnia on materiał na działanie czynników chemicznych i wysokiej temperatury,
- dodatek niklu w stalach działa podobnie jak chrom oraz zwiększa ciągliwość stali,
- krzem jest pierwiastkiem, który zwiększa sprężystość i wytrzymałość stal oraz zwiększa oporność elektryczną, z udziałem krzemu (0,5–2,5%) produkowane są stale resorowe i sprężynowe,
- wolfram nadaje stali drobnoziarnistość, zwiększa hartowność, twardość i odporność na zużycie.

Ze względu na skład chemiczny (zgodnie z normą PN-EN 10020:2003) stale dzieli się na niestopowe (węglowe), stopowe oraz stale nierdzewne.

Stale niestopowe to gatunki stali, w których zawartość procentowa pierwiastków jest mniejsza od pewnej określonej wartości granicznej. Jeżeli ta wartość graniczna jest

przekroczona mamy do czynienia ze stalami stopowymi. Osobną grupę stanowią stale nierdzewne, w których zawartość Cr jest większa od 10,5% a węgla poniżej 1,2%.

Dla określenia granicy między stalami stopowymi a niestopowymi określono następujące zawartości poszczególnych pierwiastków:

Al, Co, Cr, Ni, W – 0,3%,

Bi, Se, V – 0,1%,

Cu, Pb – 0,4%,

Si – 0,6%; Mo – 0,06%.

Skład chemiczny stali nie jest jedynym kryterium podziału. Inne kryteria podziału zamieszczono w tabeli 1.

Tabela 1. Kryteria podziału stali [2, s. 169].

Kryterium podziału	Przykładowe rodzaje i grupy stali
Podstawowe zastosowanie	konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o szczególnych własnościach.
Jakość (m.in. stężenie S i P)	jakościowa, specjalna.
Sposoby wytwarzania	martenowska, elektryczna, konwertorowa i inne.
Sposób odtleniania	uspokojona, półuspokojona, nieuspokojona.
Rodzaj produktów	blachy, pręty, druty, rury, odkuwki itp.
Postać	łana, kuta, walcowana na gorąco, walcowana na zimno, ciągniona.
Stan kwalifikacyjny	surowy, wyżarzony normalizująco, ulepszony cieplnie i inne.

Oznaczenia stali

W ostatnich latach w związku z wstąpieniem Polski do Unii Europejskiej szereg norm krajowych zostało zastąpionych przez normy europejskie co w przypadku oznaczeń stali i innych materiałów skutkuje innym sposobem ich oznaczania niż dotychczas.

Zgodnie z normami europejskimi obowiązują dwa systemy oznaczania stali:

- znakowy (według PN-EN 10027-1:1994); znak stali składa się z symboli literowych i cyfr,
- cyfrowy (według PN-EN 10027-2:1994); oznaczenie składa się z pięciu cyfr. Numer gatunku stali nadaje Europejskie biuro rejestracyjne.

W systemie znakowym znaki stali dzieli się na dwie grupy:

- znaki z symbolami wskazującymi na zastosowanie oraz własności mechaniczne lub fizyczne stali,
- znaki z symbolami wskazującymi na skład chemiczny stali.

W pierwszej grupie znaków stali oznaczenie składa się z liter i cyfr. Litery oznaczają zastosowanie stali zaś liczby odpowiednie właściwości wytrzymałościowe np.:

- S235 S – stal niestopowa konstrukcyjna o minimalnej granicy plastyczności 235 MPa,
- E295 E – stal niestopowa maszynowa o minimalnej granicy plastyczności 295 MPa,
- L360 L – stal niestopowa na rury przewodowe o minimalnej granicy plastyczności 360 MPa,
- P460 P – stale na urządzenia ciśnieniowe o minimalnej granicy plastyczności 460 MPa.

W grupie znaków z symbolami wskazującymi na skład chemiczny wyróżniamy cztery grupy:

- stale niestopowe o średnim stężeniu Mn poniżej 1%, oznaczane literą C oraz liczbą oznaczającą średnie stężenie węgla w stali w setnych częściach % np. C45,
- stale niestopowe o średnim stężeniu Mn równym i wyższym od 1%, oznaczane liczbą informującą o średnim stężeniu węgla w setnych częściach % symbolami chemicznymi pierwiastków stopowych oraz liczbami wskazującymi na ich stężenie procentowe np. 33MnCrB5-2,
- stale stopowe (bez szybko tnących) o stężeniu przynajmniej jednego pierwiastka stopowego powyżej 5%, oznaczane symbolem X oraz liczbą informującą o średnim

stężeniu węgla w setnych częściach %, symbolami pierwiastków stopowych oraz liczbami wskazującymi na ich stężenie procentowe np. X8CrNiMoAl15–7–2,

- stale szybko tnące, oznaczane symbolem HS oraz liczbami podającymi średnie stężenie procentowe pierwiastków w kolejności W, Mo, V, Co np. HS2–9–8.

W związku z niedokończonym procesem dostosowania polskich norm do systemu europejskiego w Polsce obowiązują równocześnie różne zasady oznaczania stali. Np. oznaczenie St3S (zgodne z polskimi normami PN) odpowiada oznaczeniu S235JR (wg norm unijnych EN), oznaczenie 45 (zgodne z PN) odpowiada oznaczeniu C45 (normy EN).

Tabela 2. Przykłady zastosowania stali [opracowanie własne].

Gatunek stali	Zastosowanie
Stale niestopowe konstrukcyjne zwykłej jakości	nity, śruby, sworznie, haki, wały pędne osie
Stale niestopowe konstrukcyjne wyższej jakości	czopy, łańcuchy, sworznie, wały, osie, tuleje, korbowody
Stale niskostopowe konstrukcyjne oraz stale zwykłej jakości	do produkcji rur
Stale sprężynowe	walce, płyty do pras, sprężyny, druty do linek
Stale stopowe konstrukcyjne do nawęglania i azotowania	wały rozrządu, sworznie, koła zębate ślimacznice
Stale stopowe konstrukcyjne do ulepszania cieplnego	koła zębate, części konstrukcyjne do ulepszania cieplnego
Stale narzędziowe	wiertła, frezy, noże do tworzyw sztucznych
Stale stopowe o szczególnych właściwościach	sprężyny zwijane, sprężyny talerzowe

Tabela 3. Wybrane popularne gatunki stali stosowane w konstrukcjach maszyn i urządzeń [opracowane własne].

Oznaczenie stali wg PN	Cyfrowo-literowe oznaczenie stali wg PN-EN lub odpowiedniki wg EN	Oznaczenie stali wg PN-EN cyfrowe	Zastosowanie stali
St3S	S235JR wg EN		nośne elementy konstrukcji spawanych wykonanych z blach i profili, słupy energetyczne i trakcyjne, belki stropowe,
MSt5	E295 wg EN		średnio obciążone części maszyn : wały, osie, wały wykorbione, czopy, tłoki, dźwignie, kliny, drażki, śruby, pierścienie
45	C45 wg EN		na części średnio obciążone i odporniejsze na ścieranie, jak osie, wały korbowe, mimośrodowe oraz uzębione, wrzeciona, walce, wirniki pomp itp.
1H18N9T	X10CrNiTH8-10 wg EN	1.4541	wymienniki ciepła, zbiorniki do kwasów, rurociągi, autoklawy, mieszadła, kotły destylacyjne, elementy pomp, elementy mechanizmów narażone na korozję
R35	brak		Na rury bez szwu walcowane na gorąco, ciągnione lub walcowane na zimno, rury bez szwu precyzyjne, rury bez szwu kołnierzowe, rury do budowy statków, itp.

Metale nieżelazne i ich stopy

Do podstawowych metali nieżelaznych używanych w technice należą: miedź, aluminium, magnez, cynk, cyna, ołów.

Miedź

Zastosowanie w stanie czystym: na przewody elektryczne, elementy aparatury chemicznej, ozdobne pokrycia dachowe itp.

Stopy miedzi: brązy, mosiądze i inne. Brązy są to stopy miedzi, których głównym składnikiem stopowym (>2%) jest cyna, aluminium, krzem, mangan, ołów lub beryl. W zależności od składu chemicznego mogą być mniej lub bardziej plastyczne. Brązy typu odlewniczego mają dobre własności odlewnicze i łatwą obróbkę skrawaniem. Zastosowanie: elementy maszyn narażone na ścieranie i korozję, części maszyn, armatura chemiczna, elementy aparatury pomiarowej, panewki wysoko obciążonych łożysk ślizgowych i inne.

Przykład: Brąz cynowo-ołowiowy CuSn10Pb10 (PN-91/H-87026) Przeznaczenie: łożyska i części trące maszyn pracujących przy dużych naciskach i szybkościach.

Mosiądze są to stopy miedzi z cynkiem (do 50%) – dwuskładnikowe lub wieloskładnikowe, jeżeli zawierają jeszcze inne składniki. Mosiądze mają dobre własności odlewnicze, ale w zależności składu chemicznego mogą również być poddawane obróbce plastycznej na zimno lub na gorąco.

Zastosowanie: w postaci odlewów do wyrobu armatury wodociągowej i osprzętu odpornego na wodę morską, na mniejsze śruby okrętowe, tulejki, koła zębate, inne części mechaniczne, elementy okuć budowlanych (klamki, gałki itp.).

W postaci wyrobów po obróbce plastycznej (pręty, druty, blachy, taśmy, rury) mosiądze są stosowane w elektrotechnice, urządzeniach okrętowych, urządzeniach chemicznych, przyrządach precyzyjnych, instrumentach muzycznych itp.

Przykład: Mosiądz CuCo1NiBe (wg PN-EN 1652:1999) Przeznaczenie: Elementy aparatury kontrolno-pomiarowej.

Aluminium

Zastosowanie w stanie czystym w przemyśle chemicznym i spożywczym na zbiorniki, przewody, armaturę, naczynia i sprzęt gospodarstwa domowego, folie i opakowania, w przemyśle elektrotechnicznym na przewody elektryczne zwłaszcza wysokiego napięcia, elementy konstrukcyjne kaset, pulpików, obudów itp.

Stopy aluminium noszą nazwę stopów lekkich ze względu na małą gęstość. Stopy aluminium dzieli się na stopy odlewnicze i stopy do przeróbki plastycznej. Z pośród stopów odlewniczych najbardziej rozpowszechnione są tzw. siluminy (4,0–13,5% Si).

Stopy aluminium do przeróbki plastycznej:

- 1) stopy z magnezem i manganem,
- 2) stopy z manganem, magnezem i krzemem,
- 3) stopy typu duraluminium są to stopy wieloskładnikowe (Al, Cu, Mg, Mn, Si),
- 4) stopy odporne na podwyższone temperatury,
- 5) stopy na elementy konstrukcyjne wysoko obciążone.

Zastosowanie: wszystkie gałęzie przemysłu, a w szczególności przemysł lotniczy, samochodowy, okrętowy, sprzęt gospodarstwa domowego.

Przykład: Stop aluminium do obróbki plastycznej oznaczenie: EN AW-7020 (wg PN-EN 573-3:1998); przeznaczenie: elementy i konstrukcje z wyrobów walcowanych, wyciskanych, kutych i ciągnionych, wyroby nie mogą być przeznaczone do kontaktu z żywnością; skład chemiczny: cynk 4–5%, magnez 1–1,4%, inne poniżej 1%, reszta aluminium.

Stopy tytanu

Lekkie bardzo wytrzymałe. Stopy Ti–Ni wykazują pamięć kształtu. Przykład: Stop tytanu. oznaczenie: Ti6Al4V; przeznaczenie: powłoki silników raketowych, części silników turbinowych, tarcze, pierścienie, łopatki, okucia lotnicze, naczynia ciśnieniowe; skład chemiczny: aluminium 5,5–6,75%; wanad 3,5–4,5%, inne <1%, reszta tytan.

Stopy kobaltu

Nowe zastosowania: w medycynie – implanty nietoksyczne, odporne na działanie kwasów organicznych, w technice lotniczej i kosmicznej materiały odporne na ścieranie, żaroodporne i żarowytrzymałe.

Przykład: Stop kobaltu CoCrMo; przeznaczenie: endoprotezy stawowe; skład chemiczny: chrom 26,5–30%; molibden 4,5–7%; nikiel <2,5%, mangan <1%; krzem <1%; żelazo <1%, reszta kobalt .

Magnez

Jest bardzo lekkim metalem, lecz o niskich właściwościach mechanicznych i dużej aktywności chemicznej. Ze względu na te właściwości ma on ograniczone zastosowanie w technice. Głównie jest on stosowany do wyrobu stopów oraz jako dodatek stopowy. Z uwagi na to, że stopy magnezu w połączeniu z tlenem tworzą substancję wybuchową, nie można tych stopów podczas obróbki chłodzić wodą, a przy ich szlifowaniu należy stosować urządzenia do pochłaniania pyłu. Stopy magnezu dzielimy na odlewnicze oraz do obróbki plastycznej. Głównym składnikiem stopów magnezu jest aluminium, cynk, mangan. Stopy magnezu są najlżejszymi ze znanych i ta cecha wyznacza zakres stosowania tych materiałów (głównie w konstrukcjach lotniczych i przemyśle motoryzacyjnym). Stopy magnezu z aluminium i cynkiem naszą nazwę elektronów.

Cynk

Jest metalem o dobrych właściwościach plastycznych i niskiej temperaturze topnienia. Stosuje się go głównie jako powłoki przeciwkorozyjne na pokrycia blach i drutów, również jest wykorzystywany do produkcji baterii elektrycznych. Stopy cynku nazywamy zalami, zawierają one oprócz cynku aluminium i miedź.

Cyna

Ma właściwości mechaniczne tak niskie, że nie nadaje się jako materiał konstrukcyjny. W czystej postaci cynę stosuje się cynowania blach oraz jako dodatek stopowy. Szeroko stosowanym stopem cyny z ołowiem jest cyna lutownicza stosowana jako spoiwo podczas lutowania.

Stopy ołowiu

Ołów i jego stopy mają zastosowanie do produkcji elektrod akumulatorowych, płaszczy kablowych i łożysk ślizgowych. Elektrody akumulatorowe: do 0,1%Ca, do 0,7%Sn. Płaszcze kablowe: czysty ołów lub jego stop z antymonem, tellurem i miedzią.



Rys. 1. Rodzaje materiałów metalowych stosowanych w budowie nadwozia samochodu osobowego [10, s. 30].

4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co to są właściwości fizyczne i chemiczne materiałów?
2. Co to są właściwości użytkowe i technologiczne?
3. Jak oznaczamy stopy żelaza z węglem?
4. Jak oznaczamy stopy metali nieżelaznych?
5. Jaka jest różnica pomiędzy stalą a staliwem?
6. Czym różni się stal stopowa od węglowej?
7. Jaki jest podział żeliw?
8. Jaki jest podział stopów aluminium?
9. Jakie jest zastosowanie metali i ich stopów w motoryzacji?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Na podstawie badań organoleptycznych (za pomocą zmysłów) rozpoznaj materiały, z których wykonane są przedmioty otrzymane od nauczyciela.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) dokładnie przyrzeć się strukturze materiałów z których wykonane są przedmioty,
- 2) ocenić szacunkowo ich wagę,
- 3) ocenić barwę,

- 4) określić przypuszczalne zastosowanie przedmiotów, a tym samym warunki w jakich są użytkowane,
- 5) ocenić czy widać na nich ślady korozji lub innych efektów oddziaływania środowiska,
- 6) szacunkowo określić twardość, elastyczność,
- 7) opisać zgodnie z powyższymi punktami cechy materiałów badanych,
- 8) zakwalifikować materiały do odpowiedniej grupy,
- 9) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 10) dokonać oceny poprawności wykonanego ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi materiałów,
- przedmioty wykonane z różnych materiałów metalowych.

Ćwiczenie 2

Na podstawie katalogów zidentyfikuj stopy żelaza o oznaczeniach: S235JR; P235S; C80U; 54SiCrV6. Podaj ich właściwości mechaniczne oraz maksymalną zawartość pierwiastków stopowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) odszukać w katalogach podane oznaczenia,
- 3) zapisać w zeszycie skład chemiczny oraz właściwości mechaniczne odczytywanych materiałów.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi wyrobów metalowych,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Na podstawie katalogów zidentyfikuj stopy metali nieżelaznych o oznaczeniach: EN AC–AlSi9; EN–MCMgAl8Zn1; ZP16. Określ ich właściwości mechaniczne i podaj zawartość poszczególnych pierwiastków.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) odszukać w katalogach podane oznaczenia,
- 3) zapisać w zeszycie skład chemiczny oraz właściwości mechaniczne odczytywanych materiałów,
- 4) zaprezentować wyniki ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi wyrobów metalowych,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 4

Do magazynu dostarczono elementy stalowe z materiału R35 oraz K10. Posługując się katalogiem zapisz w zeszycie skład chemiczny i właściwości mechaniczne tych materiałów. Do jakiego gatunku stali można zaliczyć wymienione materiały.

Tabela do ćwiczenia 1 [14].

Norma	Gatunek	C (%)	Mn(%)	P max (%)	S max (%)	Si (%)	Cr(%)	Ni(%)	Cu max (%)	Mo(%)
PN-80/H-74219	R35	0,07–0,16	0,40–0,75	0,040	0,040	0,12–0,35			0,25	
PN-80/H-74219	R45	0,16–0,22	0,60–1,20	0,040	0,040	0,12–0,35			0,30	
PN-80/H-74219	R55	0,32–0,40	0,60–0,85	0,045	0,045	0,20–0,35				
PN-80/H-74219	R65	0,45–0,62	0,60–0,85	0,045	0,045	0,20–0,35				
PN-80/H-74219	18G2A	max 0,20	1,00–1,50	0,040	0,040	0,20–0,55		max 0,30	0,30	
PN-H-74252	K10	max 0,17	min 0,40	0,045	0,045	0,10–0,35	max 0,20	max 0,35		
PN-H-74252	K18	0,16–0,22	min 0,60	0,045	0,045	0,10–0,35	max 0,20	max 0,35		
PN-H-74252	16M	0,12–0,20	0,50–0,80	0,040	0,040	0,15–0,35	max 0,30	max 0,35		0,25-0,35
PN-H-74252	15HM	0,10–0,18	0,40–0,70	0,040	0,040	0,15–0,35	0,7–1,00	max 0,35		0,40-0,55
PN-H-74252	10H2M	0,08–0,15	0,40–0,60	0,030	0,030	0,15–0,50	2,00–2,50	max 0,30		0,90-1,10
PN-H-74252	13HMF	0,10–0,18	0,40–0,70	0,040	0,040	0,15–0,35	0,30–0,60	max 0,30		0,50-0,65
PN-H-74252	20H12M1F	0,17–0,23	0,40–0,80	0,035	0,035	0,10–0,50	11,0–12,5	0,30–0,80		0,80-1,20

Norma	Gatunek	Min. granica plastyczności Re (MPa) min	Wytrzymałość na rozciąganie Rm (MPa)	Wydłużenie przy zerwaniu A ₅ min (%)
PN-80/H-74219	R35	235	345	25
PN-80/H-74219	R45	255	440	21
PN-80/H-74219	R55	295	540	17
PN-80/H-74219	R65	380	640	16
PN-80/H-74219	18G2A	350	510	22
PN-H-74252	K10	235	360-480	25/23
PN-H-74252	K18	255	440-540	21/19
PN-H-74252	16M	285	450-600	22/20
PN-H-74252	15HM	295	440-590	22/20
PN-H-74252	10H2M	265	450-600	20/18
PN-H-74252	13HMF	365	490-690	20/28
PN-H-74252	20H12M1F	490	690-840	17/14

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) zapisać w zeszycie skład chemiczny oraz właściwości mechaniczne stali,
- 3) przyporządkować gatunki stali,
- 4) zaprezentować wyniki ćwiczenia.

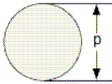

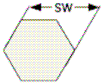
Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalog wyrobów metalowych,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 5

W katalogu przedstawiono kształtowniki wykonane z różnych materiałów. Wypisz w zeszycie rodzaje wyrobów oraz materiały, z których zostały wykonane. Jaki jest skład chemiczny tych materiałów?

Tabela do ćwiczenia 3 [14].

PRĘTY		
Pręty okrągłe  CuZn39Pb3 (CW614N) – okrągłe, ciagnione wymiary (p) w mm 2,0 do 80,0 CuZn40Pb2 (CW617N) – okrągłe, wyciskane, odlewane i toczone wymiary (p) w mm 85 do 200	Pręty kwadratowe  CuZn39Pb3 (CW614N) – kwadratowe, ciagnione wymiary (a) w mm 4,0 do 70,0 CuZn40Pb2 (CW617N) – kwadratowe, wyciskane wymiary (a) w mm 80,0 i 100,0	Pręty sześciokątne  CuZn39Pb3 (CW614N) – sześciokątne ciagnione wymiary (sw) w mm 6,0 do 50,0 CuZn40Pb2 (CW617N) – sześciokątne, wyciskane wymiary (sw) w mm 55,0 do 75,0

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) opisać w zeszycie rodzaje wyrobów oraz materiały, z których zostały wykonane,
- 3) zaprezentować wyniki ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalog wyrobów metalowych,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 6

Wykonaj przy pomocy twardościomierza Brinella pomiar twardości stali o małej zawartości węgla.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z instrukcją obsługi twardościomierza Brinella,
- 2) nałożyć na talerzyk jarzma ciężarki odpowiadające wymaganemu obciążeniu,
- 3) zamocować odpowiednią kulkę,
- 4) położyć badaną próbkę na stoliku,
- 5) podnieść stół z próbką do zetknięcia się z kulką,
- 6) napompować olej zwiększając nacisk do momentu uzyskania właściwego nacisku na manometrze,
- 7) utrzymać ciśnienie przez wymagany dla próby czas,
- 8) zmierzyć średnicę odcisku w dwóch prostopadłych do siebie kierunkach z dokładnością do 0,01 mm,
- 9) odczytaj twardość.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- twardościomierz Brinella,
- instrukcja obsługi urządzenia,
- mikroskop lub lupa odczytowa,
- kalkulator.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić rodzaje materiałów metalowych stosowanych w technice?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić właściwości metali i ich stopów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) rozróżnić materiały na podstawie badań organoleptycznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) rozpoznać stopy żelaza z węglem na podstawie oznaczeń?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) rozpoznać metale nieżelazne i ich stopy na podstawie oznaczeń?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) dobrać materiały z katalogu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Materiały niemetalowe

4.2.1. Materiał nauczania

Tworzywa sztuczne

Tworzywa sztuczne konkurują z powodzeniem ze stosowanymi powszechnie materiałami, takimi jak stal i aluminium. Są coraz częściej wykorzystywane do budowy nadwozi samochodów, gdyż zapewniają konstruktorowi różnorodne możliwości ich ukształtowania, łatwość formowania wyrobów o skomplikowanych kształtach dobre właściwości mechaniczne, możliwość stosowania w różnorodnej postaci, czyli jako tworzywa konstrukcyjne, materiały powłokowe, spoiwa, kleje, kity, włókna syntetyczne.

Rodzaje tworzyw sztucznych:

- termoplastyczne,
- termoutwardzalne,
- chemoutwardzalne.

Tworzywa termoplastyczne (termoplasty) pod wpływem działania podwyższonej temperatury stają się miękkie, a po obniżeniu temperatury z powrotem stają się twarde i sztywne. Umożliwia to wielokrotną przeróbkę tych tworzyw.

Przykłady tworzyw sztucznych:

- polietylen stosuje się do wytwarzania powłok ochronnych, do powlekania przewodów i kabli elektrycznych, do produkcji skrzynek akumulatorowych, zbiorników i różnych drobnych części do instalacji elektrycznej samochodu,
- polichlorek winylu (PCV) jest odporny na działanie ługów, rozcieńczonych kwasów, spirytusu, benzyny, smarów i wody. Miękki polichlorek winylu jest używany do wyrobu tworzywa piankowego w postaci bloków, płyt i gotowych kształtek oraz stosowany do wytwarzania foteli, siedzeń i oparć samochodowych,
- poliamidy znalazły zastosowanie w przemyśle włókienniczym i maszynowym. Włókna poliamidowe są używane do wyrobu obić, pokryć tapicerskich, pasów bezpieczeństwa w samochodach. Ze względu na twardość, mały współczynnik tarcia, niski koszt produkcji, tłumienie drgań i cichą pracę oraz odporność na środki chemiczne stosuje się do wyrobu łożysk ślizgowych tulejek,
- polimetakrylen metylu (szkło organiczne) – z zabarwionych płyt szkła organicznego produkuje się szyby przeciwodblaskowe. Wytłaczając cienkie szyby ze szkła organicznego otrzymuje się płytki do produkcji szkieł odblaskowych. Ze szkła organicznego wykonuje się również klosze lamp oświetlenia wewnętrznego, szyby przyrządów kontrolnych, klosze świateł sygnalizacyjnych, gałki, uchwyty,
- folie poliestrowe stosuje się na wewnętrzne okładziny drzwi w samochodach oraz obicia tapicerskie. Poliestry z wypełniaczem w postaci włókna lub tkaniny służą do budowy nadwozi samochodów. Laminaty poliestrowe mają małą gęstość w porównaniu z blachą stalową, dużą sprężystość, odporność na działanie czynników atmosferycznych, dobrą izolację cieplną i zdolność tłumienia drgań. Odporność poliestrów na działanie paliw wykorzystano w produkcji zbiorników paliwa,
- poliwęglany wykorzystuje się do produkcji nowoczesnych reflektorów o nietypowych kształtach, często z gładką lub słabo uryflowaną szybą.

Materiały lakiernicze

Materiały lakiernicze są przeznaczone do wytwarzania powłok lakierowych o określonych własnościach ochronnych, dekoracyjnych lub gładzących. Materiały lakiernicze składają się z:

- substancji powłokotwórczych, czyli spoiwa.
- barwników i pigmentów,
- wypełniaczy i obciążników,
- rozpuszczalników.

Substancje powłokotwórcze spełniają zadanie ciekłego spoiwa tworzącego powłokę. Stanowią one najważniejszy składnik wyrobu lakierniczego, gdyż utrzymują jak najlepszy stan wymieszania barwników i związania powłoki lakierniczej z podłożem. Substancje te nadają powłoce lakierniczej elastyczność i połysk.

Substancje powłokotwórcze to przeważnie żywice naturalne lub syntetyczne, a ich rodzaj jest uwzględniony w nazwie wyrobu lakierniczego, np. emalia ftalowa lub emalia celulozowa.

Barwniki i pigmenty nadają wyrobowi lakierniczemu barwę oraz uodparniają powłokę na działanie czynników korozyjnych i światła słonecznego. Barwniki nie mają wpływu na jakość powłoki, a pigmenty działają antykorozyjnie. Jako pigmenty stosuje się między innymi: minię ołowianą, pył aluminiowy i biel cynkową oraz pył cynkowy.

Wypełniacze i obciążniki zmieszane z pigmentami uszczelniają powłoki i zwiększają ich wytrzymałość mechaniczną. Jako wypełniacze i obciążniki stosuje się między innymi: krede, szpat, talk oraz włókno azbestowe lub pył azbestowy.

Rozpuszczalniki powodują rozpuszczenie składników powłoko-tworczych, dzięki czemu można nałożyć odpowiednio cienką powłokę lakierniczą. Powodują również utrzymanie jednolitej gęstości materiału lakierniczego. Rozpuszczalniki wyparowują z powłoki rozpoczynając proces jej wysychania lub utwardzania.

Rodzaje materiałów lakierniczych:

- farby,
- emalie,
- lakiery.

Podział materiałów lakierniczych w zależności od rodzaju spoiwa i zastosowania

Materiały lakiernicze nitrocelulozowe są łatwe do nakładania i schną w temperaturze pokojowej. Spoiwem jest żywica nitrocelulozowa. Są bardzo łatwo palne i wychodzą obecnie z użycia. Powłoka po wyschnięciu wymaga polerowania.

Materiały lakiernicze chlorokauczukowe dają powłoki bardzo odporne na działanie wody i schną w temperaturze pokojowej. Nie nadają się do natrysku. Stosowane głównie do powłok antykorozyjnych.

Materiały lakiernicze poliwinylowe dają powłoki szybko schnące, elastyczne i wodoodporne. Spoiwem są żywice poliwinylowe. Są stosowane głównie jako farby podkładowe oraz pasty głuszące.

Materiały lakiernicze ftalowe mają szerokie zastosowanie jako wyroby schnące w temperaturze pokojowej oraz jako emalie piecowe. Przez zastosowanie spoiwa w postaci żywic alkaloidowych wyroby schną w temperaturze pokojowej. Są stosowane jako szpachlówki, farby podkładowe i emalie nawierzchniowe.

Przez zastosowanie spoiwa w postaci żywic melaminowych otrzymuje się bardzo dobre emalie nawierzchniowe, zwane emaliami ftalowymi karbamidowymi.

Materiały lakiernicze akrylowe są stosowane na najwyższej jakości emalie i lakiery. Spoiwem są żywice akrylowe. Powłoki otrzymane z emalii akrylowych odznaczają się dużą odpornością na działanie wody i chemikaliów.

Materiały lakiernicze poliestrowe zawierają jako spoiwo żywice poliestrowe. Stosuje się je głównie do wyrobu kitów szpachlowych.

Ze względu na zastosowanie materiały lakiernicze dzieli się na: pokosty – do nasycania drewna, farby podkładowe – do drewna i do metali, emalie olejne wewnętrzne – do malowania drewna i metali nie narażonych na wpływy atmosferyczne, farby antykorozyjne,

pasty gładzące, kity uszczelniające, kity szpachlowe – do wyrównywania nierówności i emalie oraz lakiery używane na powłoki zewnętrzne dekoracyjno-ochronne.

Szkło

Jest nieprzenikliwe dla cieczy i gazów, odporne na działanie czynników chemicznych, niepalne i wytrzymałe na podwyższoną temperaturę. W wysokiej temperaturze w stanie plastycznym daje się łatwo kształtować. Szkło nie przepuszcza promieni ultrafioletowych (w autobusach turystycznych stosuje się szkło kwarcowe, które w pewnym stopniu przepuszcza promienie ultrafioletowe).

Szyby pojazdów drogowych są wykonane ze szkła bezpiecznego: hartowanego lub klejonego wielowarstwowego.

Szkło bezpieczne hartowane przy silnym uderzeniu rozpada się na drobne kawałki, pozbawione ostrych krawędzi. Szkło bezpieczne wielowarstwowe wykonuje się z dwóch lub więcej płyt wysokogatunkowego szkła, połączonych ze sobą płytami szkła organicznego. Szkło wielowarstwowe klejone, pod wpływem uderzenia nie rozpada się, lecz pęka promieniowo od miejsca uderzenia.

Guma

Jest produktem wulkanizacji kauczuku naturalnego lub sztucznego z siarką, przyspieszaczami i aktywatorami. W procesie produkcji stosuje się tlenki cynku lub magnezu, kwas stearynowy, kwas mlekowy, fenole, wazelinę lub parafinę, sadze, kaolin, kredę i środki barwiące. Dobierając odpowiednie składniki można wytwarzać gumę miękką lub twardą, odporną na ścieranie, odporną na działanie gazów, kwasów i paliw. Do najważniejszych elementów gumowych stosowanych w samochodach zalicza się niżej wymienione części:

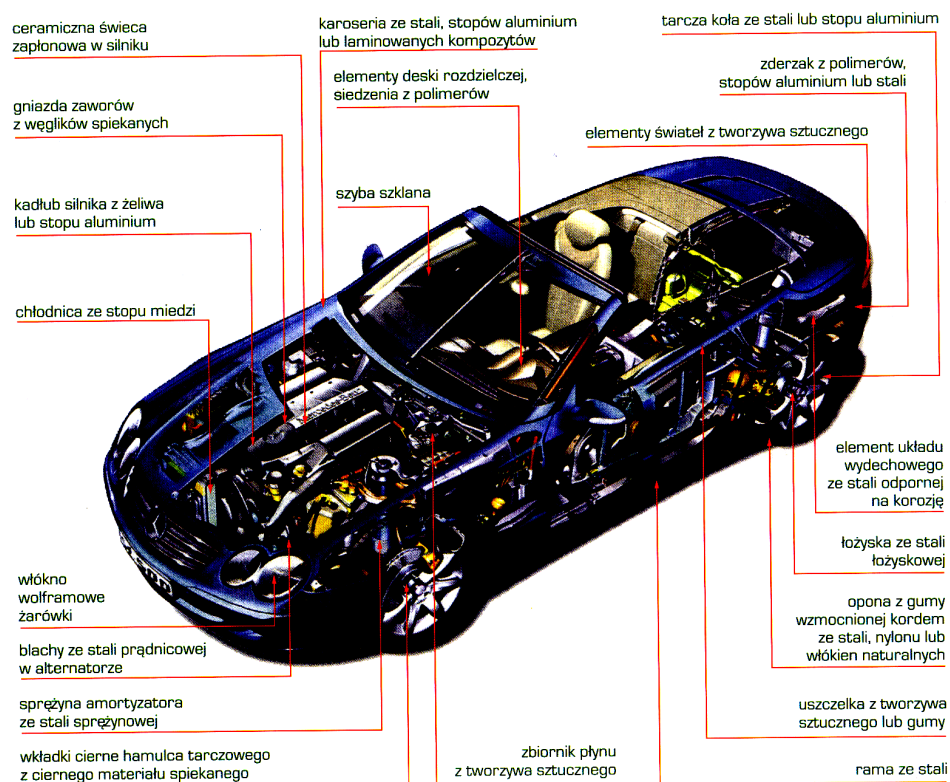
- uszczelki do nadwozi pojazdów samochodowych (do okien) produkowane z gumy odpornej na starzenie, tj. na wysychanie, pękanie, kruszenie. Ich kształty przekrojów są przeważnie dość skomplikowane,
- przewody gumowe w zależności od zastosowania wykonane z gumy odpornej na działanie czynników zawartych w cieczy przepływającej przez przewód. Przewody do oleju są wzmocnione przekładkami z tkaniny oraz opłotem z nici lub drutu,
- zderzaki gumowe stosowane coraz częściej w celu złagodzenia uderzeń, przeważnie jako nakładki na zderzak przedni i tylny oraz w zawieszeniu pojazdu,
- pióra wycieraków szyb produkowane z gumy odpornej na ścieranie i na starzenie. Mogą mieć jedną krawędź zgarniającą lub wiele krawędzi zgarniających,
- dywaniki podłogowe samochodów osobowych wykonane z gumy z przekładką z tkaniny,
- wkłady siedzeń wykonane z porowatej gumy gąbczastej. Produkowane są w trzech odmianach: miękkie, średnie i twarde,
- opony wykonane z warstw gumy o różnym stopniu elastyczności i odporności na ścieranie,
- elementy wibroizolacyjne stosowane w pojazdach samochodowych jako elementy połączeń podzespołów układu napędowego, zawieszenia.

Materiał kompozytowy (lub kompozyt) – materiał o strukturze niejednorodnej, złożony z dwóch lub więcej komponentów. 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 różnych właściwości fizycznych. Nie muszą to być wyłącznie własności mechaniczne.

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

Rodzaje kompozytów:

- kompozyty strukturalne – w których występują ciągłe struktury komponentów konstrukcyjnych – warstwy (np. sklejk), 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 – w dwóch prostopadłych kierunkach – lub nieuporządkowane,
- 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,
- stopy strukturalne – które są rodzajem stopów metali, metali z niemetalami, polimerów między sobą i polimerów z metalami i niemetalami o bardzo regularnej mikrostrukturze – przykładem tego rodzaju kompozytu jest stal damasceńska i duraluminium.



Rys. 2. Zastosowanie różnych materiałów na elementy samochodu osobowego [2, s. 58].

Materiały ściernie

Materiały ściernie są używane do szlifowania, docierania, polerowania i wygładzania powierzchni przedmiotów. Służą również do ostrzenia narzędzi oraz czyszczenia przedmiotów skorodowanych, utlenionych, pokrytych lakierem itp.

Twardość materiałów ściernych określa się w skali Mohsa. Skala ta ma 10 stopni twardości, przy czym stopień najwyższy, czyli największa twardość, wynosi 10 i odpowiada twardości diamentu, a stopień 1 – twardości talku. Wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje materiałów ściernych:

- materiały ścierne wytwarzane przemysłowo, do których należą: węgliki krzemu, tlenki aluminium, tlenki aluminium modyfikowane tlenkiem cyrkonu oraz specjalne ziarna ceramiczne,
- naturalne materiały ścierne takie jak: granat, szmergiel i krzemionka.

Diament jest najtwardszym minerałem i stanowi regularną odmianę węgla. Jest stosowany w przemyśle w postaci kamienia i proszku diamentowego. Znajduje również zastosowanie jako ostrze skrawające do specjalnych noży i do równania ściernic oraz do pomiarów twardości metali. Proszek diamentowy jest używany do specjalnych ściernic i szlifowania drogich kamieni.

Korund jest minerałem o twardości 9 wg skali Mohsa. Składa się głównie z tlenku aluminium Al_2O_3 oraz drobnych domieszek innych minerałów. Jest bardzo dobrym materiałem ściernym, stosowanym głównie do wyrobu ściernic. Ziarna korundu ulegają jednak odkształceniom i w związku z tym nie nadaje się on jako materiał ścierny do obróbki zgrubnej.

Kwarc jest minerałem o twardości 7–8 wg skali Mohsa. Jest to dwutlenek krzemu SiO_2 . Jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych minerałów i znajduje zastosowanie do wyrobu papierów ściernych oraz w postaci luźnego piasku do bębnow szlifierskich i piaskownic. Jest bardzo tanim materiałem ściernym.

Szmergiel jest ciemną drobnoziarnistą skałą metamorficzną o twardości 6–8 wg skali Mohsa, zawierającą ok. 65% korundu oraz inne składniki stanowiące związki żelaza i kwarcu. W postaci luźnego ziarna jest używany do polerowania i docierania; poza tym służy jako nasyp na papiery i płótna ścierne.

Najbardziej rozpowszechnionymi materiałami ściernymi wytwarzanymi sztucznie są: sztuczne diamenty, karborund, ekektrokorund. Sztuczne diamenty mają podobne właściwości do naturalnych diamentów, lecz są bardziej kruche. Karborund ma twardość 9–9,5 wg skali Mohsa. Jest związkiem chemicznym węgla z krzemem, czyli węglikiem krzemu. Jest stosowany jako materiał ścierny, materiał ognioodporny, materiał do wyrobu elementów oporowych w piecach elektrycznych i in. Jest to krystaliczny tlenek glinowy Al_2O_3 otrzymywany z boksytu w piecach łukowych. Odznacza się dużą twardością i jest stosowany jako ścierniwo.

Materiały uszczelniające

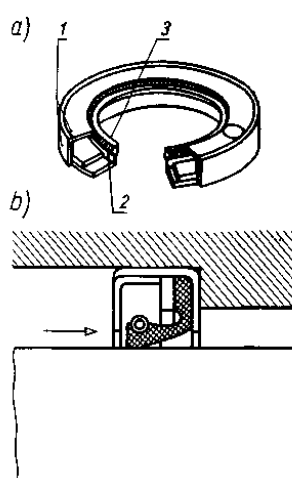
Materiały uszczelniające służą do wyrobu elementów zapewniających szczelność połączeń między poszczególnymi częściami maszyn i urządzeń. Uszczelnienia dzieli się na spoczynkowe i ruchowe, zależnie od tego, czy uszczelniają one części znajdujące się w spoczynku, czy w ruchu. Typowym uszczelnieniem spoczynkowym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

Istnieje bardzo dużo materiałów stosowanych do uszczelniania. Najczęściej znajdują zastosowanie:

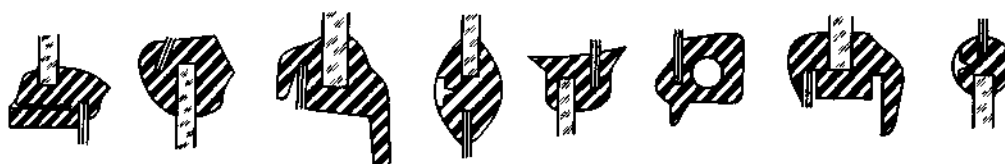
- Materiały metalowe, a przede wszystkim żeliwo, miedź, ołów i aluminium. Żeliwo jest stosowane przede wszystkim na rozprężne pierścienie tłokowe silników spalinowych i sprężarek. Miedź – dzięki dużej plastyczności i odporności na korozję – jest używana na uszczelki przewodów hydraulicznych, wysokociśnieniowych przewodów parowych oraz do przewodów niektórych chemikaliów.

Ołów jest używany na uszczelki przewodów kwasu siarkowego i kwasów organicznych. Aluminium i jego stopy są używane do przewodów kwasu azotowego, amoniaku i niektórych kwasów organicznych.

- Guma jest stosowana bardzo szeroko na różnego rodzaju uszczelnienia. Zależnie od rodzaju gumy 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 samouszczelniacze typu Siemmera (rys. 3). Samouszczelniacz jest wykonany z gumy usztywnionej obudową metalową 1. Elementem uszczelniającym wałek jest krawędź uszczelniająca 3, która pod działaniem sprężynki dociskowej 2 obejmuje obracający się wałek i zabezpiecza przed wyciekiem oleju (rys. 3 b). Guma jest również używana do uszczelniania szyb, zwłaszcza w pojazdach samochodowych (rys. 4)



Rys. 3. Samouszczelniacz typu Siemera: 1) obudowa, 2) sprężyna, 3) krawędź [4. s, 151].



Rys. 4. Kształty przekroju uszczelki szyb okien nieotwieranych [4. s, 151].

- 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 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 $+250^{\circ}\text{C}$, czyli odznacza się najwyższą odpornością na niską i wysoką temperaturę.
- Różne wyroby warstwowe nasycone żywicami syntetycznymi, jak tekstolit i novotex.
- Bawełna i konopie są używane jako materiały uszczelniające przede wszystkim w postaci sznurów, niekiedy nasyconych grafitem lub minią. Sznury te są używane do uszczelniania połączeń gwintowych rur wodociagowych i innych oraz dławnic zaworów różnych instalacji rurowych.

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

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaki jest podział i zastosowanie tworzyw sztucznych?
2. Jakie jest przeznaczenie materiałów lakierniczych?
3. Gdzie są stosowane materiały lakiernicze?
4. Jak można sklasyfikować podstawowe materiały ściernie?
5. Jakie są właściwości szkła?
6. Co to są kompozyty?
7. Jakie materiały są stosowane do uszczelniania?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wskaż zastosowanie żywicy epoksydowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wymienić zalety i wady żywicy epoksydowej,
- 2) wskazać zastosowanie żywicy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Korzystając z katalogu dobierz materiał uszczelniający do wykonania uszczelki pompy hydraulicznej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) odszukać w katalogu materiały uszczelniające do pompy hydraulicznej,
- 3) zanotować wyniki w zeszycie,
- 4) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalog materiałów uszczelniających,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Jakiej powłoki niemetalowej należy użyć jako podkładu blachy wykonanej ze stali gatunku S235JR?

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) korzystając z katalogu dobrać podkład,
- 3) zaprezentować wyniki ćwiczenia.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- katalogi wyrobów lakierniczych,
 - literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) rozpoznać tworzywa sztuczne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić przeznaczenie materiałów lakierniczych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wymienić materiały stosowane na elementy samochodu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wymienić podstawowe rodzaje materiałów ściernych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wymienić podstawowe materiały uszczelniające?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) scharakteryzować podstawowe materiały uszczelniające?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Podstawy mechaniki i wytrzymałości materiałów

4.3.1. Materiał nauczania

Teoretyczne modele ciał

Części maszyn mają różne kształty. W mechanice technicznej, aby wykonać obliczenia, musimy dokonać pewnych uproszczeń – posłużyć się tzw. „modelami ciał”.

Możemy wyróżnić następujące modele ciał:

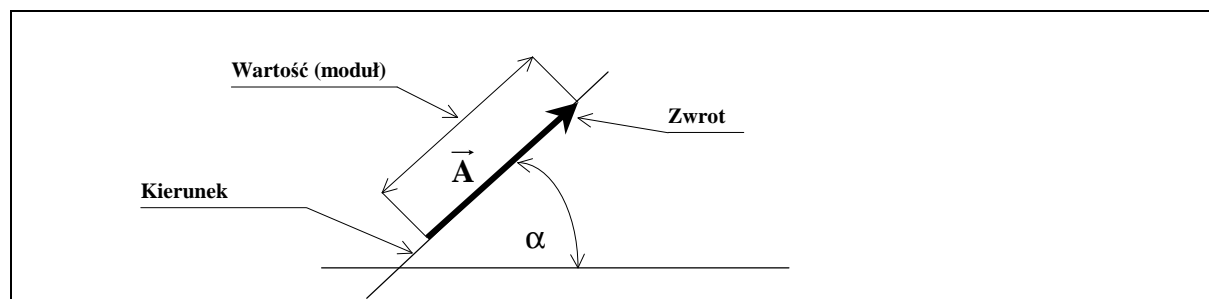
- punkt materialny – jest to punkt geometryczny, w którym skupiona jest cała masa,
- ciało sztywne – jest to układ punktów materialnych ze sobą związanych (odcinek będzie modelem belki),
- ciało sprężyste – jest to ciało, które pod wpływem sił zewnętrznych odkształca się, a po odjęciu siły powraca do swojej pierwotnej postaci,
- ciało sprężysto-plastyczne – jest to ciało, które pod wpływem sił zewnętrznych odkształca się, a po odjęciu sił nie powraca całkowicie do swojej pierwotnej postaci. Częściowo odkształca się sprężysto, a częściowo plastycznie.

Działania na wektorach

W mechanice technicznej mamy do czynienia z wielkościami takimi jak: czas, siła, prędkość, przyspieszenie, praca. Wielkości te możemy podzielić na:

- wielkości skalarne (skalary) – czas, temperatura, praca, moc,
- wielkości wektorowe (wektory) – siła, prędkość, przyspieszenie.

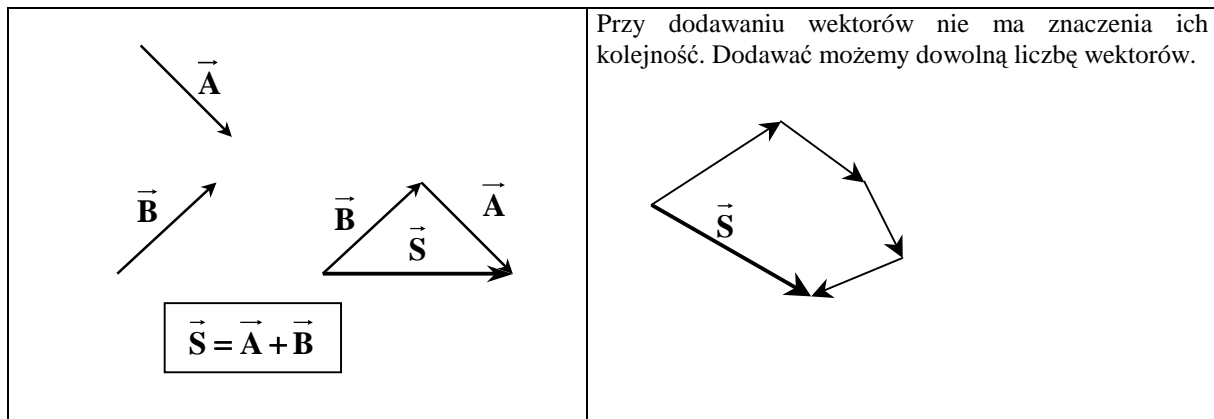
O ile skalarom możemy przypisać tylko pewną wartość liczbową (temperatura 50°C , to wektorom przypisujemy wartość liczbową (moduł), kierunek działania i zwrot. Wektor oznaczamy tak, jak przedstawiono to na rysunku 5.



Rys. 5. Graficzne przedstawienie wektora [opracowanie własne].

Dodawanie skalarów przeprowadza się wykonując zwykłe działanie matematyczne. Na przykład suma dwóch temperatur będzie wynosiła: $50^{\circ}\text{C} + 30^{\circ}\text{C} = 80^{\circ}\text{C}$.

W przypadku wektorów posiadających wartość (moduł) kierunek i zwrot dodawanie wektorów możemy przeprowadzić metodą geometryczną. Dodawanie geometryczne przedstawione jest na rysunku 6. Przyjmujemy określoną podziałkę, tak aby długość wektora oznaczała jego moduł. Następnie do końca pierwszego wektora dorysowujemy następny wektor. Moduł wektora sumy odczytujemy mierząc długość i mnożąc przez podziałkę. Innym sposobem obliczenia modułu jest obliczenie za pomocą wzoru podanego na rysunku 6.

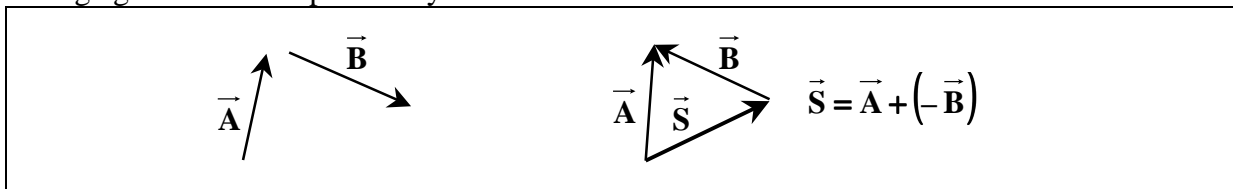


$$[S]^2 = |A|^2 + |B|^2 + 2 |A \times B| \cos(A,B)$$

przy czym: (A,B) – kąt zawarty pomiędzy wektorami A i B

Rys. 6. Geometryczne dodawanie wektorów oraz analityczne obliczenie sumy wektorów [opracowanie własne].

Różnica wektorów (odejmowanie wektorów) równa się sumie wektora pierwszego i drugiego ze zwrotem przeciwnym.

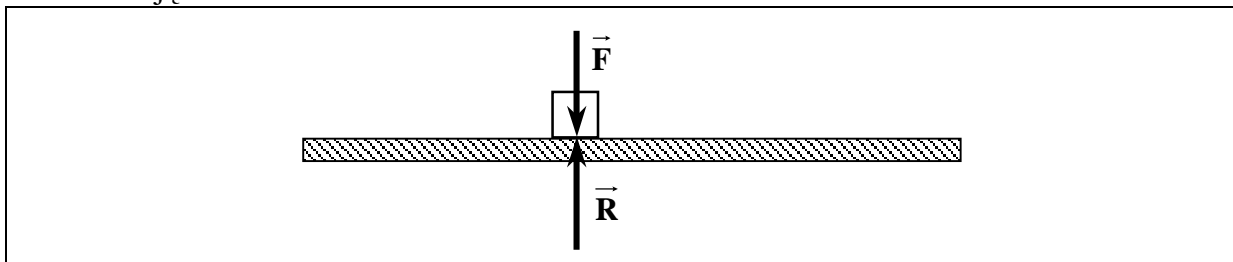


Rys. 7. Odejmowanie wektorów [opracowanie własne].

Podział sił

Występujące w mechanice siły możemy podzielić na siły wewnętrzne i siły zewnętrzne. Siły wewnętrzne podzielić możemy na siły międzycząsteczkowe (działające pomiędzy cząsteczkami materiału) oraz siły napięcia (siły wewnętrzne działające na skutek przyłożenia sił zewnętrznych, np. siły wewnątrz drutu sprężyny, siła napięcia linki, na której zaczepiono ciężar).

Siły zewnętrzne podzielić możemy na czynne i reakcje. Przedstawia to rys. 8, na którym ciało położone na płaszczyźnie wywiera na podłoże siłę czynną F, a podłoże przeciwstawia temu reakcję R.



Rys. 8. Graficzne przedstawienie siły czynnej F i reakcji R [opracowanie własne].

Wartość siły możemy obliczyć mnożąc masę ciała przez jego przyspieszenie.

$$F = m \cdot a \text{ [N]} \quad [N] = [\text{kg} \cdot \text{m/s}^2] - \text{niuton}$$

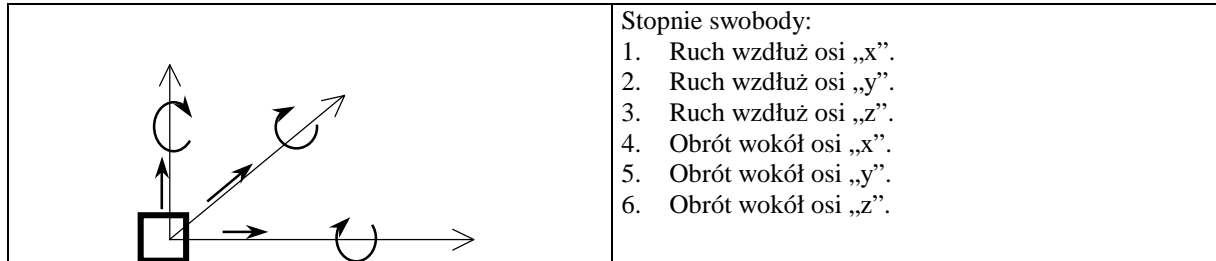
lub w przypadku ciężarów:

$$G = m \cdot g \text{ [N]} \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2 - \text{przyspieszenie ziemskie.}$$

Więzy i ich reakcje

Ciała możemy podzielić na ciała swobodne i ciała nieswobodne. Ciała swobodne nie mają ograniczonej swobody ruchu. Np. kamień lecący w powietrzu. Ciała nieswobodne to takie, których swoboda ruchu została ograniczona czynnikami zewnętrznymi. Na przykład przedmiot leżący na stole ma ograniczony ruch w dół. Ograniczenie to powoduje blat stołu. Czynniki ograniczające ruch nazywamy więzami (w przypadku stołu więzem jest blat stołu).

Ciała swobodne posiadają sześć stopni swobody. Są to przesunięcia na boki, przesunięcia w przód i w tył oraz trzy obroty. Graficznie przedstawiono to na rysunku 9.

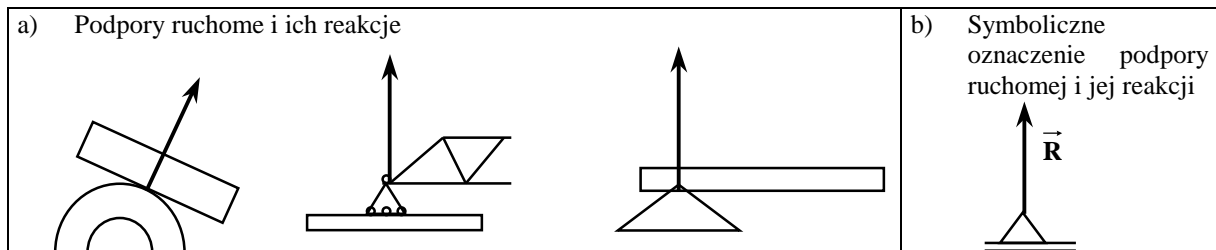


Rys. 9. Graficzne przedstawienie stopni swobody [opracowanie własne].

Przykładem odebrania jednego stopnia swobody jest zaczepienie ciężaru na linie. Lina odbiera jeden stopień swobody ruch w dół. Pozostałe stopnie nie są odebrane. Ciężar może się przemieszczać na boki, w przód i tył, obracać wokół osi pionowej (x), poziomej (y) i biegnącej w głąb (z).

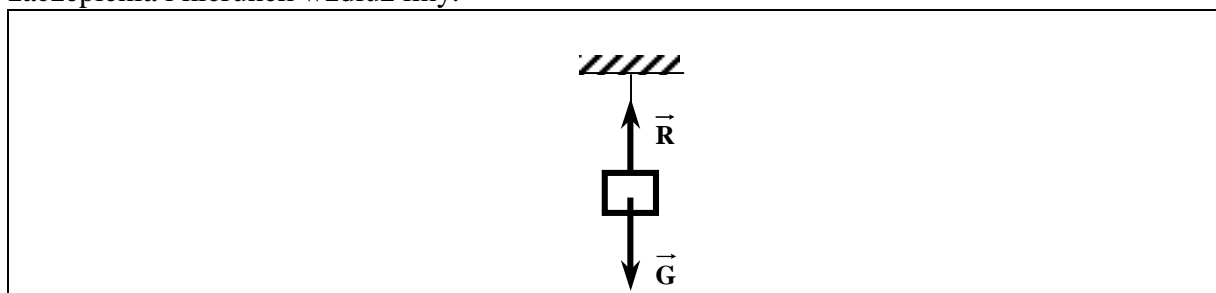
Więzy odbierające stopnie swobody wywołują reakcje. Podstawowe rodzaje więzów i powstające w nich reakcje możemy podzielić na: podpory ruchome, podpory stałe, więzy wiotkie.

Przykłady podpór ruchomych, ich symbolicznego oznaczenia oraz reakcje w nich powstające, przedstawiono na rysunku 10. Rysunek „10 a” przedstawia dwa przykłady podpór ruchomych. Rysunek „10 b” przedstawia podporę ruchomą z zaznaczoną reakcją, która jest prostopadła do powierzchni napierającej.



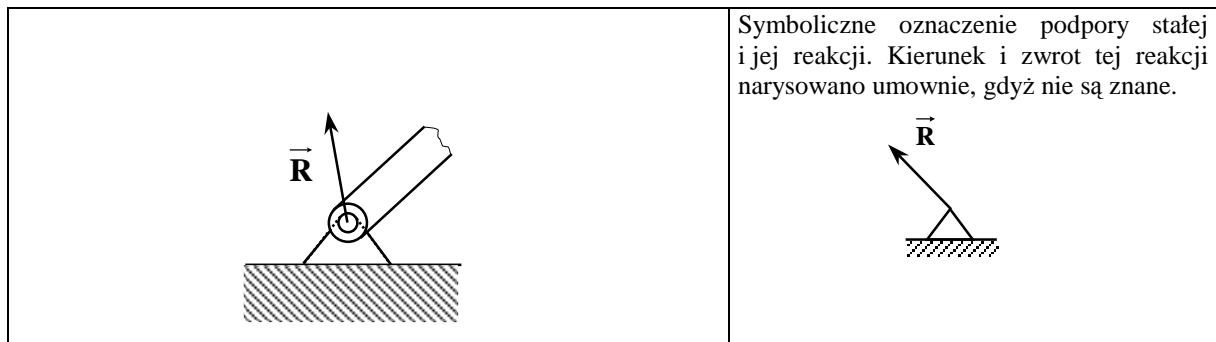
Rys. 10. Podpory ruchome: a) oparcie na gładkim walcu i oparcie na pryzmie, b) symboliczne przedstawienie podpory i występującej w niej reakcji [opracowanie własne].

Przykład więzy wiotkiej przedstawiono na rysunku 11. Reakcja ma początek w punkcie zaczepienia i kierunek wzdłuż liny.



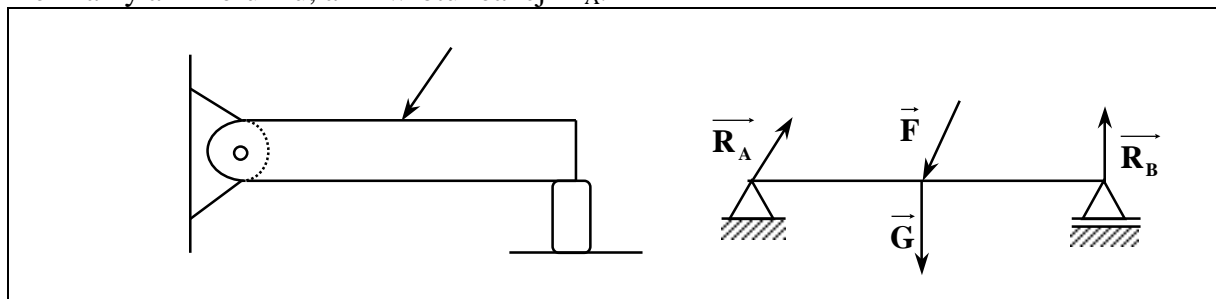
Rys. 11. Oznaczenie reakcji w więzy wiotkim [opracowanie własne].

Przykład podpory stałej przedstawiony jest na rysunku 12. Reakcja w tej podporze ma punkt zaczepienia w punkcie przyłożenia, natomiast nieznaną jest jej kierunek i zwrot.



Rys. 12. Podpora stała i reakcja w niej [opracowanie własne].

W statyce dokonujemy uproszczeń sprowadzając wszystko do modeli. Przykład takich uproszczeń przedstawiony jest na rysunku 13. Znamy kierunek i zwrot reakcji R_B , natomiast nie znamy ani kierunku, ani zwrotu reakcji R_A .



Rys. 13. Przykład układu statycznego i jego model [opracowanie własne].

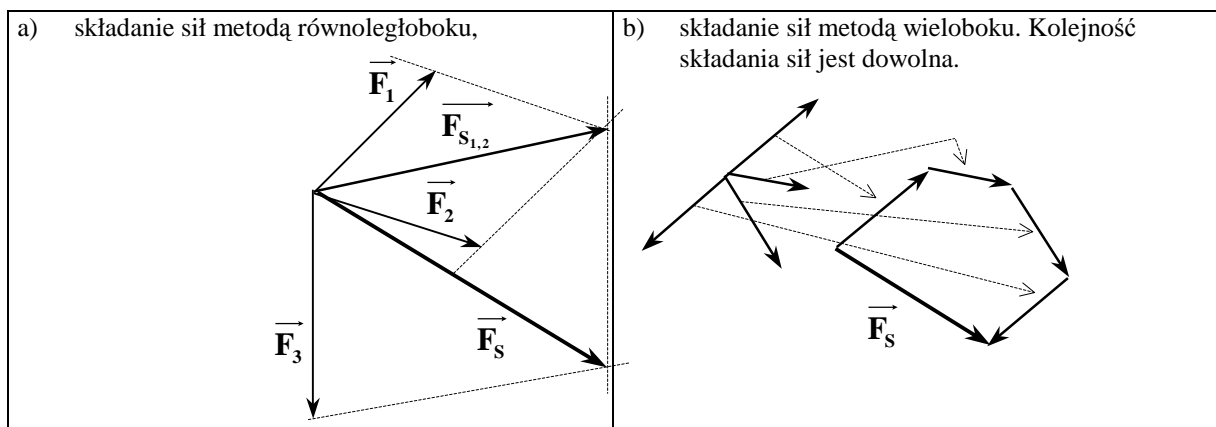
Składanie sił zbieżnych

Siłami zbieżnymi nazywamy siły, których linie działania zbiegają się w jednym punkcie. Jeżeli mamy układ sił, w którym zbiegają się one w jednym punkcie, to taki układ możemy uprościć poprzez zastąpienie wszystkich sił jedną, tak zwaną „siłą składową”.

Siły w zbieżnym układzie sił możemy dodawać dwoma metodami:

- metodą wieloboku – rysunek 14 b,
- metodą równoległoboku – rysunek 14 a.

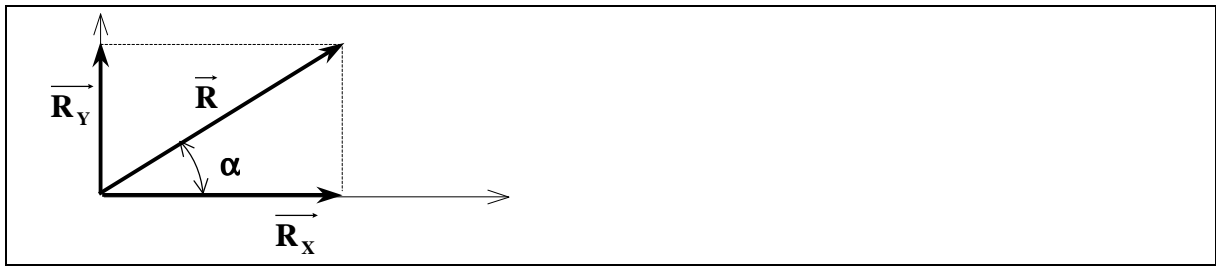
W obydwu przypadkach postępujemy tak, jak przedstawionym na rys. 14 dodawaniu wektorów.



Rys. 14. Składanie sił zbieżnych: a) metodą równoległoboku, b) metodą wieloboku [opracowanie własne].

Rozkładanie sił na składowe

Każdą siłę możemy rozłożyć na dwie składowe, np. na dwie osie symetrii. Sposób rozłożenia siły na dwie składowe, leżące na osiach symetrii x i y, przedstawiono na rysunku 15.



Rys. 15. Rozkładanie siły na dwie składowe [opracowanie własne].

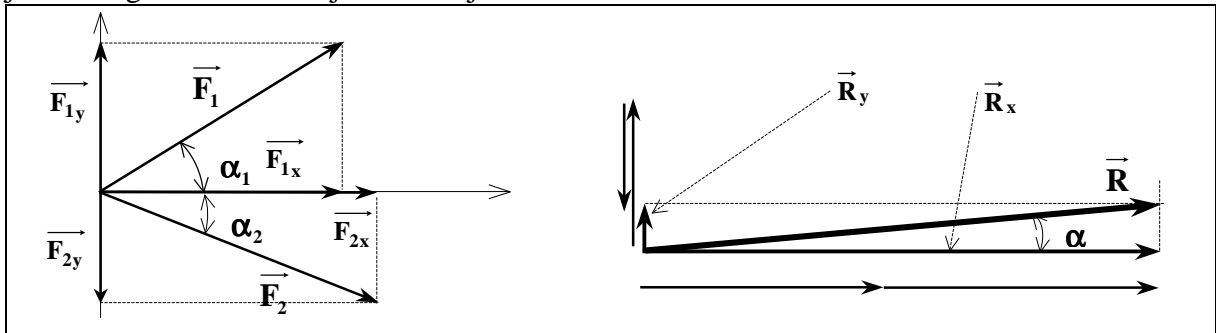
Wartość siły składowej (moduł) możemy określić metodą geometryczną lub analityczną. W metodzie geometrycznej rysuje się siły w odpowiedniej podziałce, rozkładamy je na osie symetrii, mierzymy długość siły składowej i mnożymy przez przyjętą podziałkę.

W metodzie analitycznej, mając podaną wartość siły i kąt α korzystamy ze wzorów:

$F_x = F \cdot \cos \alpha$	$F_y = F \cdot \sin \alpha$	$F^2 = F_x^2 + F_y^2$	$\cos \alpha = \frac{F_y}{F}$
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------	-------------------------------

Analityczne składanie sił zbieżnych

Mając układ sił zbieżnych możemy obliczyć wartość siły wypadkowej, oraz kąt pod jakim będzie kierunek tej składowej.



Rys. 16. Rysunek pomocniczy do obliczenia wartości siły składowej [opracowanie własne].

Sposób postępowania jest następujący:

1. Rozkładamy siły F_1 i F_2 na składowe F_{1x} , F_{2x} , F_{1y} , F_{2y} .

2. Obliczamy sumy rzutów na oś x i oś y korzystając ze wzorów:

$$F_{1x} = F_1 \cos \alpha_1 \quad F_{2x} = F_2 \cos \alpha_2 \quad F_{1y} = F_1 \sin \alpha_1 \quad F_{2y} = F_2 \sin \alpha_2$$

$$R_x = F_{1x} + F_{2x} \quad R_y = F_{1y} + F_{2y}$$

$$R_x = F_1 \cos \alpha_1 + F_2 \cos \alpha_2$$

$$R_y = F_1 \sin \alpha_1 - F_2 \sin \alpha_2$$

3. Wartość siły R obliczamy z wzoru:

$$R^2 = R_x^2 + R_y^2$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

4. Kąt obliczamy ze wzoru:

$$\cos \alpha = R_x / R$$

Warunki równowagi układu sił

Jeżeli punkt materialny, czy ciało sztywne są w stanie spoczynku to wszystkie siły zewnętrzne wzajemnie się znoszą (są w równowadze). Zapisać to można następująco:

$$F_1 + F_2 + \dots + F_n = 0$$

Jest to warunek równowagi sił. Jeżeli wszystkie takie siły zredukowalibyśmy za pomocą wieloboku sił, to wielobok byłby zamknięty. Zapisać to można następująco: Płaski zbieżny układ sił jest w równowadze, jeżeli wielobok sił tego punktu jest zamknięty.

Rozkładając na osie wszystkie siły w zbieżnym płaskim układzie sił, warunek równowagi odnosi się również do rzutów tych sił na osie.

$$\begin{aligned} F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{nx} &= 0 \\ F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{ny} &= 0 \end{aligned}$$

Należy zaznaczyć, że warunek będzie spełniony, jeżeli uwzględnimy wszystkie siły zewnętrzne – siły czynne i reakcje.

Odkształcenia ciał

Odkształceniem nazywamy proces zmiany kształtu i wymiarów ciała poddanego działaniu obciążenia. Rozróżnia się odkształcenia sprężyste i plastyczne. Odkształcenie sprężyste to takie, które znika całkowicie (dla ciał doskonale sprężystych) lub tylko częściowo (dla ciał częściowo sprężystych). W przypadku odkształcenia plastycznego ciało nie powraca do swego poprzedniego kształtu nawet po ustaniu działania obciążenia. W praktyce elementy konstrukcyjne powinny być obciążone w taki sposób, by ulegały odkształceniu częściowo sprężystym (elementy te powinny wykazywać odkształcenie prawie doskonale sprężyste).

Podział odkształceń ze względu na sposób działania obciążenia na ciało

W zależności od sposobu obciążenia elementu siłami zewnętrznymi odkształcenia możemy podzielić na:

- rozciąganie,
- ściskanie,
- ścinanie,
- skręcanie,
- zginanie.

Naprężenia normalne i styczne

Naprężeniem nazywamy działanie w materiale sił wewnętrznych, wywołanych obciążeniem zewnętrznym (siły te działają w rozpatrywanym przekroju elementu odkształcanego). Można je zastąpić wypadkową siłą wewnętrzną R . Siła ta rozkłada się na dwie składowe: prostopadłą do rozpatrywanego przekroju (wektor N) oraz styczną do niego (wektor T).

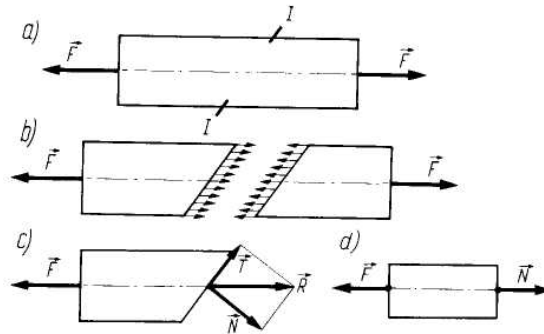
Naprężeniem normalnym nazywamy stosunek składowej N do pola przekroju prostopadłego do wektora N .

$$\delta = N/S$$

Naprężeniem stycznym nazywamy stosunek składowej S do pola przekroju prostopadłego do tej składowej.

$$\tau = T/S.$$

Położenie wektorów: R , N i T przedstawione jest na rysunku 17.



Rys. 17. Rozkład wektorów naprężenia normalnego i stycznego w kolejnych etapach rozciągania pręta przez parę sił F : F – siły rozciągające, R – wektor wypadkowy sił wewnętrznych T , N – składowe wektora R [9, s. 150].

Jednostką podstawową naprężenia w układzie SI jest 1 pascal (Pa); $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$.

Prawo Hooke'a

W przedziale obciążeń wywołujących odkształcenia sprężyste elementu rozciąganego jego wydłużenie Δl jest wprost proporcjonalne do wartości siły rozciągającej i do długości początkowej elementu oraz odwrotnie proporcjonalne do pola przekroju poprzecznego:

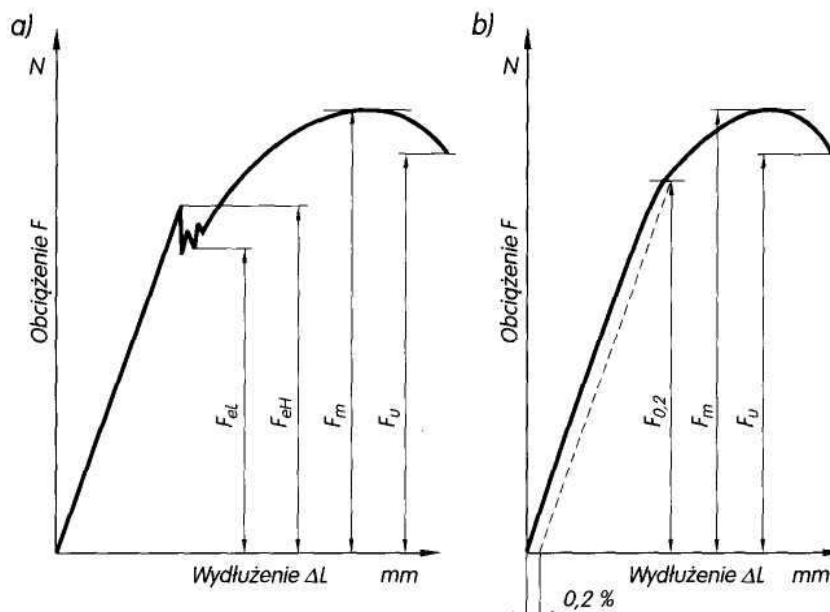
$$\Delta l = \frac{Fl}{ES}$$

gdzie:

- F – siła rozciągająca,
- l – długość początkowa elementu rozciągającego,
- E – moduł sprężystości wzdłużnej,
- S – pole przekroju poprzecznego.

Statyczna próba rozciągania materiałów

Próba ta polega na rozciąganiu badanego materiału rosnącymi siłami i rejestrowaniu wydłużeń całkowitych próbki pojawiających się w czasie próby. Zależność wydłużenia od działającej siły przedstawia rysunek 18.



Rys.18. Wykresy rozciągania: a) dla metali o wyraźnej granicy plastyczności, b) dla materiałów kruchych z umowną granicą plastyczności [11, s. 25].

Naprężenie dopuszczalne

Elementy maszynowe i konstrukcyjne w czasie eksploatacji przenoszą różne obciążenia, co wiąże się z naprężeniami powstającymi w tych elementach. Są to naprężenia rzeczywiste. Aby dana część nie uległa w czasie użytkowania zniszczeniu naprężenia rzeczywiste nie mogą przekroczyć pewnej wartości, określonej dla danego rodzaju materiału, z którego wykonany jest element. Wartość taka nazywana jest naprężeniem dopuszczalnym.

Naprężenie dopuszczalne oznaczamy literą k z indeksem informującym o charakterze odkształcenia wywołującego dane naprężenie rzeczywiste. W praktyce mamy do czynienia z następującymi naprężeniami dopuszczalnymi:

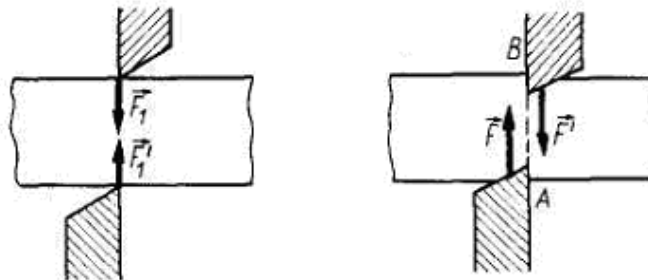
- k_r – naprężenie dopuszczalne przy rozciąganiu,
- k_c – naprężenie dopuszczalne przy ściskaniu,
- k_g – naprężenie dopuszczalne przy zginaniu,
- k_t – naprężenie dopuszczalne przy ścinaniu.

Współczynnik bezpieczeństwa

Jest to wielkość bezwymiarowa, określająca ile razy naprężenie dopuszczalne dla danego materiału jest mniejsze od granicy wytrzymałości (dla materiałów kruchych) lub od granicy plastyczności (dla materiałów plastycznych).

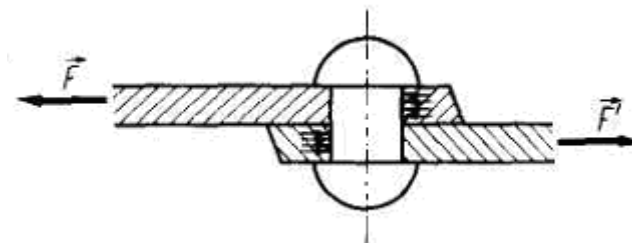
Ścinanie

Ścinanie technologiczne ma miejsce wtedy, gdy na materiał działają dwie siły tworzące parę sił o bardzo małym ramieniu. W przypadku ścinania nożycami mamy do czynienia z przesuwaniem dwóch części materiału względem siebie przez naciski działające na ostrza. Schematycznie proces ścinania pokazuje rysunek 19.



Rys. 19. Kolejne etapy ścinania: F_1 , F_2 – siły tnące, AB – przekrój, wzdłuż którego następuje ścinanie [9, s. 198].

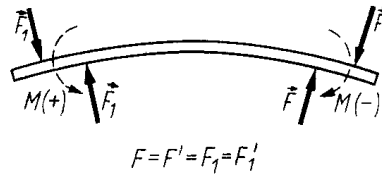
Przykład ścinania technologicznego, występującego w konkretnym połączeniu części pokazuje rysunek 20.



Rys. 19. Ścinanie w połączeniu nitowym: F – siły pary ścinającej [9, s. 198].

Zginanie

Zginaniem czystym nazywamy odkształcenie elementu (belki) poddanego działaniu dwóch par sił o momentach równych co do wartości, lecz przeciwnie skierowanych. Odkształcenie to występuje między wektorami momentów tych par. Pokazuje to rysunek 21.



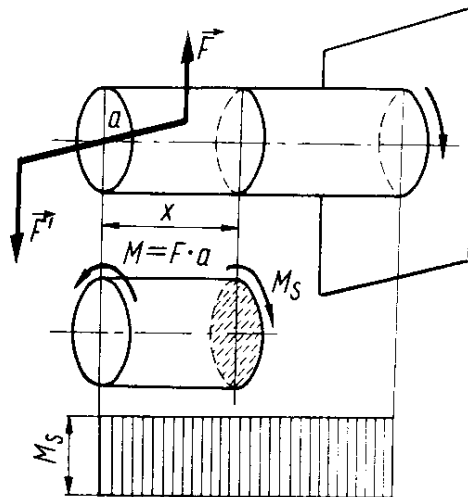
Rys. 21. Czyste zginanie belki obciążonej dwiema parami sił [9, s. 210].

Moment gnący

Jeżeli belka jest zginana kilkoma siłami, to momentem gnącym nazywamy sumę algebraiczną momentów pochodzących od wszystkich sił działających po jednej stronie rozpatrywanego przekroju względem środka tego przekroju. Jednostką momentu gnącego jest [Nm]. Przekrojem niebezpiecznym na belce nazywamy taki przekrój belki, w którym występuje maksymalny moment gnący.

Skęrcanie

Proces skęrcania pręta utwierdzonego jednym końcem ukazany jest na rysunku 22.



Rys. 22. Proces skęrcania pręta o przekroju kołowym: F – para sił skęrcających, M_s – moment skęrcający, a – ramię pary sił F [9, s. 260].

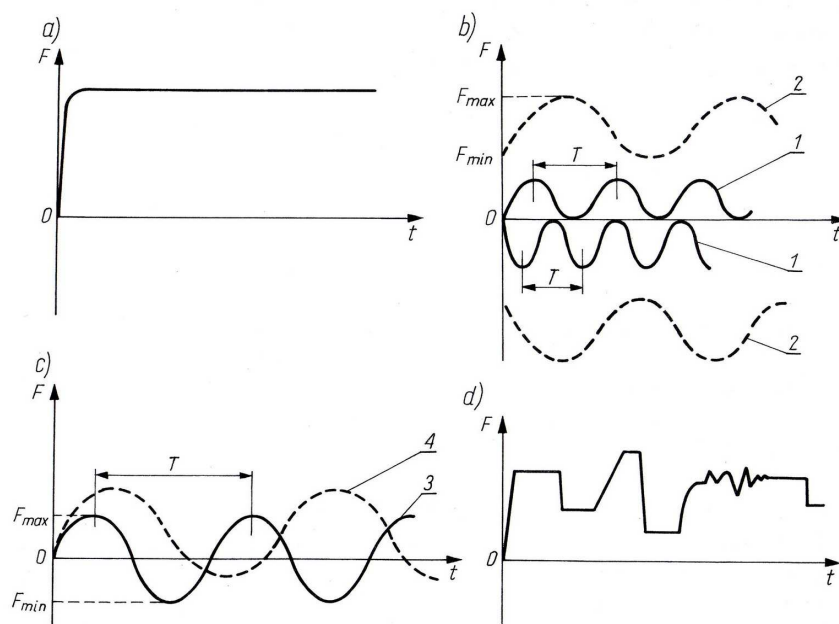
Skęrcanie jest wywołane działaniem pary sił przyłożonych do przekroju poprzecznego pręta, oddalonego o pewną odległość od podstawy utwierdzonej.

Rodzaje obciążeń. W trakcie eksploatacji maszyny jej części mogą ulec uszkodzeniu lub zniszczeniu pod wpływem czynników zewnętrznych, np. w wyniku działania sił zewnętrznych, nadmiernego nagrzania, korozji. Zadaniem konstruktora jest takie zaprojektowanie części, aby zapewnić zmniejszenie do minimum prawdopodobieństwa zniszczenia tych części. Podstawą do obliczeń wytrzymałościowych części maszyn jest określenie charakteru sił zewnętrznych, czyli obciążeń mechanicznych.

Obciążenia dzieli się ogólnie na:

- stałe (statyczne, niezmiennie, trwałe), których wartość i kierunek są niezmiennie w ciągu dość długiego czasu pracy (rys. 23 a),
- zmienne, o różnym charakterze zmienności w czasie pracy (rys. 23 b, c i d).

Do zbliżonych obciążeń zmiennych można ewentualnie przyrównać obciążenia nieustalone (rys. 23 d).



Rys. 23. Rodzaje cykli obciążeń i naprężeń: a) stały, b) jednostronnie zmienny (1 – tętniący odzerowo, 2 – tętniący jednostronny), c) obustronnie zmienny (3 – wahadłowy symetryczny, 4 – dwustronny niesymetryczny), d) nieustalony, T – okres (cykl zmiany obciążeń i naprężeń) [7, s. 15].

4.3.2. Pytania sprawdzające

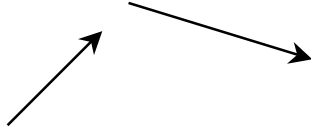
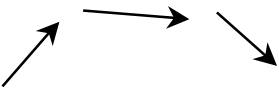
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakich wyróżniamy modele ciał rzeczywistych?
2. Jak dodajemy wielkości skalarne?
3. Jak dodajemy wielkości wektorowe?
4. Jak dzielimy siły wewnętrzne i zewnętrzne?
5. W jakich jednostkach mierzymy siłę?
6. Co to są więzy?
7. Ile stopni swobody może posiadać ciało swobodne?
8. Jakie są rodzaje więzów?
9. Jaki układ sił nazywamy zbieżnym?
10. Jakimi metodami możemy składać siły?
11. Co to jest naprężenie styczne i normalne?
12. Jak brzmi prawo Hooke'a?
13. Jakie rodzaje odkształceń można wyróżnić na wykresie przedstawiającym statyczną próbę rozciągania metali?
14. Co to jest naprężenie rzeczywiste i dopuszczalne?
15. Co to jest moment gnący?
16. Jakich są rodzaje obciążeń i naprężeń?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Dodaj wektory metoda wykreślną.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

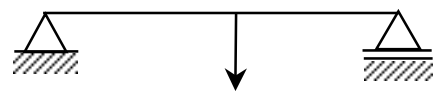
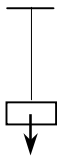
- 1) wykorzystać sposób geometrycznego dodawania wektorów,
- 2) dodać przedstawione wektory.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- linijka z podziałką i trójkąt,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Zaznacz reakcje w więzach dla przedstawionych poniżej przypadków.

Układ obciążony siłą zewnętrzną 	
Ciężar zwisający na linie 	

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

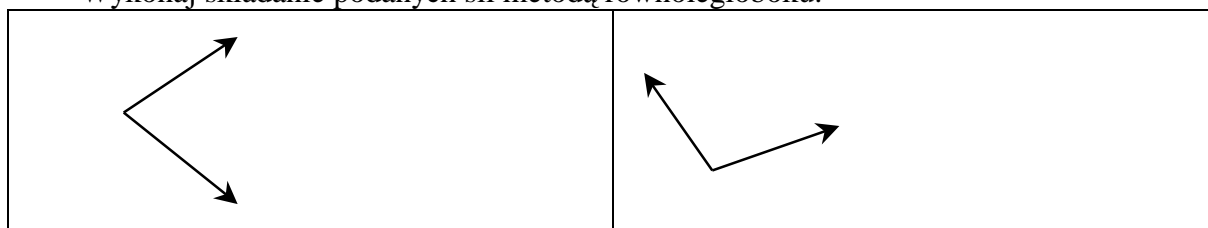
- 1) przypomnieć sobie sposób wyznaczania reakcji w więzach,
- 2) wrysować reakcje w podporach oraz w więzie wiotkim.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- linijka z podziałką i trójkąt,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Wykonaj składanie podanych sił metodą równoległoboku.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

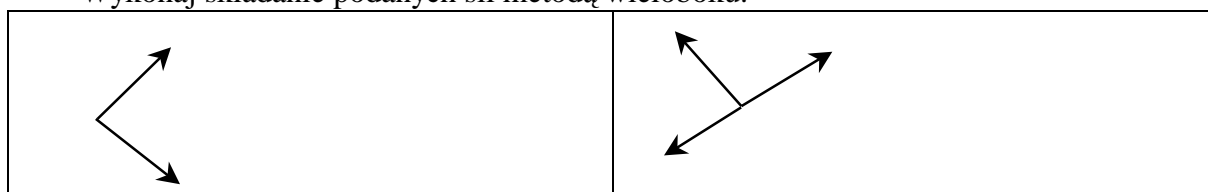
- 1) wykorzystać sposób składania sił metodą równoległoboku,
- 2) złożyć przedstawione siły i oznacz ich wypadkową.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- linijka z podziałką i trójkąt,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 4

Wykonaj składanie podanych sił metodą wieloboku.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) wykorzystać sposób składania sił metodą wieloboku,
- 2) złożyć przedstawione siły i oznacz ich wypadkową.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- linijka z podziałką i trójkąt,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 5

Przeprowadź statyczną próbę wytrzymałości na rozciąganie materiału sprężysto-plastycznego.

Sposób wykonania ćwiczenia:

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się z instrukcją obsługi uniwersalnej maszyny wytrzymałościowej,
- 2) dobrać próbkę wytrzymałościową do zamocowanych w maszynie szczęk chwytowych,
- 3) zmierzyć dobraną próbkę,
- 4) zamontować próbkę w uchwycie maszyny,
- 5) dobrać właściwą skalę obciążenia maszyny,
- 6) włączyć obciążenie maszyny,
- 7) wyłączyć maszynę po zerwaniu próbki,
- 8) wyjąć próbkę z uchwytów maszyny i dokonać potrzebnych pomiarów,

- 9) obejrzyć dokładnie przełom próbki,
- 10) wyjąć narysowany przez maszynę wykres,
- 11) wykonać sprawozdanie z przeprowadzonej próby.

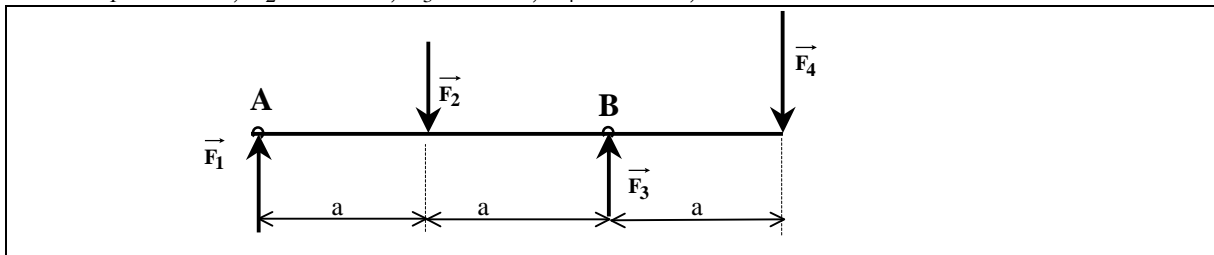
Wyposażenie stanowiska pracy:

- uniwersalna maszyna wytrzymałościowa wraz z instrukcją obsługi,
- próbka wytrzymałościowa do badań,
- instrukcja do obsługi maszyny,
- lupa do obserwacji makroskopowych przełomu próbki.

Ćwiczenie 6

Oblicz wartości momentów głównych względem punktów A i B.

Dane: $F_1 = 10 \text{ kN}$, $F_2 = 20 \text{ kN}$, $F_3 = 5 \text{ kN}$, $F_4 = 10 \text{ kN}$, $a = 1 \text{ metr}$.



Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) nanieść na rysunek symbole, zwroty i znaki momentów względem punktu „A” występujących sił,
- 2) obliczyć moment główny względem punktu „A”,
- 3) wykonać to samo obliczając moment względem punktu B.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- linijka z podziałką i trójkąt,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.3.4. Sprawdzenie postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) dodać wektory metodą geometryczną?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wyznaczyć reakcję w podporze ruchomej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wyznaczyć reakcję w podporze stałej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wyznaczyć reakcję w wieżu wiotkim?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wyznaczyć siłę składową metodą wieloboku?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wyznaczyć siłę składową metodą równoległoboku?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) rozłożyć siły na dwie składowe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) podać warunki równowagi płaskiego układu sił zbieżnych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) wyjaśnić różnice pomiędzy poszczególnymi rodzajami odkształceń?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) zdefiniować naprężenie styczne i normalne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) omówić rodzaje naprężeń w zależności od działającego obciążenia zewnętrznego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12) omówić wykres przedstawiający rozciąganie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13) opisać proces ścinania technologicznego i zginania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4. Połączenia rozłączne i nierozłączne

4.4.1. Materiał nauczania

Połączenia konstrukcyjne nierozłączne są to takie połączenia, w których podczas rozłączania następuje zniszczenie lub uszkodzenie elementów łączonych lub łączników.

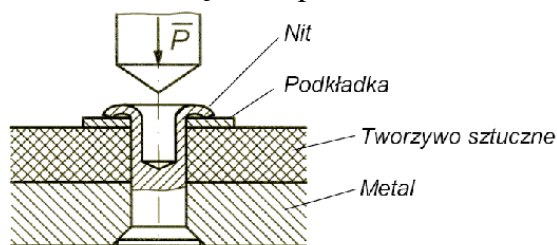
Połączenia konstrukcyjne rozłączne są to takie połączenia, które umożliwiają wielokrotne łączenie i rozłączanie elementów konstrukcyjnych bez ich uszkodzenia.

Ze względu na sposób powiązania elementów, połączenia konstrukcyjne można podzielić na:

- bezpośrednie – tj. takie, w których elementy są ze sobą połączone bez elementów pomocniczych,
- pośrednie – tj. takie, w których wykorzystuje się dodatkowe elementy – łączniki np.: śruby, nity, kołki.

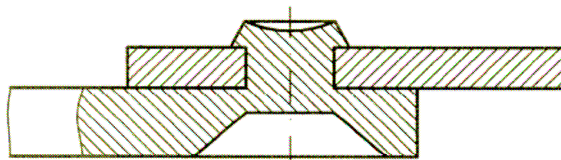
Połączenia nierozłączne

Nitowane pośrednie: zastosowanie: łączenie płaskich elementów konstrukcyjnych.

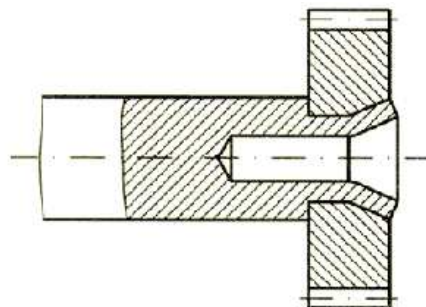


Rys. 24. Połączenie nitowane [12].

Nitowanie bezpośrednie

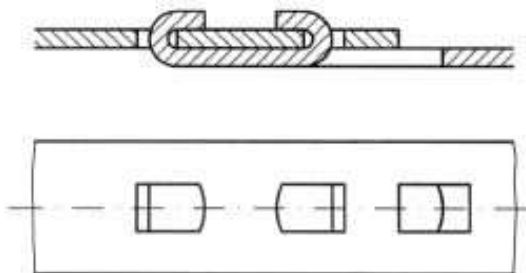


Rys. 25. Bezpośrednie połączenie płyt metalowych cieńszej i grubszej [12].

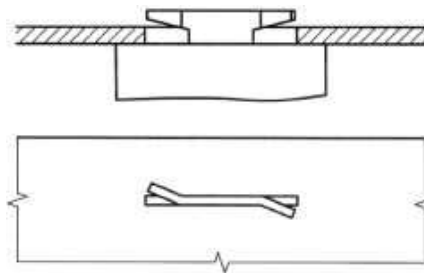


Rys. 26. Bezpośrednie połączenie koła zębatego z wałkiem [12].

Połączenie za pomocą łapek



Rys. 27. Połączenie cienkich blach równoległych za pomocą łapek [12].



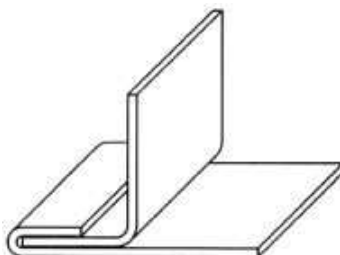
Rys. 28. Połączenie cienkich blach prostopadłych za pomocą łapek [12].

Połączenie za pomocą zawalcowania



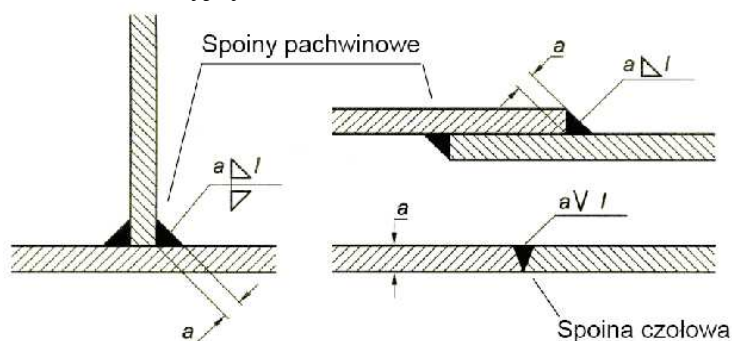
Rys. 29. Połączenie rury cienkościennej z rurą lub prętem [12].

Połączenie poprzez zawinięcie



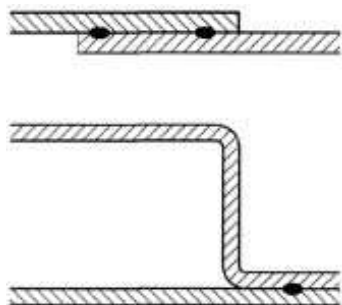
Rys. 30. Połączenia blach cienkich poprzez zawinięcie [12].

Połączenia spawane są stosowane rzadziej w konstrukcjach drobnych. Wykorzystywane są natomiast głównie w konstrukcjach dużych, konstrukcjach wsporczych, dużych obudowach i szkieletach konstrukcyjnych.

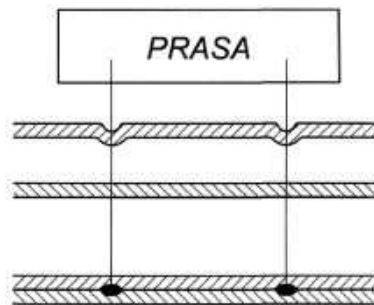


Rys. 31. Spawanie czółowe i pachwinowe blach [12].

Połączenia zgrzewane są stosowane w konstrukcjach wsporników, ścianek, obudów, itp. Zgrzewanie jest procesem łączenia elementów konstrukcji polegającym na ich podgrzaniu w miejscu styku do temperatury plastyczności przy równoczesnym odpowiednim nacisku. Najczęściej jest stosowane zgrzewanie elektryczne oporowe: doczołowe, punktowe, garbowe i liniowe.



Rys. 32. Zgrzewanie punktowe [12].

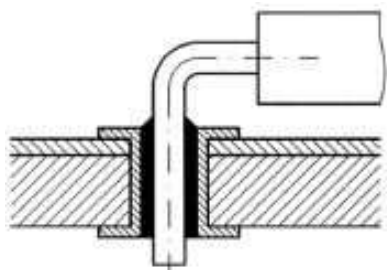


Rys. 33. Zgrzewanie garbowe [12].

Metodą zgrzewania można łączyć ze sobą różnorodne metale i ich stopy. Do łączenia blach cienkich powszechnie stosowane jest zgrzewanie punktowe.

Połączenia lutowane są to połączenia części metalowych za pomocą spoiwa nazywanego lutem, którym jest metal o niższej temperaturze topnienia niż łączone elementy.

Lutowanie miękkie – jest stosowane często w połączeniach przewodzących prąd, lecz nie przenoszących dużych sił. Ten typ lutowania stosowany jest również w konstrukcjach z blach cienkich np. obróbki dachów, rynny itp. Luty miękkie są to stopy cyny i ołowiu z dodatkami o temperaturze topnienia 183–300°C. Luty te posiadają małą wytrzymałość na ścinanie 14–22 MPa.

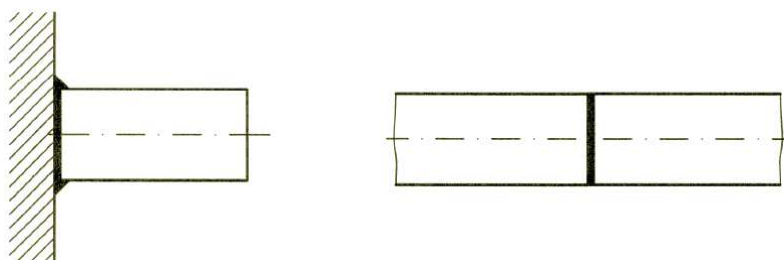


Rys. 34. Przyłączenie elementu elektronicznego do płytki [12],



Rys. 35. Kształtowe łączenie blach połączone z lutowaniem [12],

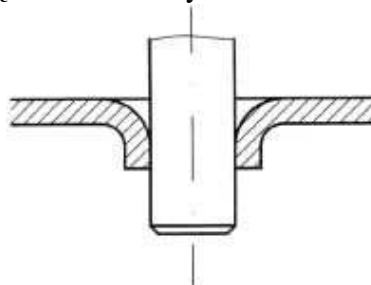
Lutowanie twarde jest połączeniem o własnościach pośrednich pomiędzy lutowaniem miękkim i spawaniem. **Luty twarde** są to spoiwa mosiężne, srebrne, brązowe, niklowe, o temperaturze topnienia wyższej niż 500°C. Metale łączone: stal, miedź, stopy miedzi, stale stopowe.



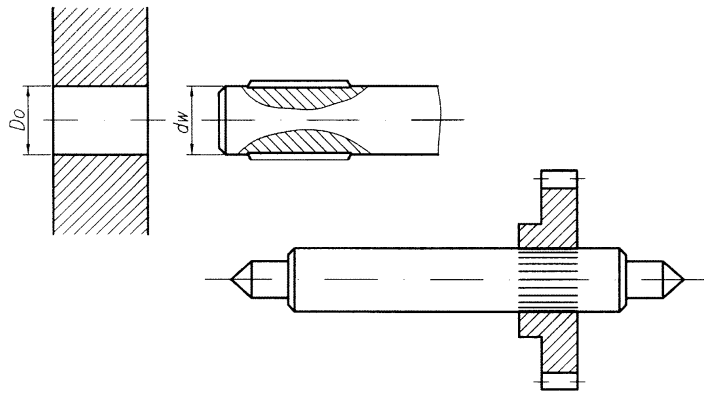
Rys. 36. Przykłady zastosowania lutowania twardego [12].

Połączenia rozłączne

Połączenia wciskowe mogą być wielokrotnie łączone i rozłączane pod warunkiem nieuszkodzenia powierzchni styku. Połączenie wciskowe uzyskuje się poprzez wtłoczenie czopa jednej części do otworu drugiej. Na skutek wtłoczenia w obydwu elementach powstają odkształcenia sprężyste. W połączeniach wciskowych stosowane jest pasowanie wtłaczane np. H7/s7, dlatego można je nazywać połączeniami wtłaczanymi. Na poniższych rysunkach przedstawione są przykłady połączeń wciskowych.



Rys. 37. Połączenie wciskowe wałka z kołnierzem o wywiniętej piaście [12].

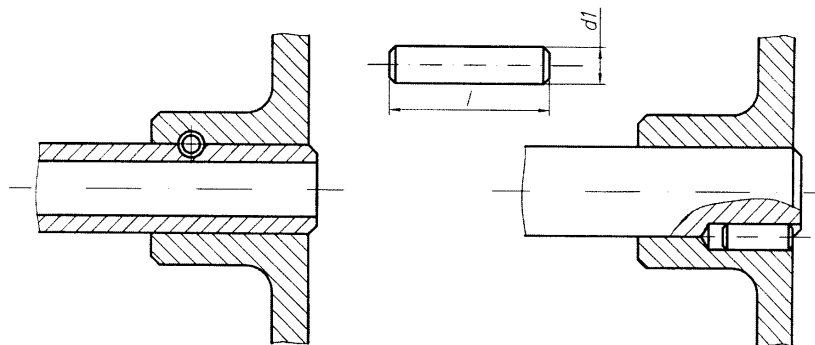


Rys. 38. Połączenie wciskowe kształtowe; w tym przypadku nie jest wymagane zachowanie dużej dokładności wykonania powierzchni łączonych [12].

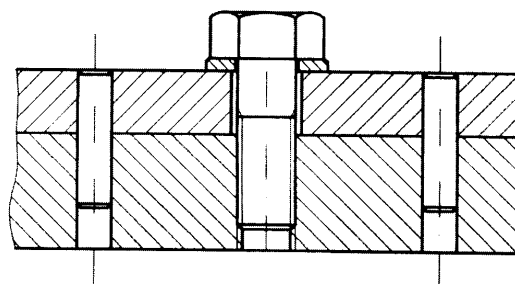
Połączenia kształtowe

Połączenia kołkowe są to połączenia realizowane przy pomocy elementów konstrukcyjnych o kształcie walca lub stożka – nazywanych kołkami. Rozróżnia się:

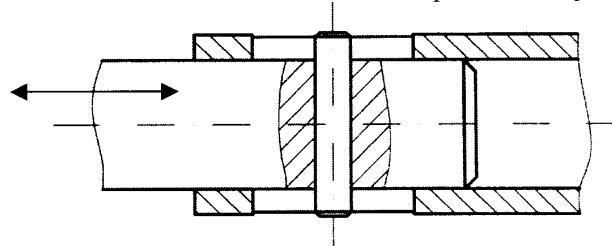
- kołki łączące – przeznaczone do łączenia części mechanicznych,
 - kołki ustalające – przeznaczone do ustalania wzajemnego położenia,
 - części mechanicznych,
 - kołki prowadzące – pełniące rolę elementów prowadzących w parach kinematycznych.
- Kształty i wymiary kołków określają normy.



Rys. 39. Połączenia konstrukcyjne przy pomocy kołków łączących [12].



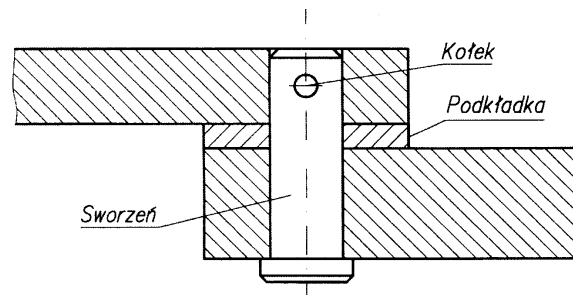
Rys. 40. Zastosowanie kołków do ustalania położenia części [12].



Rys. 41. Zastosowanie kołka do prowadzenia części w przypadku ich ruchu względnego [12].

Połączenia sworzniowe

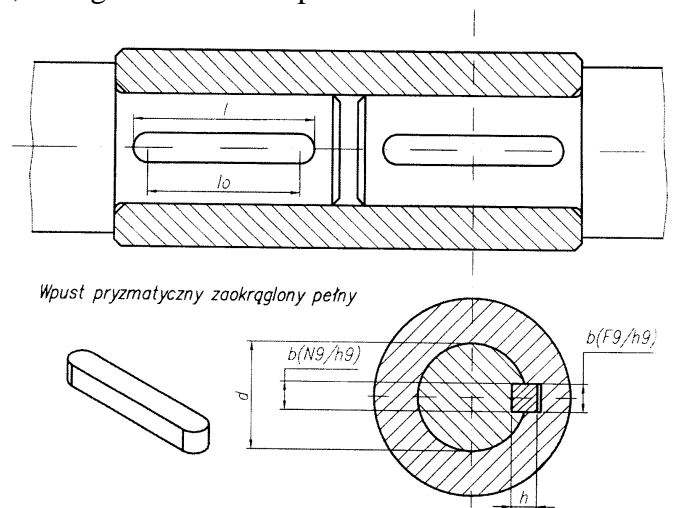
Sworznie są to krótkie wałki służące zwykle do tworzenia połączeń przegubowych (par kinematycznych). Sworznie są wykonywane jako: walcowe (pełne i drażnione) oraz kształtowe z łbem lub bez łba.



Rys. 42. Typowe połączenie sworzniowe tworzące przegub walcowy [12].

Połączenia wpustowe

W połączeniu wpustowym elementem łączącym jest wpust. Kształty oraz wymiary wpustów są znormalizowane. Zastosowanie wpustów: połączenia kół z wałkami, sprzęgieł z wałkami oraz korb, dźwigni z wałkami itp.

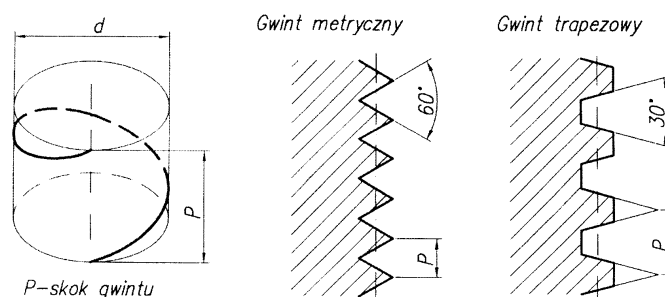


Rys. 43. Połączenie wpustowe czopów wałów i sprzęgła [12].

Połączenia wpustowe są wykonywane jako: spoczynkowe – pasowanie N9/h9 w wałku i w piaście, ruchowe – pasowanie N9/h9 w wałku oraz F9/h9 w piaście.

Połączenia gwintowe

Rodzaje: połączenia pośrednie, połączenia bezpośrednie. W połączeniach pośrednich wykorzystywane są łączniki gwintowe: wkręty, śruby, nakrętki. W połączeniach bezpośrednich części są łączone za pomocą wykonanego na nich gwintu wewnętrznego i zewnętrznego. Najczęściej stosowany jest gwint metryczny zwykły lub drobnozwojowy.



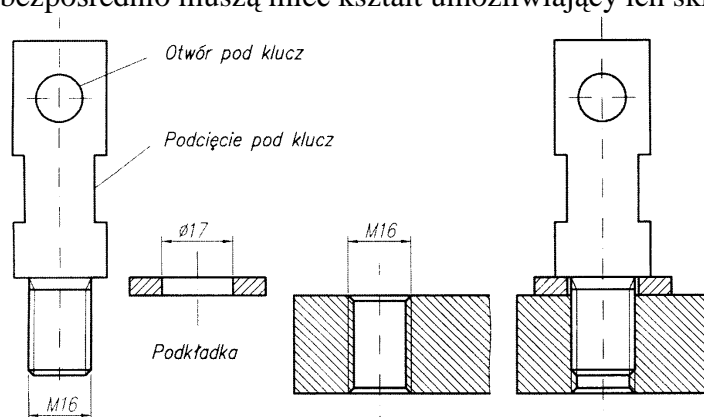
Rys. 44. Parametry geometryczne gwintu [12].

Tabela 4. Wybrane rodzaje połączeń gwintowych i ich oznaczenia [opracowanie własne].

Rodzaj gwintu	Wymiary które należy podać w oznaczeniu	Znak	Przykład
Metryczny zwykły	średnica zewnętrzna śruby w mm	M	M20
Metryczny drobnozwojowy	średnica zewnętrzna śruby x skok w mm	M	M16x1
Calowy	średnica zewnętrzna śruby w calach		3/4"
Rurowy walcowy	średnica wewnętrzna rury w calach	G, Rp	G1/2"
Trapezowy symetryczny	średnica zewnętrzna śruby x skok w mm	Tr	Tr24x5
Trapezowy niesymetryczny	średnica zewnętrzna śruby x skok w mm	S	S22x6
Okągły	średnica zewnętrzna śruby w mm x skok w calach	Rd	Rd32x1/8"
Stożkowy metryczny	średnica nominalna x skok w mm	St. M	St. M6x1
Rowerowy	średnica nominalna gwintu w mm	Rw	Rw9,5

Połączenia gwintowane bezpośrednie

Części łączone bezpośrednio muszą mieć kształt umożliwiający ich skręcenie.

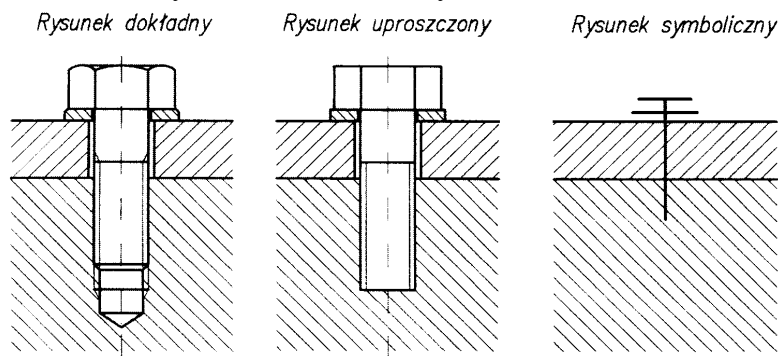


Rys. 45. Przykład bezpośredniego połączenia gwintowego [12].

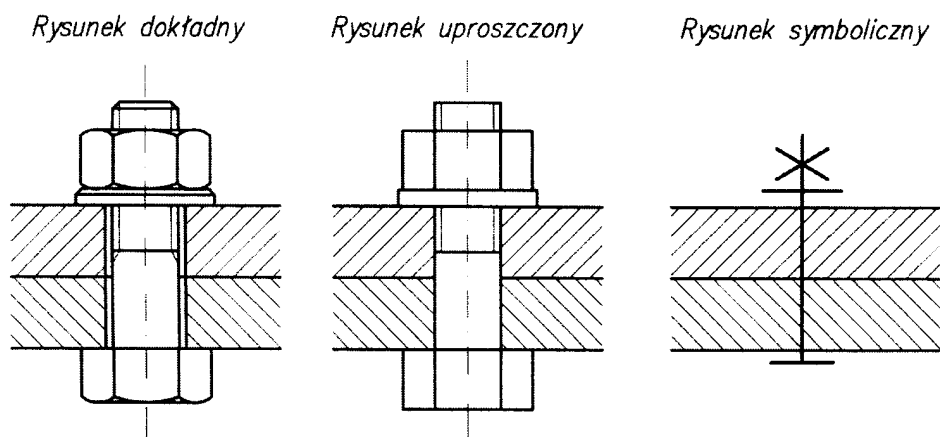
Połączenia gwintowane pośrednie

Wkrętami nazywane są łączniki gwintowe z gwintami zewnętrznymi i łbem zaopatrzonym w odpowiednie w nacięcia umożliwiające wkręcenie ich w otwór gwintowany za pomocą wkrętaka.

Śruby są stosowane razem z nakrętkami i służą do łączenia dwóch lub więcej części. Śruby są zakończone łbem kształtowym umożliwiającym ich przykręcenie za pomocą klucza. Najczęściej są stosowane śruby z łbem sześciokątnym.



Rys. 46. Połączenie elementów konstrukcyjnych za pomocą śruby [12].



Rys. 47. Połączenie elementów konstrukcyjnych za pomocą śruby i nakrętki [12].

4.4.2. Pytania sprawdzające

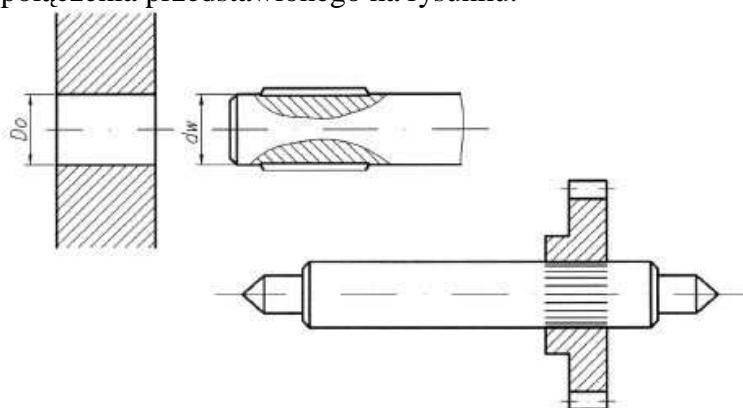
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jaki jest podział połączeń konstrukcyjnych?
2. Czym charakteryzują się połączenia bezpośrednie?
3. Czym charakteryzują się połączenia pośrednie?
4. Jakie są rodzaje połączeń nierozłącznych?
5. Jakie są rodzaje połączeń rozłącznych?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Opisz rodzaj połączenia przedstawionego na rysunku.



Rysunek do ćwiczenia 1 [12].

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) rozpoznać rodzaj połączenia,
- 3) opisać zastosowanie połączenia,
- 4) zaprezentować wyniki ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Scharakteryzuj połączenie przedstawione na rysunku.



Rysunek do ćwiczenia 2 [12].

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) rozpoznać rodzaj połączenia,
- 3) opisać zastosowanie połączenia,
- 4) zaprezentować wyniki ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Scharakteryzuj połączenia wpustowe.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) dokonać podziału połączeń wpustowych,
- 3) opisać zastosowanie połączenia,
- 4) zaprezentować wyniki ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) podzielić połączenia konstrukcyjne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) scharakteryzować połączenia bezpośrednie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) scharakteryzować połączenia pośrednie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wymienić połączenia nierozłączne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wymienić połączenia rozłączne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) rozpoznać rodzaje połączeń?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

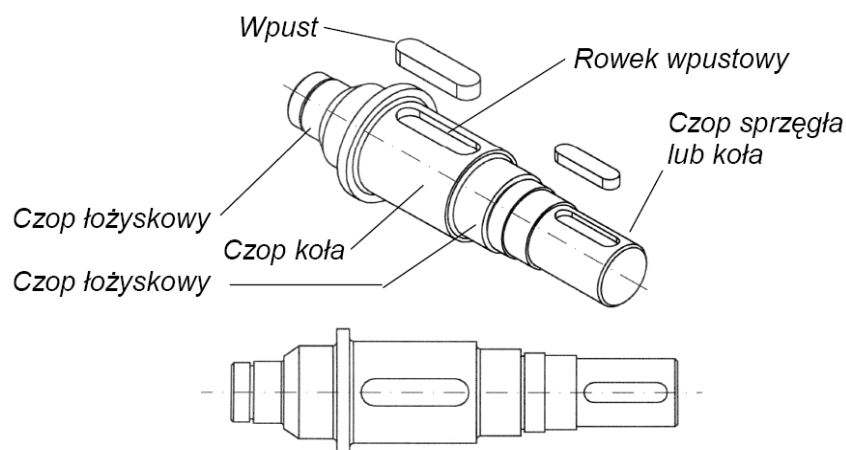
4.5. Części maszyn

4.5.1. Materiał nauczania

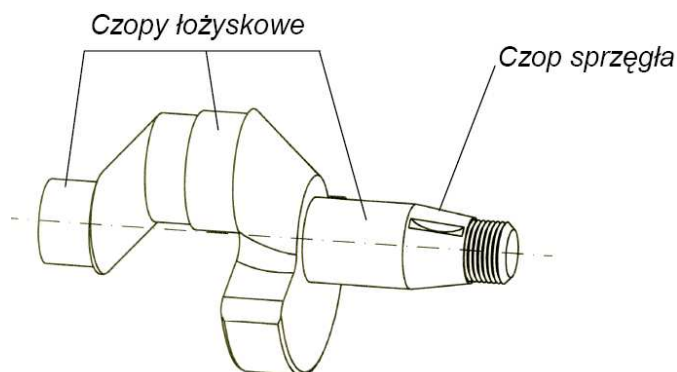
Wały i osie

Podparte w łożyskach sztywne części mechanizmów, na których osadza zwykle osadza się inne części stałe lub ruchome nazywane są wałami, jeżeli przenoszą moment skręcający lub osiami, gdy nie przenoszą momentu skręcającego. Najczęściej są stosowane wały proste (rys. 48), rzadziej wały korbowe (rys. 49).

Charakterystycznymi elementami wałków są czopy, na których osadza się inne elementy mechanizmów: łożyska, koła, tarcze, dźwignie.



Rys. 48. Wał prosty [12]



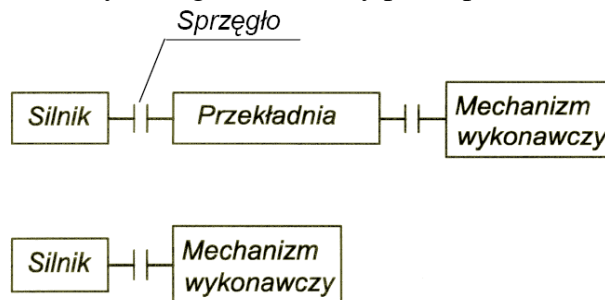
Rys. 49. Wał korbowy [12].

Oprócz wałów sztywnych stosuje się wały podatne i giętne. Osie są zawsze proste i zawsze sztywne. Wałki najczęściej występują jako dwupodporowe (dwa czopy łożyskowe), ale mogą również posiadać jedno łożysko lub wiele łożysk (wały korbowe wielocylindrowych silników spalinowych). Czopy mają zwykle kształt cylindryczny, ale stosowane są również inne kształty umożliwiające zamocowanie elementów mechanizmów oraz przeniesienie momentu skręcającego.

Sprzęgła

Sprzęgła są to zespoły konstrukcyjne służące do przenoszenia momentu napędowego z wałka czynnego (napędowego) na wałek bierny (napędzany). Element sprzęgła osadzony na wale czynnym możemy nazywać członem czynnym sprzęgła, natomiast element osadzony na wale biernym członem biernym sprzęgła.

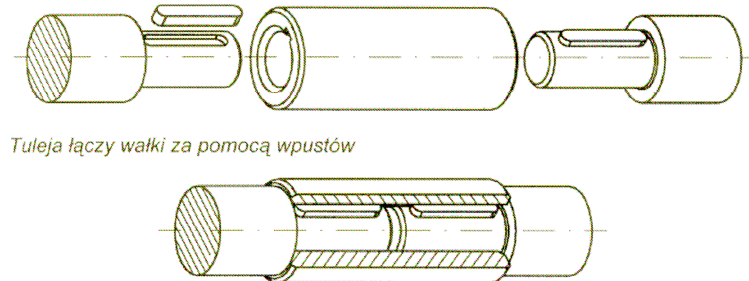
Wały łączone sprzęgłem najczęściej mają wspólną oś obrotu, jednak może również wystąpić przypadek przecinania się osi wałów pod kątem ostrym. Połączenie czynnego i biernego członu sprzęgła zwykle wymaga postoju wałów. Specjalne sprzęgła rozruchowe pozwalają na połączenie wałów i wyrównanie ich prędkości kątowej, nawet wówczas, kiedy jeden z tych wałów jest ruchomy a drugi nieruchomy przed połączeniem.



Rys. 50. Schemat typowego układu napędowego, w którym występują sprzęgła [12].

Ze względu na zasadę działania sprzęgła możemy podzielić na: mechaniczne, hydrauliczne, elektromagnetyczne, magnetyczne. Największą zastosowanie mają sprzęgła mechaniczne. W zależności od tego czy człony sprzęgła (czynny i bierny) są połączone na stałe czy też mogą być łączone i rozłączane, sprzęgła dzielimy na nierozłączne (stałe) oraz rozłączne (włączalne).

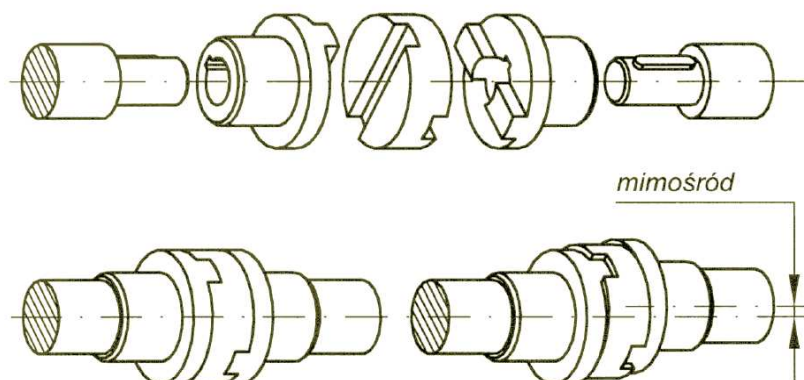
Sprzęgła nierozłączne mogą być sztywne lub podatne. Sprzęgła sztywne spełniają jedynie funkcję łączenia wałów. Sprzęgła podatne dzięki specjalnym elementom sprężystym mogą pełnić dodatkowe funkcje jak np. łagodzenie obciążeń dynamicznych, kompensację błędów osiowości i równoległości wałów.



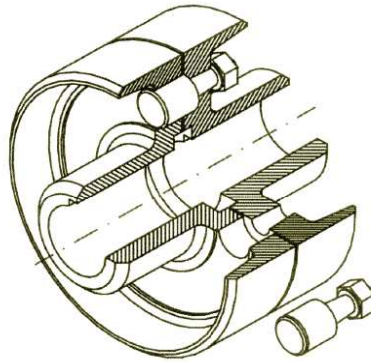
Tuleja łączy wałki za pomocą wpustów

Rysowanie sprzęgła tulejowego w rzutach prostokątnych

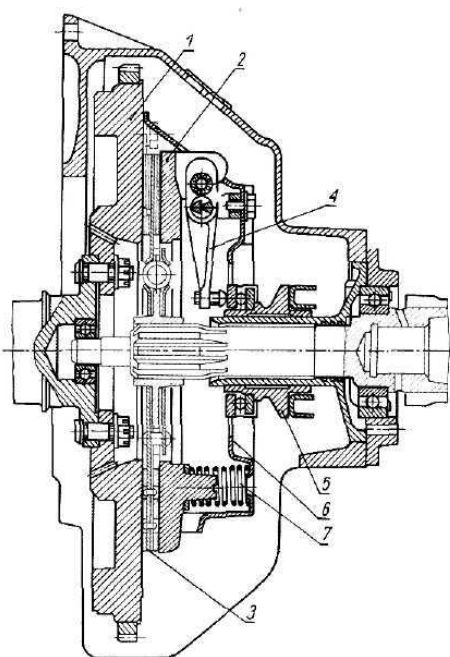
Rys. 51. Sprzęgło sztywne tulejowe [12].



Rys. 52. Sprzęgło Oldhama [12].



Rys. 53. Sprzęgło palcowe [12].



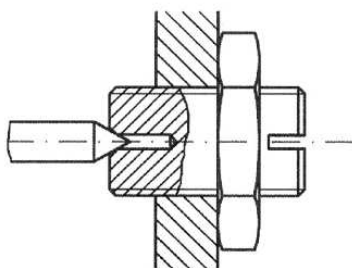
1. koło zamachowe,
2. tarcza dociskowa,
3. tarcza sprzęgła,
4. dźwignienka,
5. tuleja wyciskowa,
6. pokrywa sprzęgła,
7. sprężyny dociskowe.

Rys. 54. Przykład konstrukcji sprzęgła ciernego jednotarczowego [8, s. 30].

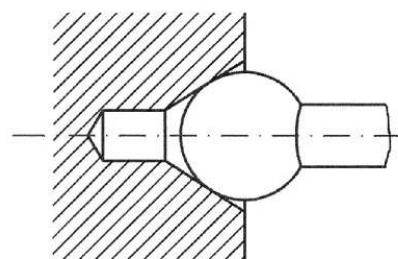
Łożyska służą do podtrzymywania wałków i osi w pozycji umożliwiający ich obracanie się ze stosunkowo małymi oporami. Ze względu na budowę łożyska można podzielić na:

- ślizgowe,
- toczne.

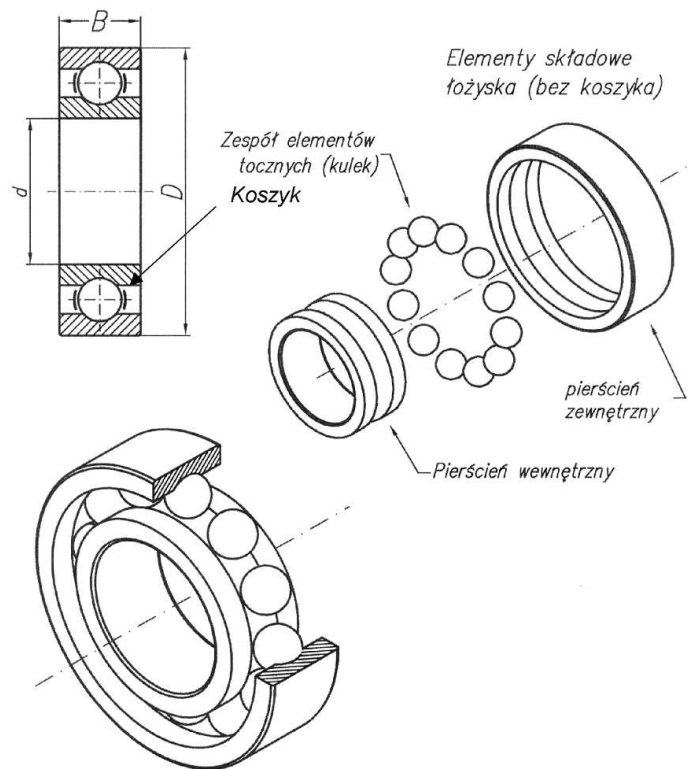
a)



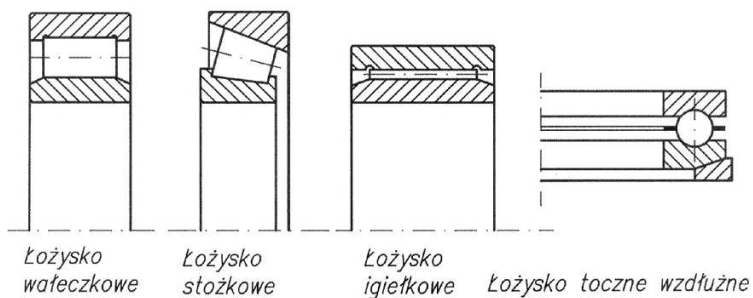
b)



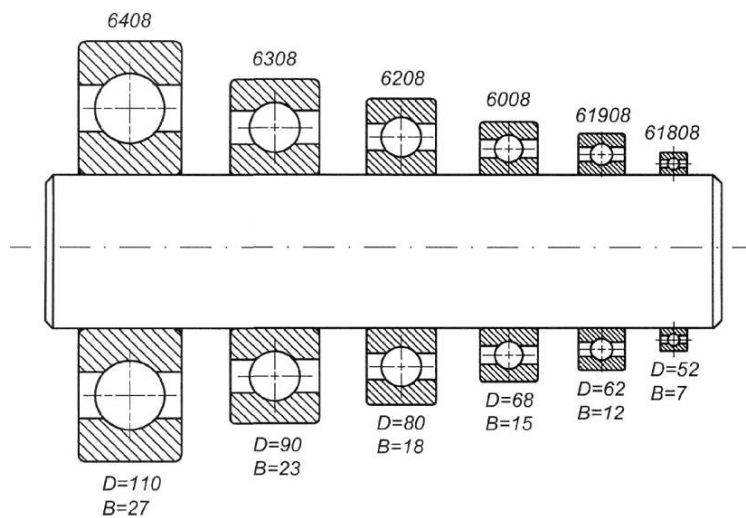
Rys. 55. Łożysko ślizgowe: a) stożkowe, b) kulowe [12].



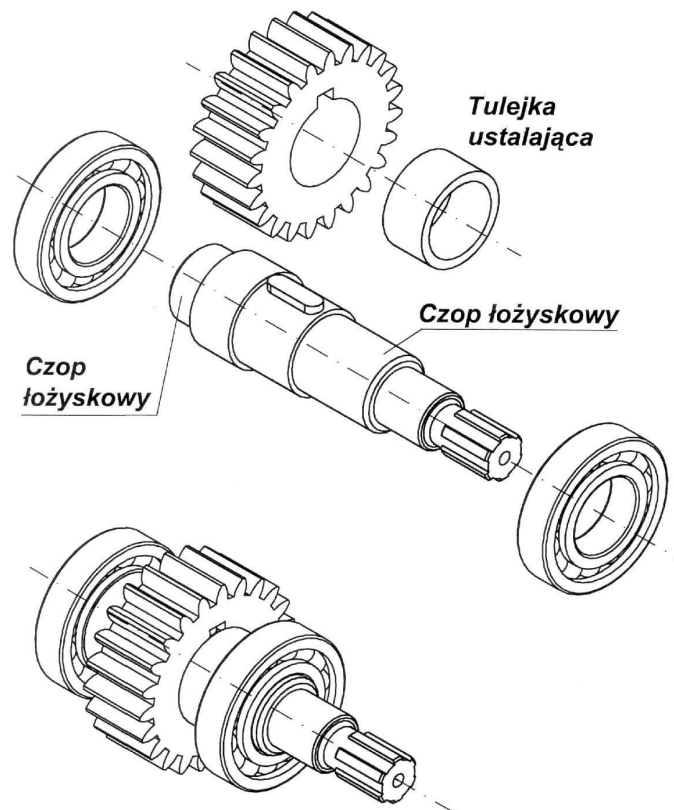
Rys. 56. Łożysko toczne kulkowe zwykłe [12].



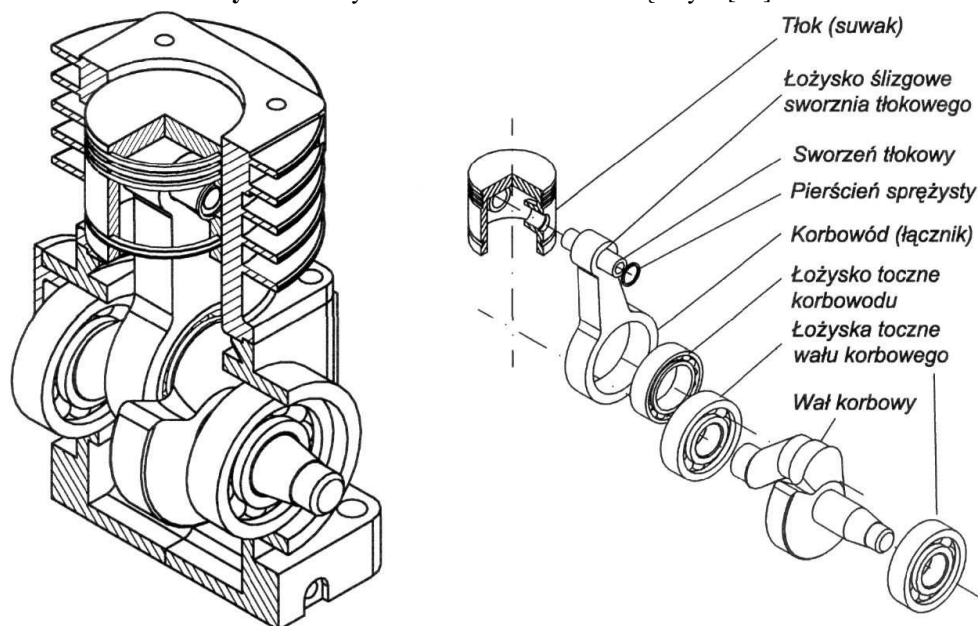
Rys. 57. Łożyska toczne [12].



Rys. 58. Przykład serii łożysk kulkowych [12].



Rys. 59. Łożyskowanie wałka z kołem zębatym [12].

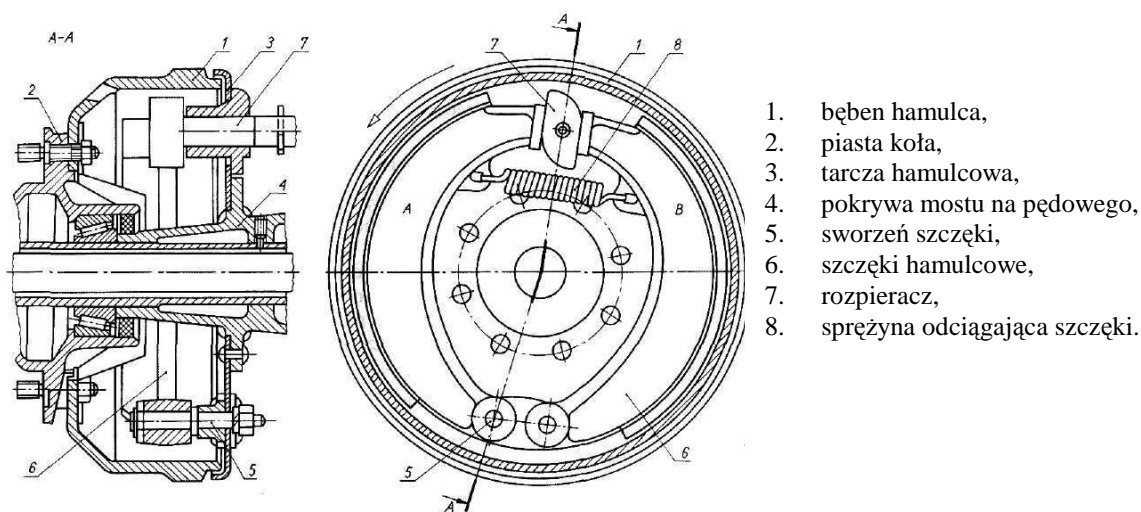


Rys. 60. Łożyskowanie członów ruchomych sprężarki [12].

Hamulcem nazywamy urządzenie służące do zatrzymywania, zwalniania lub regulacji prędkości obracających się części maszyn. W budowie maszyn stosuje się najczęściej hamulce cierne. Hamulce te działają na podobnej zasadzie jak sprzęgła cierne, lecz działanie ich jest odwrotne. Zadaniem sprzęgieł ciernych jest nadanie ruchu obrotowego członowi biernemu przez cierne sprzęgnięcie go z obracającym się członem czynnym, natomiast zadaniem hamulców jest zatrzymanie części czynnej hamulca przez sprzęgnięcie jej z częścią nieruchomą, z reguły związaną z korpusem maszyny.

Zależnie od rodzaju mechanizmu włączającego i wyłączającego rozróżnia się hamulce cierne mechaniczne oraz hydrauliczne, pneumatyczne i elektromagnetyczne. Do podstawowych odmian hamulców ciernych mechanicznych zalicza się hamulce tarczowe – stożkowe i wielopłytkowe, klockowe (szczękowe) oraz cięgnowe (taśmowe).

Ze względu na charakter pracy hamulce dzieli się na: luzowe i zaciskowe. Hamulce luzowe są stale zaciśnięte na bębnie hamulcowym (tarczy hamulca) i luzowane przed uruchomieniem maszyny. Hamulce luzowe są stosowane m.in. w mechanizmach podnoszenia suwnic oraz jako hamulce bezpieczeństwa w kolejnictwie. Hamulce zaciskowe są stale swobodne, tzn. części stała i ruchoma są odłączone i współpracują ze sobą tylko w czasie hamowania. Przykładem hamulców zaciskowych mogą być hamulce nożne w samochodach, hamulce maszynowe. W przemyśle maszynowym najczęściej są stosowane hamulce klockowe i cięgnowe.

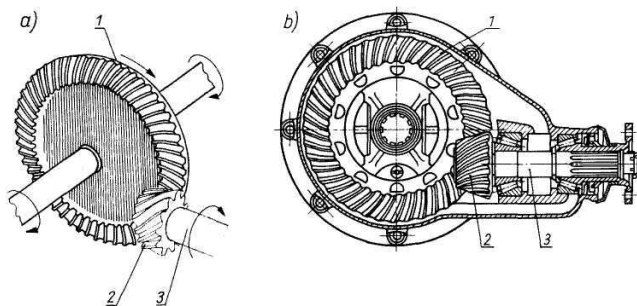


Rys. 61. Hamulec szczękowo-bębnowy samochodu ciężarowego [8, s. 73].

Przekładnia zębata

Jest to mechanizm służący do zwiększania lub zmniejszania momentu obrotowego, z jednoczesną odwrotnie proporcjonalną zmianą prędkości obrotowej wału napędzanego w stosunku do prędkości obrotowej wału napędzającego. Prostą przekładnię zębatą tworzy para zazębionych ze sobą kół zębatych, ustalonych w określonej odległości od siebie w sposób umożliwiający im jedynie swobodne przekręcanie się wokół osi obrotu. Na wieńcu każdego z kół znajduje się odpowiednio dobrana ilość specjalnie ukształtowanych zębów, które podczas obracania się kół wchodzi w przestrzeń pomiędzy zębami drugiego koła. Tym samym obracające się koło napędzające zmusza zawsze koło napędzane do jednoczesnego przekręcania się w przeciwnym kierunku. Odstępy pomiędzy zębami na wieńcach współpracujących ze sobą kół są jednakowe, wskutek czego stosunek ilości zębów obu kół jest zawsze równy stosunkowi ich średnic podziałowych, a więc i stosunkowi, w jakim przekładnia zmienia przenoszony moment obrotowy.

Przekładnia zębata zwiększając lub zmniejszając moment obrotowy zmienia jednocześnie w odwrotnym stosunku prędkość obrotową wału napędzanego (w podanym przykładzie trzykrotne zwiększenie przenoszonego momentu obrotowego uzyskuje się kosztem trzykrotnego obniżenia się prędkości obrotowej wału napędzanego w stosunku do prędkości obrotowej wału napędzającego). W zespołach samochodów stosuje się najczęściej przekładnie zwalniające, służące do zwiększania momentu obrotowego, czyli przekładnie o przełożeniu większym od 1,0.



Rys. 62. Hipoidalna przekładnia główna: a) uproszczony rysunek poglądowy, b) przekrój; 1) koło talerzowe, 2) zębnik, 3) wałek atakujący [8, s. 45].

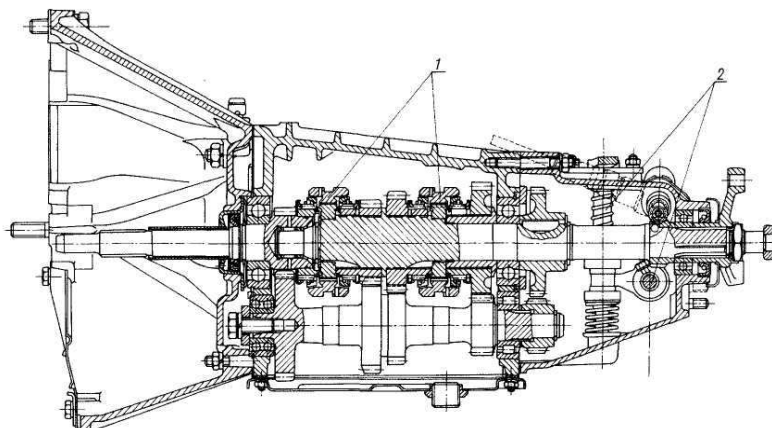
Skrzynia biegów

Jest to zespół składający się z kilku (czterech lub pięciu i więcej) przekładni zębatych o różnych przełożeniach, z których każda zmienia w ściśle określonym stosunku moment obrotowy uzyskiwany na wale napędowym w stosunku do momentu obrotowego na wale korbowym silnika.

Przekładnia bezpośrednia (bieg bezpośredni). W znacznej większości samochodowych skrzyń biegów istnieje możliwość łączenia wału sprzęgłowego wprost z wałem głównym, związanym z wałem napędowym. Jest to tzw. przekładnia bezpośrednia lub bieg bezpośredni, po włączeniu, którego skrzynia biegów przekazuje moment obrotowy silnika wprost na wał napędowy, a prędkości obrotowe wału korbowego i wału napędowego są jednakowe lub inaczej, po włączeniu biegu bezpośredniego skrzynia biegów pracuje jak zwykle sprzęgło łączące wał korbowy z wałem napędowym.

Nadbieg (przekładnia przyspieszająca) służy do zwiększania prędkości obrotowej wału napędowego w odniesieniu do prędkości obrotowej wału korbowego, kosztem zmniejszenia w tym samym stosunku przenoszonego momentu obrotowego. W nadbieg wyposaża się samochody użytkowane w sprzyjających warunkach drogowych, przy niewielkich oporach ruchu (np. na autostradach).

Posługiwanie się nadbiegiem pozwala na zwiększanie prędkości jazdy bez podwyższania prędkości obrotowej wału korbowego, co przy przebywaniu płaskich odcinków drogi zapewnia znaczne oszczędności w zużyciu paliwa. Mechanizm nadbiegu stanowi albo dodatkową przekładnię zębatą (zwykle planetarną), wbudowaną za skrzynią biegów z przełożeniem bezpośrednim, albo jedną z przekładni w skrzyni biegów (np. zamiast biegu bezpośredniego).



Rys. 63. Klasyczna skrzynia biegów z kołami zębatymi stale zazębianymi: 1) synchronizator, 2) mechanizm zmiany biegów [8, s. 38].

Synchronizator

Jest to urządzenie służące do wyrównywania prędkości obwodowych pary sprzęganych kół zębatach, bezpośrednio przed ich zazębieniem. Zasada działania synchronizatora polega zazwyczaj na wstępnym sprzęganiu zazębianych kół zębatach za pomocą elementów ciernych, które ślizgając się po sobie doprowadzają do wyrównania prędkości obwodowych kół, po czym dopiero zęby jednego koła wsuwają się pomiędzy zęby drugiego koła. Synchronizacja biegów w skrzynkach przekładniowych ułatwia przełączenie biegu i zapobiega jednocześnie występowaniu zgrzytów oraz uszkodzeniom kół zębatach przy nieumiejętnym włączaniu biegu.

Przekładnia planetarna

Jest to zespół stale zazębionych ze sobą kół zębatach, składających się z koła słonecznego o uzębieniu zewnętrznym, dwóch lub więcej satelitów ułożyskowanych na czopach osadzonych we wspólnym koszyku oraz koła pierścieniowego (zewnętrznego), zazwyczaj o uzębieniu wewnętrznym. Satelity są jednocześnie zazębione stale z kołem słonecznym oraz z kołem pierścieniowym. Jeśli koszyk satelitów wiruje, a, koło słoneczne trwa w bezruchu (np. wskutek zablokowania hamulcem), wówczas satelity toczą się po wieńcu koła słonecznego, zmuszając koło pierścieniowe do przekręcania się.

W przypadku unieruchomienia koła pierścieniowego, satelity obracając się na czopach wirującego koszyka i tocząc się jednocześnie po wieńcu koła pierścieniowego, zmuszają będą koło słoneczne do przekręcania się. Podobnie wskutek zablokowania koszyka satelitów, wirujące koło słoneczne zmusza koło pierścieniowe do wirowania z określoną prędkością obrotową lub odwrotnie. Dzięki przekładni planetarnej uzyskać można następujące przełożenia:

- zablokowane koło słoneczne,
- zablokowane koło pierścieniowe,
- zablokowany koszyk satelitów.

Przekładnia hydrokinetyczna

Jest to urządzenie służące do bezstopniowego zwiększania przenoszonego momentu obrotowego. Najprostszą przekładnię hydrokinetyczną uzyskuje się przez wprowadzenie do sprzęgła hydrokinetycznego trzeciego nieruchomego wirnika związanego z obudową, zwanego kierownicą. Zmiana momentu obrotowego w przekładni hydrokinetycznej jest następstwem wywoływania przez napór cieczy na łopatki kierownicy momentu reakcyjnego, który przejmuje obudowa przekładni. Przekładnia hydrokinetyczna może przekazywać moment obrotowy tylko w jednym kierunku, odpowiednio do kształtu łopatek wirników i kierownicy. Samochodowe skrzynki przekładniowe zaopatruje się w przekładnie hydrokinetyczne, których kierownice osadzone są na piastach związanych z wałem napędzanym za pomocą sprzęgieł jednokierunkowych (tzw. mechanizmów „wolnego koła”).

Gdy wał napędowy zwalnia swą prędkość obrotową wskutek wzrostu obciążenia zewnętrznego (np. gdy pojazd pokonuje wzniesienie), kierownica takiej przekładni hydrokinetycznej jest nieruchoma i opiera się poprzez sprzęgło jednokierunkowe o obudowę, dzięki czemu przekładnia zwiększa przenoszony moment obrotowy. Natomiast skoro tylko czynny moment obrotowy na wale korbowym silnika wzrośnie lub obciążenie zewnętrzne zmniejszy się tak, że powstanie niewielki choćby nadmiar czynnego momentu powodujący przyspieszenie prędkości obrotowej wału napędowego kierownica odłącza się od obudowy i zaczyna wirować z coraz większą szybkością, zgodnie z kierunkiem obrotu wirnika turbiny.

Kierownica usiłuje przy tym wyprzedzić wirnik turbiny, lecz prawie natychmiast zostaje zatrzymana przez drugie sprzęgło jednokierunkowe. Od tej chwili kierownica wiruje wraz z wirnikiem turbiny z jednakową prędkością obrotową, tworząc z nim jakby jedną całość,

a przekładnia hydrokinetyczna pracuje według zasady sprzęgła hydrokinetycznego nie zmieniając w ogóle przenoszonego momentu obrotowego.

W przypadku powstania niedoboru czynnego momentu obrotowego kierownica znów się zatrzymuje i opiera o obudowę, wskutek czego wzrasta przekazywany moment obrotowy. Omawiane przedbiegi nieustannie powtarzają się podczas ruchu samochodu, dzięki czemu skrzynka biegów wyposażona w przekładnię hydrokinetyczną samoczynnie utrzymuje stan równowagi pomiędzy czynnym momentem obrotowym na wale korbowym silnika a obciążeniem zewnętrznym na wale napędowym, zmieniającym się odpowiednio do chwilowych oporów jazdy, co zapewnia płynne przyspieszanie i opóźnianie ruchu samochodu.

Automatyczna skrzynka przekładniowa

Jest to samoczynna skrzynka biegów, składająca się zazwyczaj z przekładni hydrokinetycznej i dwóch lub trzech przekładni planetarnych. Zmiana biegów (włączenie poszczególnych przekładni) odbywa się bez udziału kierowcy, którego zadanie ogranicza się jedynie do wyboru zakresu pracy przekładni przez przesunięcie dźwigni sterującej do określonego położenia lub naciśnięcie odpowiedniego przycisku.

Zespół elementów nośnych i mechanizmów napędowych samochodu spełnia funkcję osi przejmującej przypadającą na niego część ciężaru samochodu i jednocześnie doprowadza napęd od wału napędowego na koła jezdne. Most napędowy składa się najczęściej ze sztywnej obudowy, przekładni głównej, mechanizmu różnicowego oraz półosi napędowych połączonych z piastami kół napędowych. Zależnie od sposobu zawieszenia kół napędowych buduje się mosty napędowe sztywne (zawieszenie kół zależne) lub łamane, przegubowe (zawieszenie kół niezależne).

Przekładnia główna

Jest to przekładnia zębata wbudowana w moście napędowym, która w stałym stosunku zwiększa moment obrotowy przekazywany na półosi kół napędowych i jednocześnie w tym samym stosunku zmniejsza prędkość obrotową kół napędowych w odniesieniu do prędkości obrotowej wału napędowego. Przełożenie przekładni głównej decyduje o szybkości maksymalnej, jaką może w ogóle rozwijać samochód w sprzyjających warunkach ruchu.

Przekładnia główna stożkowa prosta

Stosowane wówczas, gdy przekładnię główną stanowi para stożkowych kół zębatach, których osie obrotu przecinają się ze sobą. Koła mogą mieć zęby proste lub śrubowe.

Przekładnia główna stożkowa hipoidalna

Stosowane wówczas, gdy przekładnię główną stanowi para stożkowych kół zębatach, których osie obrotu nie przecinają się ze sobą. Zastosowanie przekładni hypoidalnej pozwala na zbliżenie podłogi nadwozia samochodowego do nawierzchni drogi, a zatem na obniżenie punktu ciężkości pojazdu.

4.5.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaka jest różnica między wałem a osią?
2. Czym różnią się łożyska toczne od ślizgowych?
3. Jakie elementy toczne stosuje się w łożyskach?
4. Do czego służą sprzęgła?
5. Które ze sprzęgieł zaliczamy do stałych a które do wyłączalnych?

6. Jak działają sprzęgła jednokierunkowe?
7. Co to jest przełożenie kinematyczne przekładni?
8. Jak dzielimy przekładnie mechaniczne?
9. Jakie rodzaje hamulców stosuje się w maszynach?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Na podstawie dokumentacji techniczno-ruchowej urządzenia określ, jakie zastosowano w nim elementy maszyn.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) szczegółowo przeanalizować dokumentację techniczną urządzenia,
- 2) określić rodzaje zastosowanych połączeń i mechanizmów,
- 3) zapisać wyniki analizy konstrukcji urządzenia w tabeli,
- 4) przedstawić wyniki ćwiczenia.

Tabela do ćwiczenia 1 [opracowanie własne].

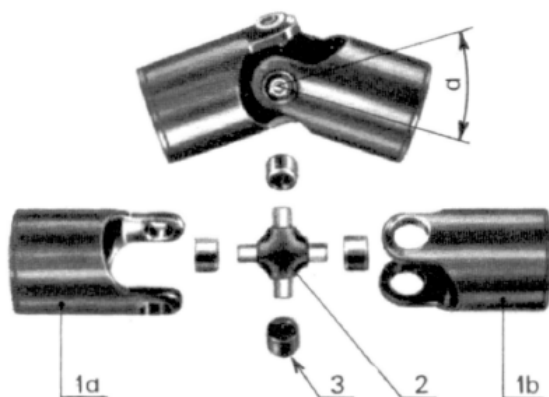
	Mechanizmy	Rodzaj i krótki opis
1.	Łożyska	
2.	Sprzęgła	
3.	Hamulce	
4.	Przekładnie mechaniczne	
5.	Inne mechanizmy	

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja techniczno-ruchowa urządzenia,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Korzystając z katalogu części zamiennych opisz, jaki rodzaj sprzęgła przedstawiono na rysunku. Opisz jego budowę i zastosowanie.



1a.....

1b.....

2.....

3.....

a.....

Rysunek do ćwiczenia 2 [12].

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) szczegółowo przeanalizować dokumentację techniczną,
- 2) dobrać odpowiedni katalog,
- 3) określić rodzaj sprzęgła,
- 4) opisać budowę i zastosowanie sprzęgła,
- 5) przedstawić wyniki ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dokumentacja techniczno-ruchowa urządzenia,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) opisać budowę łożysk tocznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) opisać budowę hamulców?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) sklasyfikować sprzęgła?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić zadania przekładni mechanicznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) sklasyfikować przekładnie mechaniczne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.6. Materiały eksploatacyjne

4.6.1. Materiał nauczania

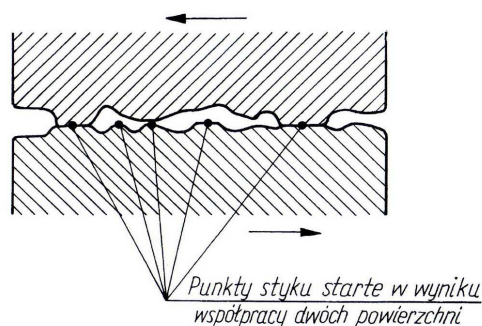
Użytkowane urządzenia mogą osiągnąć właściwą wydajność tylko wówczas, gdy ich mechanizmy będą miały zapewnione warunki pracy zgodne z ich założeniami i właściwościami konstrukcyjnymi. Zmiana tych warunków odbija się na pracy całego urządzenia, powodując przyspieszone zużycie mechanizmów i części, a nawet ich uszkodzenie.

Dokładne spełnianie warunków określonych w instrukcji producenta jest najważniejszym czynnikiem prawidłowej eksploatacji. W czasie eksploatacji urządzenie zużywa się, czyli następuje pogorszenie jego stanu technicznego. Urządzenie zużywa się naturalnie, nawet przy bardzo prawidłowej jego eksploatacji.

Naturalne zużycie urządzeń zależy od ich konstrukcji, a w szczególności od rodzaju połączeń. Naturalne zużycie rośnie proporcjonalnie do czasu pracy urządzenia. Tylko do określonej granicy zużycie nie powoduje zmian w jakości pracy mechanizmu i wtedy jest uważane za zużycie naturalne i dopuszczalne. Później następuje zużycie niszczące. Należy więc dokładnie uchwycić moment, w którym mechanizm osiągnął zużycie dopuszczalne i dokonać naprawy zapobiegającej zużyciu niszczącemu.

Zużycie naturalne dzieli się na mechaniczne i chemiczne. Zużycie mechaniczne następuje przede wszystkim na skutek tarcia powstającego między współpracującymi ze sobą powierzchniami. Powoduje ono zmianę wymiarów i kształtów współpracujących części, a zatem powstawanie nadmiernych luzów.

Zużycie chemiczne polega na zmianach w strukturze powierzchni współpracujących części, powstających w wyniku korodującego oddziaływania kwasów zawartych w olejach i smarach oraz oddziaływania środowiska, w którym jest użytkowane urządzenie. Rozróżnia się również pojęcie niszczenia korozyjnego, które może być niezależne od użytkowania urządzenia, a wynikać z oddziaływania korodującego środowiska (np. pary kwasów w akumulatorni).



Rys. 64. Przyleganie dwóch powierzchni płaskich przy tarcie czystym [5, s. 336].

Przez tarcie, w jego najbardziej ogólnym pojęciu, są rozumiane zjawiska występujące w obszarze styku dwóch przemieszczających się względem siebie ciał, w wyniku, których powstają opory ruchu.

W zależności od sposobu smarowania rozróżnia się następujące rodzaje tarcia:

- czyste, gdy z wierzchołków mikronierówności powierzchni współpracujących części ocierają się cząsteczki złożone z tlenków metali, obnażając czyste powierzchnie i powodując ich bezpośrednie zużycie,
- suche, czyli tarcie powierzchni, na których nie ma smaru,
- graniczne, w którym między współpracującymi powierzchniami znajduje się minimalna

warstwa smaru; na styku tych powierzchni powstaje powierzchnia nośna specjalnych własnościach (związek chemiczny smaru z cząsteczkami metalu),

- półsuche, które łączy w sobie cechy tarcia suchego i tarcia granicznego,
- płynne, w którym współpracujące powierzchnie są w pełni rozdzielone warstwą smaru tworzącą błonkę olejową, przy czym zewnętrzne ciśnienie przejmuje warstwa ruchomego smaru; w czasie ruchu tarcie powstaje tylko między cząsteczkami smaru,
- półpłynne, które łączy w sobie cechy tarcia płynnego i granicznego.

We współczesnych konstrukcjach urządzeń dąży się do tego, aby wszelkie połączenia ruchowe pracowały w warunkach tarcia płynnego, co ma decydujący wpływ na trwałość urządzeń.

Ponadto rozróżnia się jeszcze tarcie:

- kinetyczne – występuje wtedy, gdy występuje ruch między współpracującymi częściami,
- statyczne – występuje podczas wprawiania w ruch współpracujących części.

W zależności od sposobu przemieszczania się dwóch przyległych do siebie płaszczyzn rozróżnia się tarcie:

- ślizgowe, jeżeli powierzchnia jednego ciała przesuwana się (ślizga) po powierzchni drugiego ciała,
- toczne, jeżeli powierzchnia jednego ciała toczy się po powierzchni drugiego ciała.

Wymienione dotychczas podziały i rodzaje tarcia są zaliczane do tarcia zewnętrznego, ponieważ występuje ono na zewnętrznych powierzchniach ciał. Istnieje również tarcie wewnętrzne (np. w cieczech), gdy cząsteczki ciała przemieszczają się względem siebie.

Od prawidłowych warunków smarowania zależy zmniejszenie sił tarcia, a więc zależy trwałość połączeń ruchomych i zmniejszenie zużycia części. Dla maksymalnego zmniejszenia tarcia ślizgowego między powierzchnie dwóch ciał wtłacza się warstwę smaru, która je rozdziela. Takiemu tarcu ślizgowemu nie towarzyszy ścinanie wierzchołków nierówności powierzchni ani złożenie rys, gdyż obie powierzchnie nie stykają się ze sobą, a opór tarcia jest znacznie mniejszy.

Smarowanie

W zależności od metody powstawania warstwy smarującej, rozróżnia się smarowanie:

- hydrostatyczne,
- hydrodynamiczne.

Smarowanie hydrostatyczne występuje wtedy, gdy dla uzyskania tarcia płynnego warstwa cieczy smarnej jest dostarczana pod ciśnieniem do obszaru między współpracującymi powierzchniami. Smarowanie hydrostatyczne jest stosowane w różnego rodzaju łożyskach promieniowych i osiowych oraz w przesuwnych prowadnicach ciężkich obrabiarek.

Smarowanie hydrodynamiczne występuje wówczas, gdy dla uzyskania tarcia płynnego niezbędna warstwa cieczy smarnej powstaje w wyniku ruchu względnego obu współpracujących elementów.

Technika smarowania

Smarowanie jest dokonywane przez wprowadzenie między współpracujące powierzchnie ciała trzeciego (cieczy smarnej) o bardzo małym tarcu wewnętrznym, w celu zmniejszenia współczynnika tarcia. Smarowanie zmniejsza więc straty energii na pokonanie tarcia i zapobiega wczesnemu zużyciu części. Smarowanie spełnia również inne zadania, do których należą:

- częściowe zabezpieczenie przed korozją powierzchni metalowych,
- chłodzenie części oraz odprowadzanie ciepła spomiędzy współpracujących powierzchni,
- przyspieszenie procesu docierania,

– odprowadzenie z obszaru współpracy części zużytych cząstek materiałów.
Do smarowania maszyn i urządzeń używa się różnych gatunków olejów maszynowych i smarów stałych. Są one następujące:

- olej maszynowy 4 – do smarowania lekko obciążonych łożysk ślizgowych, pracujących przy dużych prędkościach obrotowych,
- olej maszynowy 8 – do smarowania lekko obciążonych łożysk ślizgowych i tocznych, pracujących przy dużych prędkościach obrotowych,
- olej maszynowy 10 – ma podobne zastosowanie jak olej maszynowy 8 oraz służy do smarowania wrzecion o prędkości obrotowej 4000 do 7000 obr/min,
- olej maszynowy 16 – do smarowania łożysk ślizgowych,
- olej maszynowy 26 – do smarowania lekko obciążonych łożysk ślizgowych i przekładni zębatych,
- olej maszynowy 40 – do smarowania średnio obciążonych łożysk ślizgowych i tocznych oraz przekładni zębatych i prowadnic,
- olej maszynowy 65 – ma podobne zastosowanie jak olej maszynowy 40, lecz przy większych obciążeniach i w podwyższonej temperaturze,
- olej maszynowy nisko krzepnący 4Z (temperatura krzepnięcia -25°C) – do smarowania łożysk ślizgowych i tocznych przy prędkości obrotowej ponad 800 obr/min,
- olej maszynowy nisko krzepnący 10Z (temperatura krzepnięcia -45°C) – do smarowania lekko obciążonych szybkoobrotowych łożysk tocznych i ślizgowych oraz wrzecion o prędkości obrotowej 4000–7000 obr/min,
- olej maszynowy nisko krzepnący 16 Z (temperatura krzepnięcia -30°C) – do smarowania łożysk ślizgowych,
- olej maszynowy nisko krzepnący 26 Z (temperatura krzepnięcia -25°C) – do smarowania lekko obciążonych łożysk ślizgowych i przekładni zębatych,
- olej maszynowy nisko krzepnący 40 Z (temperatura krzepnięcia -20°C) – do smarowania średnio obciążonych łożysk ślizgowych oraz przekładni zębatych,
- smar maszynowy 1 – do smarowania lekko obciążonych powierzchni ślizgowych o temperaturze pracy do 50°C ,
- smar maszynowy 2 – do smarowania średnio obciążonych powierzchni ślizgowych o temperaturze pracy do 60°C ,
- smar maszynowy SŁG-3 – do smarowania silnie obciążonych łożysk ślizgowych o temperaturze pracy do 140°C ,
- smar maszynowy ŁT-1, ŁT-2, ŁT-3, ŁT-4S, ŁT-5, ŁT-1-13 – do smarowania łożysk tocznych w zależności od obciążenia łożyska, temperatury i warunków jego pracy.

Oleje nisko krzepnące stosuje się do smarowania maszyn i urządzeń pracujących w niskich temperaturach otoczenia. Pozostałe oleje mają temperaturę krzepnięcia $+5^{\circ}\text{C}$ i mogą być stosowane w maszynach pracujących w temperaturze pokojowej.

Właściwe smarowanie wszystkich urządzeń technicznych 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.

Tabela 5. Zastosowanie smarów [opracowanie własne].

Rodzaj smaru		Zastosowanie
smary roślinne	oliwa.	do smarowania warsztatów tkackich: jako płyn jadalny do potraw; w lecznictwie.
	olej rycynowy.	do smarowania maszyn pracujących pod dużym obciążeniem, przy dużych prędkościach, w wysokiej temperaturze, w lecznictwie; do silników lotniczych.
	olej rzepakowy i lniany.	do smarowania łożysk, do gwintowania śrub i nakrętek; jako tłuszcz jadalny.
smary zwierzęce	sadło, olej kostny, tran wielorybi, tran delfinowy, łój.	do smarowania mechanizmów precyzyjnych z dodatkiem mydła, grafitu, oleju mineralnego – do smarowania przekładni zębatych.
smary mineralne	(oleje czyste z ropy naftowej, rafinowane z węgla brunatnego i z węgla kamiennego, rafinowane elektrycznie) oleje: – izolacyjne, – turbinowe, – wrzecionowe, – maszynowe.	– do transformatorów, – do smarowania turbin parowych, – do szybkobieżnych i lekko obciążonych łożysk, maszynowych, jako płyn do napędów hydraulicznych, – do smarowania łożysk silników elektrycznych, obrabiarek, pomp odśrodkowych.
smary mineralne	oleje: – silnikowe, – cylindrowe, – osiowe wagonowe. Smary stałe:* – Tovotta, – wazelina techniczna, – Kalipsol.	– do smarowania silników samochodowych i ciągnikowych, – do cylindrów i dławików maszyn parowych, – do smarowania łożysk parowozów, wagonów, zwrotnic, – do łańcuchów pędnych, sworzni przegubowych i trudnodostępnych miejsc w maszynach, – do mechanizmów precyzyjnych, łożysk do konserwacji przedmiotów obrabianych, płytek wzorcowych, – do smarowania łożysk ślizgowych.
*Smary stałe otrzymuje się z olejów pochodzenia naftowego i substancji zagęszczających (mydła, parafiny i cerezyny). Zależnie od rodzaju domieszki smary dzieli się na wapniowe, sodowe, potasowe, glinowe ołowiowe.		

Korozja metali

Korozją nazywamy stopniowe niszczenia metali wskutek chemicznego lub elektrochemicznego oddziaływania środowiska. Ōsrodkiem powodującym korozję może być: powietrze, gazy, woda, roztwory kwasów, zasad, soli, ziemia np.

Metalami odpornymi na korozję są: platyna, złoto, srebro, pozostałe metale w mniejszym lub większym stopniu poddają się działaniu korozji.

Rozróżnia się dwa podstawowe rodzaje korozji:

- chemiczną,
- elektrochemiczną.

Korozja chemiczna polega na niszcącym działaniu gazów lub cieczy nie będących elektrolitami na powierzchnię materiału. W wyniku takiego oddziaływania na powierzchni metalu mogą tworzyć się tlenki, siarczki, węgliki lub azotki. Czasem powstałe związki ściśle przylegają do materiału tworząc warstwę chroniącą przed dalszą korozją, częściej jednak powstała warstwa źle przylega do przedmiotu, odpada od niego powodując narastanie procesu korozyjnego.

Korozja elektrochemiczna jest procesem niszczenia metalu związanym z przepływem prądu elektrycznego przez granicę faz metal – elektrolit. Źródłem prądu elektrycznego są miejscowe ogniwa, które powstają wskutek zetknięcia się metalu z elektrolitem a przyczyną ich powstania mogą być: niejednorodność struktury materiału, nierównomierny dostęp tlenu

do powierzchni metalu, różnica temperatury, połączenie dwóch różnych metali w obecności elektrolitu.

Można wyróżnić następujące rodzaje korozji elektrochemicznej:

- korozja atmosferyczna (zachodzi przy dużej wilgotności powietrza),
- korozja morska (w wodzie morskiej),
- korozja ziemna.

W zależności od przebiegu niszczenia materiału przez korozję można ją podzielić na:

- równomierną, obejmującą swoim zasięgiem całą powierzchnię przedmiotu,
- miejscową, występującą w postaci plam lub wżerów,
- międzykrystaliczną, występującą na granicy ziaren materiału.

Ochrona przed korozją polega głównie na właściwym doborze materiałów konstrukcji narażonych na korozję oraz nakładaniu i wytwarzaniu powłok ochronnych.

Powłoki ochronne i dekoracyjne

Powłoki ochronne i dekoracyjne można podzielić na powłoki nakładane oraz powłoki wytwarzane. Nakładanie i wytwarzanie powłok można przeprowadzać metodami:

- mechanicznymi (malowanie pędzlem, pistoletem, zanurzanie w odpowiednich kąpielach, napyłanie),
- chemicznymi (czernienie czyli utlenianie w roztworach, fosforowanie, chromianowanie),
- elektrochemicznymi (metody galwaniczne np. miedziowanie, niklowanie, chromowanie srebrzenie, złocenie).

Przed nałożeniem czy wytworzeniem powłoki należy wykonać czynności przygotowawcze polegające na oczyszczeniu i wygładzeniu powierzchni przedmiotu. Oczyszczanie wykonuje się metodami mechanicznymi (szlifowanie, piaskowanie, polerowanie, szczotkowanie) oraz chemicznymi (np. odtłuszczanie w rozpuszczalnikach). Powierzchnię można oczyścić również za pomocą ultradźwięków.

Powłoki nakładane mogą być metalowe i niemetalowe. Powłoki metalowe wykonuje się z niklu, miedzi, chromu, cyny, cynku, aluminium, srebra, kadmu. Grubość powłoki ochronnej jest niewielka i wynosi zazwyczaj 0,001 – 0,025mm.

Powłoki metalowe można nakładać przez:

- zanurzenie w stopionym metalu, stosowane do pokrywania cyną lub cynkiem blach żelaznych,
- metalizację natryskową polegającą na natryskiwaniu ciekłego metalu specjalnym pistoletem,
- platerowanie (nawalcowywanie) proces polega na walcowaniu na gorąco blachy grubszej z blachą cienką stanowiącą warstwę ochronną; platerowanie może być jedno lub dwustronne,
- pokrycie galwaniczne polegające na elektrolitycznym nanoszeniu cienkiej warstwy metalu na przedmiot zanurzony w elektrolicie zawierającym sole nakładanego metalu; pokrywany przedmiot podłączony jest do bieguna ujemnego źródła prądu, a biegun dodatni do płyty z metalu, który наносimy.

Powłoki nakładane niemetalowe oddzielają w sposób mechaniczny metal od agresywnego ośrodka. Do tego typu powłok należą: farby, lakiery, lakiery piecowe, smoły, asfalty, tworzywa sztuczne.

Konserwacja narzędzi, maszyn i urządzeń polega na właściwym ich smarowaniu, utrzymaniu w czystości i zabezpieczeniu powierzchni przed korozją. Czynniki te mają bardzo duży wpływ na stan techniczny narzędzi, maszyn i urządzeń, ich zużycie oraz trwałość części i mechanizmów. Do czynności konserwacyjnych zalicza się również drobną regulację,

dociąganie zluzowanych śrub i nakrętek itp. Instrukcje czynności konserwacyjnych i regulacyjnych zawiera DTR danej maszyny lub urządzenia.

Dokumentacja techniczno-ruchowa (DTR) maszyn i urządzeń

Dokumentację techniczno-ruchową powinna mieć każda maszyna lub urządzenie. DTR powinna zawierać następujące dane:

- charakterystykę techniczną,
- wykaz wyposażenia normalnego i specjalnego,
- schematy kinematyczne, elektryczne i pneumatyczne,
- instrukcję obsługi,
- instrukcję konserwacji i smarowania,
- normatywy naprawcze,
- wykaz części zamiennych,
- dane ewidencyjne,
- wykaz faktycznie posiadanego wyposażenia,
- wykaz załączonych rysunków,
- wykaz części zapasowych.

Rodzaje i częstotliwość obsługi

Obsługa techniczna polega na wykonywaniu czynności niezbędnych do zapewnienia sprawności technicznej wszystkich mechanizmów pojazdu i niedopuszczeniu do wystąpienia zjawisk mogących zwiększyć intensywność zużywania się jego elementów i zespołów. Prawidłowa obsługa, wykonywana we właściwym czasie, jest nieodzownym warunkiem długotrwałego, bezusterkowego działania mechanizmów pojazdu, zmniejszenia do minimum zużycia jego zespołów oraz zachowania przez wiele lat estetycznego wyglądu pojazdu.

Biorąc pod uwagę zakres wykonywanych czynności obsługowych oraz częstotliwość ich dokonywania można wyodrębnić następujące rodzaje obsługi: codzienną, okresową, sezonową i w okresie docierania.

Obsługa codzienna

Obejmuje ona czynności wykonywane przed wyjazdem na trasę oraz po powrocie do miejsca garażowania. Może być wykonywana bezpośrednio przez kierowcę pojazdu lub przez wyspecjalizowaną stację diagnostyczną. W ramach tej obsługi, przed wyjazdem na trasę należy:

- sprawdzić wzrokowo stan ogumienia oraz co kilka dni zmierzyć ciśnienie w ogumieniu wszystkich kół,
- sprawdzić poziom oleju w silniku,
- sprawdzić poziom płynu w układzie chłodzenia,
- sprawdzić, czy nie występują jakiegokolwiek wycieki z układów i zespołów pojazdu; ewentualne wycieki pozostawiają ślady na czystej nawierzchni pod samochodem,
- sprawdzić działanie instalacji oświetleniowej i sygnalizacyjnej,
- sprawdzić po ruszeniu działanie układu hamulcowego przez chwilowe intensywne przyhamowanie; przy czym należy uważać by manewr taki nie zakłócił bezpieczeństwa na drodze.

Po powrocie do miejsca garażowania zaleca się od razu przygotować pojazd do wyjazdu w dniu następnym. Należy bezwzględnie sprawdzić działanie tych mechanizmów, których niesprawność sygnalizowały objawy zauważone podczas jazdy (np. nietypowe dźwięki).

Istotne jest także zadbanie o kosmetykę pojazdu: umycie nadwozia, a przede wszystkim staranne umycie szyb, świateł zewnętrznych oraz tablic rejestracyjnych.

Obsługa okresowa

Obejmuje ona wykonanie zestawu uprzednio zaplanowanych czynności, dokonywanych po określonym czasie pracy pojazdu lub po określonym jego przebiegu. Okres pomiędzy obsługami tego rodzaju jest podany przez wytwórcę pojazdu i powinien być bezwzględnie przestrzegany. W nowoczesnych samochodach taką obszerniejszą obsługę pojazdu przeprowadza się po przebiegu od 10 000 do 20 000 kilometrów. W pojazdach z lat osiemdziesiątych przebieg międzyobsługowy jest zwykle krótszy. Zazwyczaj wskazaniem do dokonania obsługi okresowej jest konieczność wymiany oleju w silniku.

Obsługa sezonowa

Powinna ona być wykonywana dwa razy w roku: na jesieni, w celu przygotowania pojazdu do warunków zimowych oraz na wiosnę, żeby przygotować pojazd do jazdy w lecie. Obecnie, gdy wszelkie płyny eksploatacyjne są wielosezonowe, obsługa sezonowa może być zbędna lub może polegać na przykład tylko na wymianie opon z letnich na zimowe albo odwrotnie.

Obsługa w okresie docierania

Obejmuje ona zestaw czynności określanych w fabrycznej instrukcji obsługi dla tego okresu. Zestaw taki obejmuje zazwyczaj czynności wykonywane podczas obsługi okresowej oraz czynności dodatkowe, związane ze sprawdzeniem prawidłowości działania nowego pojazdu i ewentualnym usuwaniem zauważonych niesprawności. W początkowym okresie używania pojazdu, określanym wciąż tradycyjną nazwą okresem docierania, wszelkie czynności regulacyjne wykonuje się częściej niż w późniejszym okresie jego eksploatacji.

4.6.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie czynniki wpływające na pogorszenie stanu technicznego pojazdu?
2. Co to jest zużycie części?
3. Jakie są rodzaje zużycia części samochodowych?
4. Co to jest konserwacja?
5. Jakie czynności zaliczamy do konserwacji?
6. W jakiej dokumentacji można znaleźć informacje na temat konserwacji i smarowania mechanizmów?
7. Jak zabezpieczamy części mechanizmów przed korozją?
8. Co to jest instrukcja smarowania?
9. Co wchodzi w zakres obsługi sezonowej?

4.6.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Rozpoznaj zużycie wału maszynowego. Określ rodzaje materiału, z jakiego jest wykonany i jakie czynniki zewnętrzne działają na wał niszcząco.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) rozpoznać zużycie narzędzia,
- 3) określić rodzaj materiału wału maszynowego,
- 4) określić zewnętrzne czynniki niszczące,
- 5) zaprezentować wyniki ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- wały maszynowe o różnym stopniu zużycia,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Przygotuj wałek rozrządu do weryfikacji. Następnie oceń jego stan techniczny wykorzystując w tym celu dokumentację techniczną samochodu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) wyszukać w dokumentacji technicznej samochodu informacji o eksploatacji,
- 3) wyczyścić wał rozrządu,
- 4) ocenić stan techniczny wału,
- 5) podjąć decyzję weryfikacyjną,
- 6) zaprezentować wyniki ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- wałki rozrządu,
- środki czyszczące,
- dokumentacja techniczna silnika.

Ćwiczenie 3

Na podstawie katalogów i stron Internetowych dobierz powłokę malarską ochronno-dekoracyjną na powierzchnię metalową pojazdu samochodowego wskazanego przez nauczyciela. Powierzchnia będzie narażona na działanie środowiska korozyjnego i działanie czynników chemicznych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) ocenić wielkość i strukturę powierzchni przeznaczonej do malowania,
- 2) przeanalizować warunki użytkowania powłoki ochronno-dekoracyjnej,
- 3) dobrać z katalogów lub ze stron Internetowych producentów farb i lakierów odpowiednie materiały malarskie,
- 4) zapoznać się z zaleceniami producentów farb ochronnych i dekoracyjnych dotyczącymi BHP, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska,
- 5) określić sposób przygotowania powierzchni do malowania,
- 6) określić sposób nanoszenia powłoki,
- 7) ocenić koszty wykonania powłoki,
- 8) przedstawić wynik ćwiczenia podając uzasadnienie wyboru rodzaju powłoki, sposobu jej nanoszenia oraz określając warunki BHP wykonywania prac.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- komputer z dostępem do Internetu,
- katalogi farb i lakierów.

4.6.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) podać czynniki wpływające na zużycie części samochodowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić podstawowe zużycia części samochodowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) ocenić stan techniczny maszyn i urządzeń?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) odczytać z DTR instrukcję konserwacji i smarowania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dobrać środki konserwujące i smarne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wymienić i scharakteryzować rodzaje korozji?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) dobrać powłoki ochronne i dekoracyjne w zależności od warunków w jakich będą eksploatowane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

Instrukcja dla ucznia

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. Wszystkie zadania są zadaniami wielokrotnego wyboru i tylko jedna odpowiedź jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi – zaznacz prawidłową odpowiedź znakiem X (w przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową).
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci czas wolny. Trudności mogą przysporzyć Ci zadania: 16–20, gdyż są one na poziomie trudniejszym niż pozostałe. Przeznacz na ich rozwiązanie więcej czasu.
8. Czas trwania testu – 30 minut.
9. Maksymalna liczba punktów, jaką można osiągnąć za poprawne rozwiązanie testu wynosi 20 pkt.

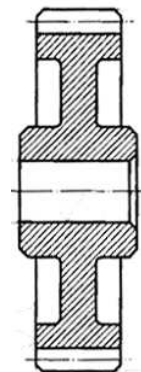
Celem przeprowadzanego pomiaru dydaktycznego jest sprawdzenie poziomu wiadomości i umiejętności, jakie zostały ukształtowane w wyniku zorganizowanego procesu kształcenia w jednostce modułowej Posługiwanie się dokumentacją techniczną. Spróbuj swoich sił. Pytania nie są trudne i jeżeli zastanowisz się, to na pewno udzielisz odpowiedzi.

Powodzenia

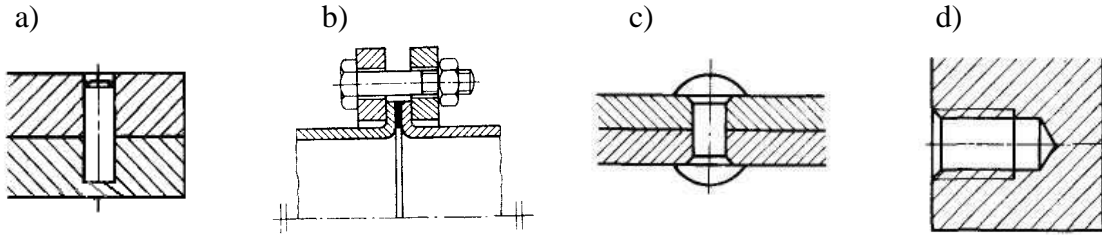
Zestaw zadań testowych

1. Przewodność elektryczną zaliczamy do własności
 - a) chemicznych.
 - b) technologicznych.
 - c) fizycznych.
 - d) mechanicznych.
2. Stalą nazywamy stop żelaza z węglem o
 - a) zawartości węgla do 2% poddany obróbce plastycznej.
 - b) zawartości węgla powyżej 2% poddany obróbce plastycznej.
 - c) dowolnej zawartości węgla poddany obróbce plastycznej
 - d) zawartości węgla 4,6 % nie poddany obróbce plastycznej.
3. Odkształceniem plastycznym nazywamy
 - a) zmianę kształtu ciała pod wpływem działającego obciążenia bez powrotu tego ciała do poprzedniej postaci po ustąpieniu tego obciążenia.
 - b) zmianę kształtu i wymiarów ciała z powrotem do poprzedniej postaci po ustąpieniu obciążenia.
 - c) odkształcenie, przy którym obowiązuje prawo Hooke'a.
 - d) odkształcenie przy którym występuje tylko naprężenie normalne.

4. Stop CuZn10Sn zawiera 10%
- miedzi.
 - cynku.
 - cynku i miedzi.
 - cyny.
5. Najtwardszym materiałem ściernym jest
- korund.
 - diament.
 - kwarc.
 - karborund.
6. Korozja chemiczna polega na niszczącym działaniu
- elektrolitów.
 - kwasów.
 - gazów lub cieczy.
 - zasad.
7. Obciążenia działające w sposób stały, to obciążenia
- dynamiczne.
 - statyczne.
 - zmienne.
 - graniczne.
8. Kompozyt powstaje poprzez
- połączenie dwóch jednakowych materiałów.
 - połączenie dwóch lub wielu różnych materiałów.
 - stopienie dwóch materiałów.
 - zlutowanie dwóch materiałów.
9. Uszczelnienia gumowe bazują na
- kauczuku.
 - polichloroku winylu.
 - etylenie.
 - propylenie.
10. Na rysunku przedstawiono
- koło zębate.
 - tuleję z rowkiem.
 - koło pasowe.
 - pokrętło zasuw.



11. Połączenie gwintowe przedstawiono na rysunku



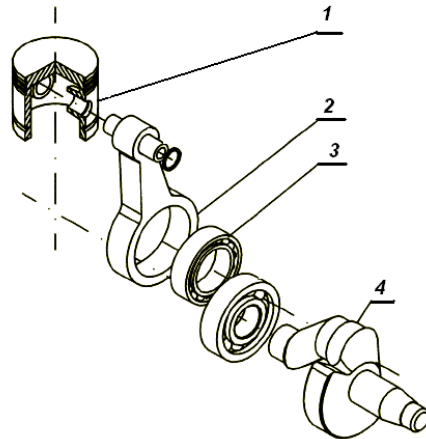
12. Rysunek przedstawia sprzęgło

- a) tulejowe.
- b) cierne tarczowe.
- c) zębate.
- d) kłowe.

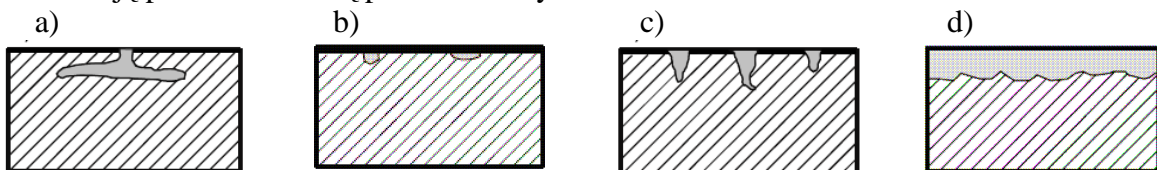


13. Na rysunku korbówód to element

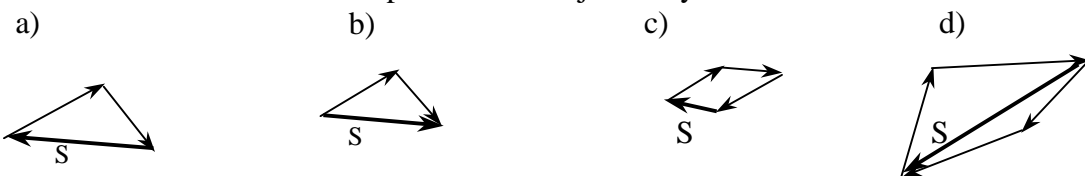
- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.



14. Korozję powierzchniową przedstawia rysunek



15. Prawidłowa suma wektorów przedstawiona jest na rysunku



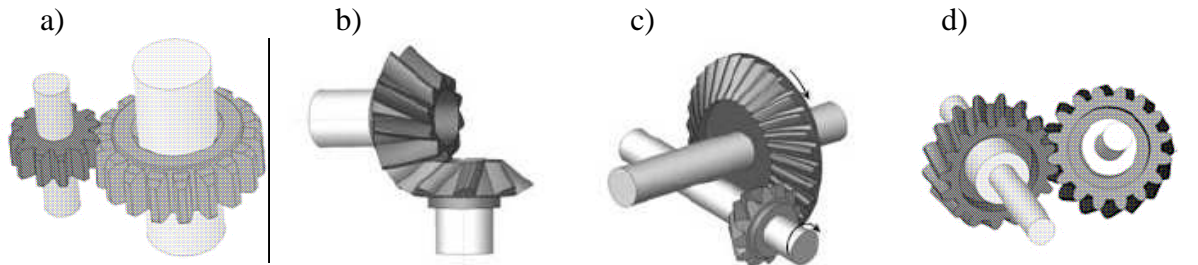
16. Oleje i smary o niskiej temperaturze krzepnięcia nie powinny zawierać

- a) grafitu.
- b) nafty.
- c) benzyny.
- d) węglowodorów parafiny.

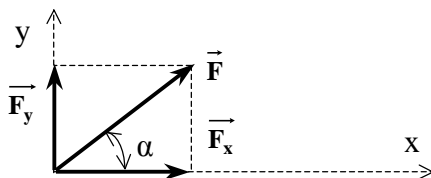
17. Dodatek krzemu do stali oznacza się literą

- a) W.
- b) S.
- c) C.
- d) U.

18. Przekładnię walcowo-czołową przedstawiono na rysunku



19. Na rysunku rozłożono siłę na dwie składowe. Który wzór pozwala obliczyć wartości sił składowych



- a) $F_x = F \cos \alpha$; $F_y = F \sin \alpha$
- b) $F_x = F \sin \alpha$; $F_y = F \cos \alpha$
- c) $F_x = F / F_y \sin \alpha$; $F_y = F / F_x \cos \alpha$
- d) $F_x = F / F_y \cos \alpha$; $F_y = F / F_x \sin \alpha$

20. Wytworzenie na chronionym metalu pasywnych warstw tlenkowych to

- a) utlenianie.
- b) fosforowanie.
- c) chromianowanie.
- d) niklowanie.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Konstruowanie elementów maszyn

Zakreśl poprawną odpowiedź.

Numer zadani a	Odpowiedź				Punktacja
	a	b	c	d	
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. Bożenko L.: Maszynoznawstwo dla szkoły zasadniczej. WSiP, Warszawa 1998
2. Dobrzański L.: Metalowe materiały inżynierskie. WNT, Warszawa 2004
3. Dobrzański L.: Metaloznawstwo i obróbka cieplna. WSiP, Warszawa 1997
4. Górecki A.: Technologia ogólna. Podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa 2005
5. Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych. Technologia. WSiP, Warszawa 1998
6. Mac S.: Obróbka metali z materiałoznawstwem. WSiP, Warszawa 1999
7. Rutkowski A.: Części maszyn. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1992
8. Rychter T.: Mechanik pojazdów samochodowych. WSiP, Warszawa 2001
9. Siuta W.: Mechanika techniczna. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1992
10. Wielgoławski M.: Nowe blachy w nadwoziu. Auto Moto Serwis 5/2006
11. Zwora J.: Podstawy technologii maszyn. WSiP, Warszawa 2001
12. www.home.agh.edu.pl
13. www.szymkrzysztof.republika.pl
14. www.thyssenkrupp-energostal.pl