

# PODSTAWOWE CZĘŚCI I ZESPOŁY MASZYN I URZĄDZEŃ STOSOWANYCH W ZAKŁADACH PRZETWÓRSTWA SPOŻYWCZEGO

## POŁĄCZENIA

Połączenia są stosowane podczas budowy maszyn – wiążą elementy składowe tak, aby mogły wspólnie się poruszać oraz przenosić obciążenia.



Rys. 2.1. Klasyfikacja połączeń na spoczynkowe i ruchowe (opracowanie własne)



Rys. 2.2. Klasyfikacja połączeń na rozłączne i nierozłączne (opracowanie własne)

## Połączenie gwintowe

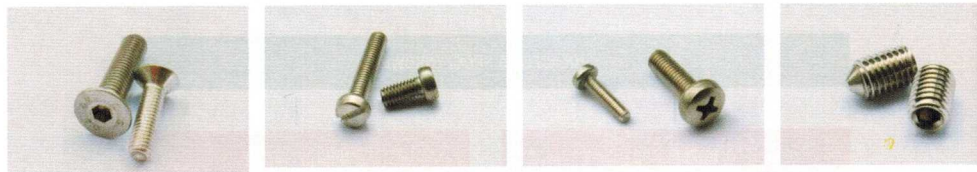
Połączenie gwintowe to połączenie rozłączne spoczynkowe, w którym elementem łączącym są gwintowane łączniki: śruba z nakrętką lub wkręt.

Gwintem nazywamy rowek w kształcie linii śrubowej na powierzchni bocznej elementu walcowego; może być wykonany na powierzchni otworu (gwint wewnętrzny) – nakrętka, lub na powierzchni zewnętrznej (gwint zewnętrzny) – śruba, wkręt. Gwint może być prawo- albo lewo- skrętny. Wszystkie gwinty są znormalizowane.



Rys. 2.3. Rodzaje śrub: a – z łbem sześciokątnym, b – nimbusowa, c – z pełnym gwintem

Śruba to element z gwintem zewnętrznym stosowany w połączeniach z elementami o nagwintowanych otworach, wyposażona w łeb sześciokątny, czworokątny lub nimbusowy.



Rys. 2.4. Rodzaje łbów wkrętów: a – stożkowy, b – walcowy z nacięciem płaskim, c – walcowy z nacięciem krzyżowym, d – dociskowy bez łba

Wkręt to łącznik gwintowy mający na czołowej powierzchni łba rowek lub otwór przystosowany do odpowiedniej końcówki wkrętaka. Rodzaje łbów wkrętów:

- stożkowy,
- walcowy z nacięciem płaskim lub krzyżowym,
- dociskowy bez łba.

W skład połączenia gwintowego wchodzi także elementy pomocnicze, takie jak podkładki i zawlecзки. Podkładki mają za zadanie ochronę elementów złącza przed zadrapaniem w czasie dokręcania łącznika. Niekiedy, wraz z zawleczką, zabezpieczają przed samoczynnym odkręcaniem się nakrętki. Służą do wyrównania nierówności łączonych powierzchni.



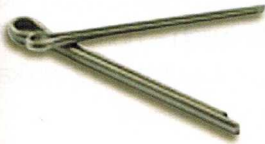
Podkładka sprężysta



Podkładka płaska



Podkładka



Zawleczka



Zawleczki zabezpieczające



Rys. 2.5. Rodzaje podkładek i zawleczek

Nakrętki to łączniki z otworami gwintowymi. Mogą być sześciokątne, czworokątne, koronowe, motylkowe (skrzydełkowe), radełkowe, kołpakowe, samohamowne.



Nakrętki sześciokątne



Nakrętki motylkowe



Nakrętki samohamowne



Nakrętki kołpakowe



Rys. 2.6. Rodzaje nakrętek



# Połączenia kształtowe

Połączenia kształtowe charakteryzują się tym, że łączenie elementów następuje wskutek specjalnego ukształtowania ich powierzchni (gwinty, wypusty) lub przez zastosowanie łączników (wpustów, kołków, sworzni, klinów).

Do połączeń kształtowych zaliczamy:

- połączenia wpustowe,
- połączenia klinowe,
- połączenia kołkowe,
- połączenia śrubowe.

## Połączenia wpustowe

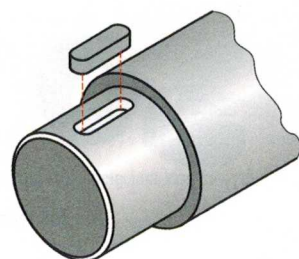
W połączeniach wpustowych elementem łączącym jest wpust. Kształty oraz wymiary wpustów są znormalizowane. Wymiary wpustów pryzmatycznych określa norma PN-70/M-85005, natomiast wpustów czółenkowych – norma PN-70/M-85008. Wpusty stosuje się w połączeniach kół z wałkami, sprzęgieł z wałkami oraz korb i dźwigni z wałkami.

**Wpustami nazywamy łączniki podobne do klinów wzdłużnych, lecz nie mające pochylenia. Służą one głównie do łączenia wałów z piastami osadzanych na nich części, ale w przeciwieństwie do klinów – na skutek braku pochylenia – nie zabezpieczają tych elementów przed przesuwaniem się po wale.**

Tabela 5. Zalety i wady połączeń wpustowych

Zaletami połączeń wpustowych są:	Wadami połączeń wpustowych są:
<ul style="list-style-type: none"><li>• prosta konstrukcja</li><li>• niskie koszty wytwarzania</li><li>• łatwy montaż i demontaż</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• brak ustalenia wzdłużnego koła na wale</li><li>• rowek na wpust osłabia wał</li><li>• brak dobrego osiowania koła na wale</li></ul>

Źródło: opracowanie własne



Rys. 2.7. Połączenie wpustowe

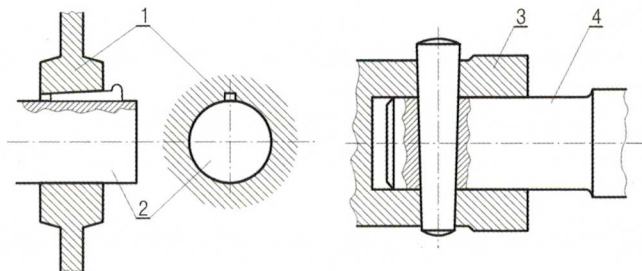
## Połączenia klinowe

Połączenia klinowe należą do połączeń rozłączonych spoczynkowych, tzn. że części złączone nie mogą zmieniać wzajemnego położenia. Połączenia te polegają na łączeniu części maszynowych za pomocą klinów.

Klin jest elementem pośrednim, który w czasie montażu zostaje wbity w połączenie. Klin przenosi swoją powierzchnią całe obciążenie złącza.

**Połączenia klinowe** mogą być **wzdłużne** lub **poprzeczne**.

Kliny wzdłużne – o znormalizowanym pochyleniu 1:100 – służą głównie do łączenia piast kół zębatach, pasowych i sprężek z wałami. Najczęściej są stosowane kliny wzdłużne wpuszczane, osadzone w rowkach wałów i piast, przy czym mogą być one zaokrąglone, ścięte lub noskowe.



Rys. 2.8. Połączenia klinowe:

a) wzdłużne, b) poprzeczne a) 1 – piasta, 2 – klin b) 1 – klin, 2 – wałek, 3 – tuleja

Kliny poprzeczne – ustawione są poprzecznie do osi czopa. Aby otrzymać połączenie sztywne, należy wbić głębiej klin wsunięty w otwór tulei wałka.

**Tabela 6. Wady połączeń klinowych**

WADY POŁĄCZEŃ KLINOWYCH	
WZDŁUŻNYCH:	POPZECZNYCH:
<ul style="list-style-type: none"><li>• przesunięcie mimośrodowe</li><li>• skośne ustawienie koła</li><li>• nierównomierny rozkład naprężeń</li><li>• niekorzystny montaż</li><li>• trudności z dopasowaniem klina</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• osłabianie części łączonych</li><li>• nierównomierne naprężenia</li><li>• stosowanie dużych sił podczas montażu</li></ul>

Źródło: opracowanie własne

## Połączenia kołkowe

Połączenie kołkowe to połączenie rozłączne spoczynkowe. Służy do ustalania wzajemnego położenia dwóch lub więcej elementów. Kołki stosowane w budowie maszyn są określone przez normy.

Kołki to łączniki metalowe, które w złączu uniemożliwiają wykonywanie ruchu względem siebie. Kołek może mieć kształt stożkowy lub walcowy – gładki lub karbowany.

Kolki można podzielić w zależności od:

a. przeznaczenia:

- mocujące, które służą do zamocowania jednego elementu względem drugiego bez możliwości przesuwania się;
- ustalające, które służą do stałego ustalenia wzajemnego położenia części maszyny;
- zabezpieczające – kolki, które chronią element przed zniszczeniem; w chwili wystąpienia przeciążenia kolki ulegają ścięciu;

b. kształtu:

- gładkie – występują w odmianach: stożkowe, walcowe (cylindryczne), wymagają pasowanych otworów;
- karbowe – w pobocznicy walca wygnieciony jest klin;

c. umiejscowienia w złączu:

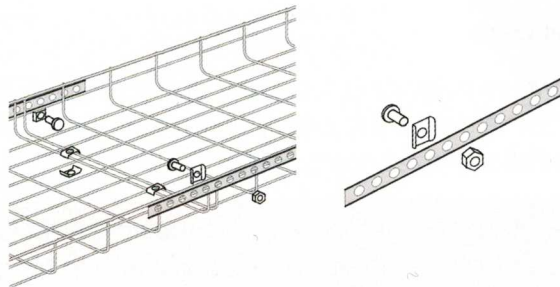
- wzdłużne, które najczęściej zastępują wpust, kolek biegnie wzdłuż osi wału;
- poprzeczne, które umożliwiają przenoszenie niewielkich momentów obrotowych i sił wzdłużnych;
- styczne, które są mocowane na pograniczu piasty i czopa, stosowane zwykle do zabezpieczania elementów obrotowych przed przesunięciem wzdłużnym.

Inną formą kolka jest kołek rozporowy służący do osadzania wkrętów lub bolców w elementach cementowych, ceglanych, gipsowych itp. Kołek rozporowy umieszczony ciasno w otworze w materiale zostaje rozparty przez wkręt (lub inny rozpychający go element). Połączenie takie charakteryzuje się dużą trwałością, jeśli tylko jest obciążone statycznie. Kołek rozporowy wykonany jest najczęściej z tworzywa sztucznego lub metalu.



Rys. 2.9. Kołek rozporowy

## Połączenia śrubowe



Rys. 2.10. Połączenia śrubowe



W skład zestawu połączenia śrubowego wchodzi:

- śruba, np. HV, imbusowa, nierdzewna, drobnozwojona,
- nakrętka,
- podkładka.

## Połączenia wciskowe

Połączenie wciskowe to połączenie, w którym unieruchomienie części zapewnione jest przez tarcie pomiędzy ich powierzchniami. W połączeniu wciskowym elementy odkształcają się i związane z tym siły sprężystości materiału zapewniają odpowiedni docisk.

Ze względu na budowę połączenia wciskowe dzielą się na:

- połączenia wciskowe bezpośrednie, w których występują tylko elementy łączone;
- połączenia wciskowe pośrednie, w których występują dodatkowe elementy pośredniczące, takie jak tuleje, pierścienie itp.

Ze względu na sposób łączenia połączenia wciskowe dzielą się na:

- połączenia wciskowe skurczowe, w których przez ogrzewanie lub zmrażanie jednego z elementów uzyskuje się zmianę wymiaru wystarczającą do zrealizowania połączenia;
- połączenia wciskowe wtłaczane, w których – stosując zewnętrzną siłę – wtłacza się jeden element w drugi.

Połączenia wciskowe cechuje prostota i łatwość wykonania. Mogą przenosić równocześnie stosunkowo duże obciążenia poosiowe i momenty obrotowe statyczne oraz dynamiczne. Nie wprowadzają tak niekorzystnych koncentracji naprężeń, jak to ma miejsce w połączeniach kształtowych. Połączenia wciskowe używane są najczęściej do osadzania obrotowych kół przekładniowych na wałach.

Tabela 7. Zalety i wady połączeń wciskowych

### Zalety połączeń wciskowych:

- dokładna współosiowość
- brak elementów dodatkowych
- proste i tanie wykonanie
- duża obciążalność złącza (obciążenia zmienne i uderowe)
- brak karbu

### Wady połączeń wciskowych:

- konieczność zachowania dużych dokładności i małych chropowatości
- wrażliwość na temperaturę pracy z użyciem różnych materiałów łączonych
- niebezpieczeństwo zatarcia podczas montażu
- krawędziowe koncentracje naprężeń

# Połączenia nitowe, lutowane, spawane, zgrzewane i klejone

## Połączenia nitowe

Nitowanie to połączenie za pomocą nitu. To proces pracochłonny, dlatego jest zastępowany spawaniem. Materiały używane na nity muszą być plastyczne (aluminium, stal, brąz, mosiądz, miedź, ołów) i kowalne. Blachy i nity muszą być wykonane z tego samego materiału.

Nity składają się z łba, trzonu i zakuwki ukształtowanej podczas zamykania nitu. Nity mogą być zamykane (zakuwane) na zimno lub na gorąco. Zakuwanie nitu może być ręczne (młotkiem), półręczne (młotkiem pneumatycznym) lub maszynowe na nitownicach.

Rodzaje nitów:

- z łbem kulistym,
- z łbem płaskim,
- soczewkowy,
- grzybkowy,
- trapezowy,
- rurkowy,
- grzybkowy wybuchowy.

Rodzaje połączeń nitowych:

- **mocne** – stosowane w konstrukcjach stalowych, wymagana duża wytrzymałość złącza;
- **szczelne** – stosowane podczas wyrobu zbiorników niskociśnieniowych, wymagana duża szczelność;
- **mocno-szczelne** – stosowane podczas wyrobu kotłów i zbiorników wysokociśnieniowych, wymagana duża szczelność i wytrzymałość;
- **zakładkowe i nakładkowe**.

## Połączenia lutowane

Lutowaniem nazywamy łączenie metali za pomocą lutu (spoiwa) z metalu lub ze stopu łatwiej topliwego niż metal nim łączony.



Rozróżnia się:

- lutowanie miękkie, temperatura od 270°C do 300°C, luty cynowe – lutowanie transformatorowe, lutowanie oporowe; materiały pomocnicze i kalafonia zmniejszają napięcie powierzchniowe;
- lutowanie twarde, temperatura od 600°C do 1300°C. Rodzaje lutów: miedź, brąz, mosiądz, nikiel, srebro; służą one do trwalszego połączenia części metalowych.

Jak wynika z porównania temperatur topnienia, stosowanie lutów miękkich jest celowe wtedy, gdy jest wymagana niska temperatura lutowania. Natomiast luty twarde mają znacznie większą wytrzymałość doraźną na ściskanie niż luty miękkie i dlatego mogą być poddawane większym obciążeniom stycznym.

## Połączenia spawane

Spawanie to proces łączenia elementów metalowych, najczęściej z użyciem spoiwa (tego samego materiału co materiał spawany), z jednoczesnym doprowadzaniem dużej ilości ciepła.

**Podczas spawania krawędzie elementów topią się, doprowadzane jest spoiwo w postaci płynnej, powstaje ścieg – spoina.**

Metody spawania:

- Spawanie elektryczne (łukiem elektrycznym) – prąd do spawania ma napięcie około 40V, natężenie jest wysokie i regulowane. Spawać możemy prądem zmiennym lub stałym przez prostowanie prądu zmiennego. Elektrody są nietopliwe (wolframowe, grafitowe) i topliwe. Elektroda powinna mieć skład chemiczny zbliżony do spawanego materiału. Elektroda jest otulana – otulina się spala, przez co wytwarza gazy pozbawione tlenu. Ma składniki żużlotwórcze – żużel oczyszcza płynną spoinę – oraz zastygając, osłania ją przed tlenem, ma składniki jonizujące gazy (łuk nie gaśnie).
- Spawanie termitowe – termit jest to mieszanina tlenków żelaza i sproszkowanego glinu.
- Spawanie gazowe – źródłem ciepła jest płomień gazowy najczęściej acetylenowy – temperatura do 3200°C.

Rodzaje spoin:

- czołowe,
- pachwinowe,
- grzbietowe,
- otworowe (kołkowe, szczelinowe).

Spawalność to zespół cech metalu decydujących o możliwości uzyskania (bez specjalnych zabiegów technologicznych) spoiny o własnościach mechanicznych zbliżonych do materiału rodzimego.

## **Połączenia zgrzewane**

Zgrzewanie to proces, podczas którego następuje trwałe złączenie elementów bez dodania spoiwa. Polega ono na nagraniu łączonych elementów, aby osiągnęły one stan ciastowatości, i silnym dociśnięciu.

Rodzaje zgrzewania:

- elektryczne,
- tarciove,
- ultradźwiękowe.

Zgrzewanie elektryczne dzieli się na:

- **punktowe** – polega na łączeniu w jednym lub kilku punktach kolejno lub równocześnie części dociśniętych do siebie elektrodami zgrzewarki, między którymi przepływa prąd o dużym natężeniu (karoserie samochodowe);
- **liniowe** – odbywa się podczas przesuwania części łączonych między dociśniętymi do nich elektrodami krążkowymi; ponieważ powstaje tu spoina ciągła, metoda ta ma zastosowanie w połączeniach szczelnych;
- **garbowe** – polega na łączeniu części w jednym lub kilku określonych miejscach, w których (zwykle w jednej części) są wykonane odpowiednie występy, zwane garbami;
- **doczołowe** (zwarciowe, iskrowe) – polega na łączeniu części na całej powierzchni styku. Czasami następuje spęcznienie materiału.

## **Połączenia klejone**

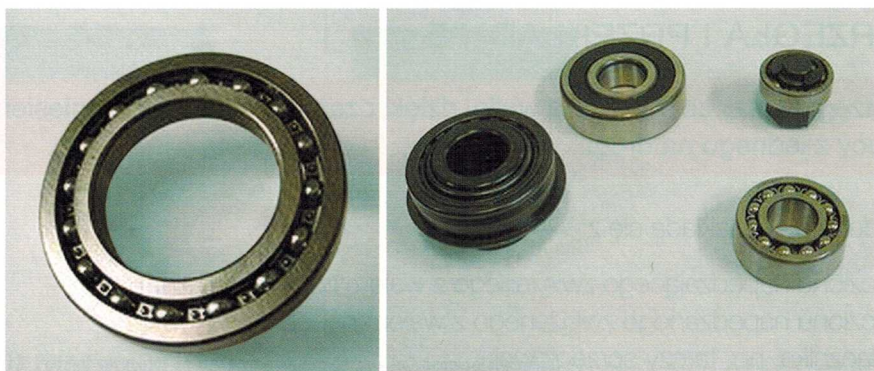
Klejenie polega na wprowadzeniu między dwie warstwy cienkiej warstwy kleju, czyli spoiny. Wykorzystuje się zjawisko adhezji (przyczepności, przylegania). Stosuje się kleje na bazie żywic fenolowych. Są to kleje uodpornione na wilgoć, kwasy, benzynę, oleje. Do materiałów drzewnych bądź skór stosujemy kleje na bazie kauczuku zapewniające elastyczne spoiny.

Łożysko to część urządzenia maszyny podtrzymująca inną jego część w sposób umożliwiający jej względny ruch obrotowy na wale lub osi.

Łożyska dzielimy na dwa podstawowe rodzaje:

- łożyska ślizgowe,
- łożyska toczne.

Łożysko ślizgowe składa się z dwóch zasadniczych elementów: kadłuba i panwi (panewki), w której otworze jest osadzony czop wału lub osi. Podczas ruchu występuje tarcie ślizgowe między panwią a czopem wału lub osi, gdyż panewka nie ma ruchomych elementów pośredniczących.



Rys. 2.11. Łożyska toczne

Łożysko toczne to łożysko, w którym pomiędzy dwoma pierścieniami znajdują się elementy toczne. Składa się z:

- pierścienia zewnętrznego z bieżnikiem wewnętrznym;
- pierścienia wewnętrznego z bieżnikiem wewnętrznym;
- elementów tocznych (igiełki, kulki, wałeczka lub beczułki);
- koszyczka zapewniającego równomierny rozkład elementów tocznych;
- przylśony podtrzymującej smar i chroniącej przed zakurzeniem.

Elementy toczne mogą być ustawione równoległe do otworu pierścienia lub nachylone pod dowolnym kątem. Dlatego łożyska toczne dzielimy na:

- poprzeczne (kąt = 0 stopni);
- wzdłużne (kąt = 90 stopni);
- poprzeczno-wzdłużne;



a w zależności od kształtu elementów tocznych na:

- łożyska kulkowe;
- wałeczkowe, przy czym wałeczki mogą mieć kształt: walcowy, stożkowy, barylkowy, igiełkowy.

Pierścień wewnętrzny łożyska jest osadzony nieruchomo na czopie wału (osi), a pierścień zewnętrzny również nieruchomo w odpowiedniej osłonie. W ten sposób przy obrocie wału lub osi nie wyciera się czop, jak to było w łożysku ślizgowym, lecz elementy pośredniczące, toczne, a więc kulki lub wałeczki.

Łożyska toczne są bardzo wrażliwe na uderzenia i wstrząsy, muszą być też szczelnie izolowane od otoczenia, aby nie dostawał się do nich kurz i pył, które uniemożliwiają prawidłową pracę łożyska. Z tego powodu łożyska toczne znajdują się zazwyczaj w szczelnej osłonie.

## SPRZĘGŁA I PRZEKŁADNIE

**Sprzęgło łączy ze sobą dwa wałki, dzięki czemu umożliwia przeniesienie mocy z jednego na drugi.**

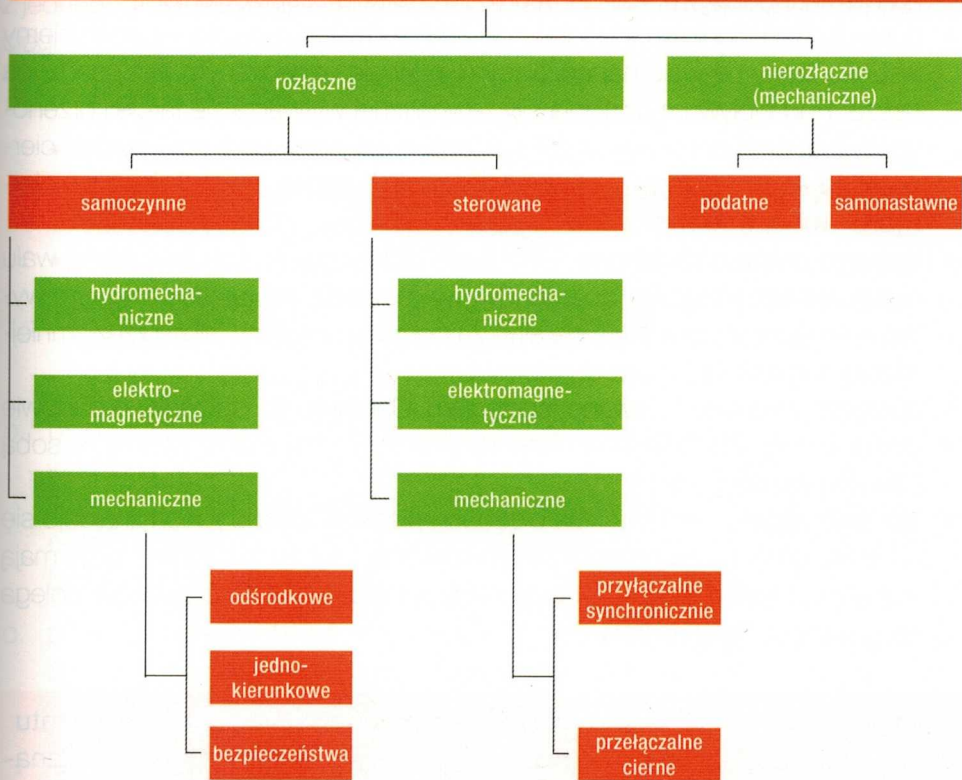
Każde sprzęgło składa się z:

- członu napędzającego związanego z wałem napędzającym;
- członu napędzanego związanego z wałem napędzanym;
- łącznika, np. tarczy sprzęgłowej.

Sprzęgła dzieli się na:

- a. **nierozłączne**, czyli takie, które mają na stałe złączone elementy czynny i bierny, tzn. podczas pracy mechanizmu nie jest możliwe ich rozłączenie; zaliczamy do nich sprzęgła:
  - sztywne (tulejowe, łubkowe oraz kołnierzowe), tylko do łączenia wałów,
  - samonastawne (kłowe, zębate, przegubowe),
  - podatne;
- b. **rozłączne**, których budowa umożliwia rozłączanie członów (wyłączenie sprzęgła) bez ich demontażu (zwykle podczas ruchu); zaliczamy do nich sprzęgła:
  - sterowane (włączalne),
  - samoczynne.

# SPRZĘGŁA



Rys. 2.12. Podział sprzęgła na rozłączne i nierozłączne (opracowanie własne)



sprzęgło tulejkowe

sprzęgło kołnierzowe

sprzęgło kłowe nieelastyczne

Rys. 2.13. Rodzaje sprzęgła nierozłącznych

Pośród wielu rozwiązań konstrukcyjnych sprzęgła na uwagę zasługują:

- sprzęgła tulejkowe, których tuleja łączy dwa końce wałów za pomocą wpustów klinowych, kołków poprzecznych bądź też na wcisk;
- sprzęgła tarczowe przenoszące ruch z wału napędzającego na wał napędzany za pomocą dwóch tarcz: sprzęgłowej i dociskowej;

- sprzęgła kłowe jednokierunkowego działania: to tuleja osadzona przesuwnie na wale napędzanym, której nasunięcie skutkuje zesprzęglaniem;
- sprzęgła pierścieniowe (podobne do hamulców taśmowych) – bęben cierny jest osadzony na wale napędzającym, na wale napędzanym jest osadzona tarcza. Pod wpływem działania siły zewnętrznej wytwarza się tarcie i przenoszony jest ruch obrotowy. Jeżeli sprzęgła mają jedną parę powierzchni ciernych, to są to sprzęgła *jednopłytkowe*, a jeśli więcej par powierzchni ciernych – *wielopłytkowe*;
- sprzęgła cierne odśrodkowe – w miarę wzrostu prędkości obwodowej wału następuje docisk szczęk do bębnow, więc wzrasta siła tarcia, przy czym wyłączenie sprzęgła dokonuje się albo za pomocą sprężyny, albo przez zmniejszenie obrotów wału napędzającego;
- sprzęgło wychylne – zwane sprzęgłem Cardana, to sprzęgło o budowie przegubowej, stosowane w układzie, w którym osie wałów tworzą ze sobą pewien określony kąt;
- sprzęgła zębate – to dwa koła o zębach płaskich. Jedno z nich znajduje się na wale, drugie – na powierzchni zewnętrznej tulei. Koła zębate i tuleje mają jednakową liczbę zębów o takim samym module. Montaż sprzęgła polega na nasunięciu tulei na koła.

**Przekładnia to układ maszyn służący do przeniesienia ruchu z elementu czynnego (napędowego) na bierny (napędzany) z jednoczesną zmianą parametrów ruchu, czyli prędkości i siły lub momentu siły.**

Ze względu na rodzaj wykorzystywanych zjawisk fizycznych przekładnie dzielą się na:

- przekładnie mechaniczne,
- przekładnie elektryczne,
- przekładnie hydrauliczne,
- przekładnie pneumatyczne.

Do przekładni mechanicznych zalicza się:

- przekładnie cięgnowe (pasowe płaskie, pasowe klinowe, linowe, łańcuchowe), w których fizyczny kontakt pomiędzy członem napędzającym i napędzanym odbywa się za pośrednictwem cięgna;
- przekładnie cierne;
- przekładnie zębate.



**Przekładnie cięgnowe** to przekładnie, w których ruch przenoszony jest z jednego koła na drugie za pośrednictwem cięgna. W zależności od rodzaju cięgna, którym mogą być pas, lina lub łańcuch, rozróżniamy:

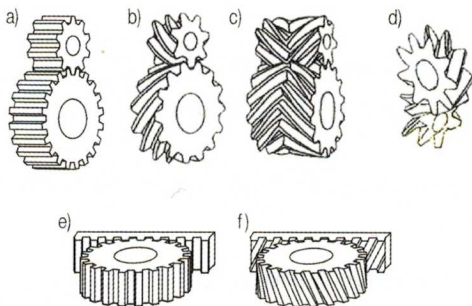
a. przekładnie pasowe:

- z pasami płaskimi stosowane są do przenoszenia napędu na dalsze odległości, nawet do kilkudziesięciu metrów, mają kształt baryłkowy, który zapobiega zsuwaniu się pasa z koła;
- z pasami klinowymi znajdują coraz szersze zastosowanie w budowie maszyn, są w stanie przenosić duże moce, są sprawne i stosunkowo niezawodne, mają zastosowanie w przypadku niewielkich odległości między osiami kół napędzającego i napędzanego;

b. przekładnie linowe, w których cięgnem jest lina włókienna lub stalowa, prowadzona w rowkach kół. Stosowane są w przypadku dużych odległości (kolej linowa). Liny włókienne (konopne, szałowe, bawełniane) mają zwykle przekrój okrągły lub kwadratowy. Liny stalowe składają się z 6 żył nawiniętych w tym samym kierunku;

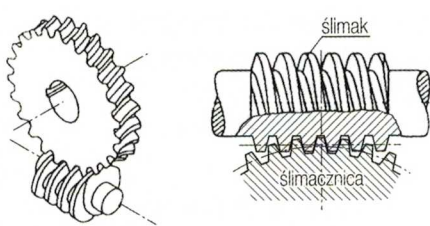
c. przekładnie łańcuchowe znajdują zastosowanie w przypadku dużej odległości między kołami łańcuchowymi, pozwalają na przenoszenie napędu w maszynach przemysłowych, są nieczułe na działanie ciepła, wilgoci, zanieczyszczeń.

**Przekładnie cierne** przenoszą ruch obrotowy jednego koła na drugie dzięki sile tarcia wywołanej dociśnięciem obu kół do siebie bezpośrednio lub przez część pośredniczącą. Mogą mieć stałe lub zmienne przełożenie (obrabiarki).



Rys. 2.14. Rodzaje przekładni zębatych walcowych:

a) przekładnia walcowa o zębach prostych, b) przekładnia walcowa o zębach śrubowych, c) przekładnia walcowa o zębach daszkowych, d) przekładnia zębata śrubowa, e) przekładnia zębatkowa o zębach prostych, f) przekładnia zębatkowa o zębach śrubowych



Rys. 2.15. Przekładnia zębata ślimakowa

Przekładnie zębate służą do przenoszenia ruchu obrotowego między wałami za pośrednictwem nawzajem zazębiających się kół zębatach. Wynika to z faktu, że prędkość obrotowa elementów roboczych maszyny różni się od prędkości obrotowej wału silnika. Ze względu na rodzaj kół wyróżniamy:

- przekładnie walcowe,
- przekładnie ślimakowe,
- przekładnie stożkowe.

## 24.

## HAMULCE

**Hamulec** to urządzenie zmniejszające prędkość aż do zatrzymania obracających się ruchomych części. Działanie hamulca polega na zamianie energii ruchu na energię cieplną, a w niektórych hamulcach elektrycznych – na energię elektryczną.

**Hamulce maszynowe** składają się z dwóch elementów:

- członu hamowanego (ruchomego),
- członu hamującego (nieruchomego).

Włączanie hamulców może się odbywać:

- mechanicznie (ręcznie, nożnie),
- elektrycznie,
- hydraulicznie,
- pneumatycznie,
- elektrohydraulicznie,
- elektropneumatycznie.

Układy sterownicze (włączające, wyłączające) hamulca stanowią część składową hamulca.

Ze względu na kształt elementu ciernego hamulce dzielimy na:

- klockowe,
- szczękowe,
- tarczowe,
- taśmowe.

**Hamulec klockowy** to hamulec, w którym elementem hamującym są klocki dociskane promieniowo do obwodu hamowanego koła. Klocki hamulcowe mogą być wykonane z tworzyw sztucznych, z mieszanki czarnej lub z żeliwa. Hamulce klockowe mogą być uruchamiane ręcznie przez operatora działającego bezpośrednio na dźwignię hamulca, za pośrednictwem korby, siłownikiem pneumatycznym podciśnieniowym lub siłownikiem elektromagnetycznym. Wyróżniamy hamulce jednoklockowe, mające tylko jeden klocek hamulcowy, oraz hamulce dwuklockowe, które mają dwa klocki rozmieszczone symetrycznie.

**Hamulec tarczowy** składa się z dwóch lub więcej klocków (elementów hamujących), które są dociskane do tarczy hamulcowej (elementu hamowanego) połączonej sztywno z hamowanym wałem. Hamulce tarczowe mają zastosowanie m.in. w obrabiarkach (np. jako hamulce do szybkiego zatrzymywania wrzeciona obrabiarki) oraz w pojazdach.

**Hamulec szczękowy** składa się z dwóch lub więcej klocków dociskanych do obręczy koła. Hamulce szczękowe są współcześnie stosowane głównie w rowerach i motorowerach. Ich zalety to prostota konstrukcji, niska masa i łatwa konserwacja, natomiast wady to duża wrażliwość na warunki atmosferyczne i niszczenie obręczy koła.

**Hamulec taśmowy (ciągnowy)** to hamulec, w którym elementem hamującym jest taśma cierna zaciskana na bębnie sztywno połączonym z hamowaną osią. Hamulce taśmowe odznaczają się dużą skutecznością hamowania. Do ich zalet zalicza się prostotę konstrukcji i zwartą budowę. Wadą tych hamulców jest to, że pod wpływem naciągu ciągną następuje niesymetryczne obciążenie hamowanego zespołu. Ciągna są wykonane z cienkiej taśmy stalowej, wyłożonej materiałem ciernym.