



MINISTERSTWO EDUKACJI  
NARODOWEJ



**Ireneusz Kocoń**

## **Rozpoznawanie elementów maszyn i mechanizmów 722[03].O1.05**

**Poradnik dla ucznia**

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

**Recenzenci:**

mgr inż. Henryk Stańczyk

mgr inż. Jan Sarniak

**Opracowanie redakcyjne:**

mgr inż. Ireneusz Kocoń

**Konsultacja:**

mgr inż. Andrzej Zych

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 722[03].O1.05 „Rozpoznawanie elementów maszyn i mechanizmów”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu ślusarz.

**Wydawca**

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy w Radomiu, 2007

# SPIS TREŚCI

<b>1. Wprowadzenie</b>	3
<b>2. Wymagania wstępne</b>	5
<b>3. Cele kształcenia</b>	6
<b>4. Materiał nauczania</b>	7
<b>4.1. Obciążenia i naprężenia w konstrukcjach mechanicznych</b>	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	11
4.1.3. Ćwiczenia	11
4.1.4. Sprawdzian postępów	13
<b>4.2. Rodzaje połączeń nierozłącznych i rozłącznych</b>	14
4.2.1. Materiał nauczania	14
4.2.2. Pytania sprawdzające	25
4.2.3. Ćwiczenia	25
4.2.4. Sprawdzian postępów	27
<b>4.3. Osie i wały</b>	28
4.3.1. Materiał nauczania	28
4.3.2. Pytania sprawdzające	37
4.3.3. Ćwiczenia	37
4.3.4. Sprawdzian postępów	38
<b>4.4. Przekładnie mechaniczne</b>	39
4.4.1. Materiał nauczania	39
4.4.2. Pytania sprawdzające	43
4.4.3. Ćwiczenia	44
4.4.4. Sprawdzian postępów	45
<b>5. Sprawdzian osiągnięć</b>	46
<b>6. Literatura</b>	51

# 1. PROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu umiejętności w zakresie rozpoznawanie elementów i mechanizmów. W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne, 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, tj. wiadomości teoretyczne niezbędne do opanowania treści jednostki modułowej,
- zestaw pytań przydatny do sprawdzenia, czy już opanowałeś podane treści,
- ćwiczenia, które pomogą Ci zweryfikować wiadomości teoretyczne oraz ukształtować umiejętności praktyczne,
- sprawdzian osiągnięć, przykładowy zestaw zadań - pozytywny wynik sprawdzianu potwierdzi, że dobrze pracowałeś podczas zajęć i że nabyłeś niezbędne wiadomości i umiejętności z zakresu jednostki modułowej,
- literaturę uzupełniającą.

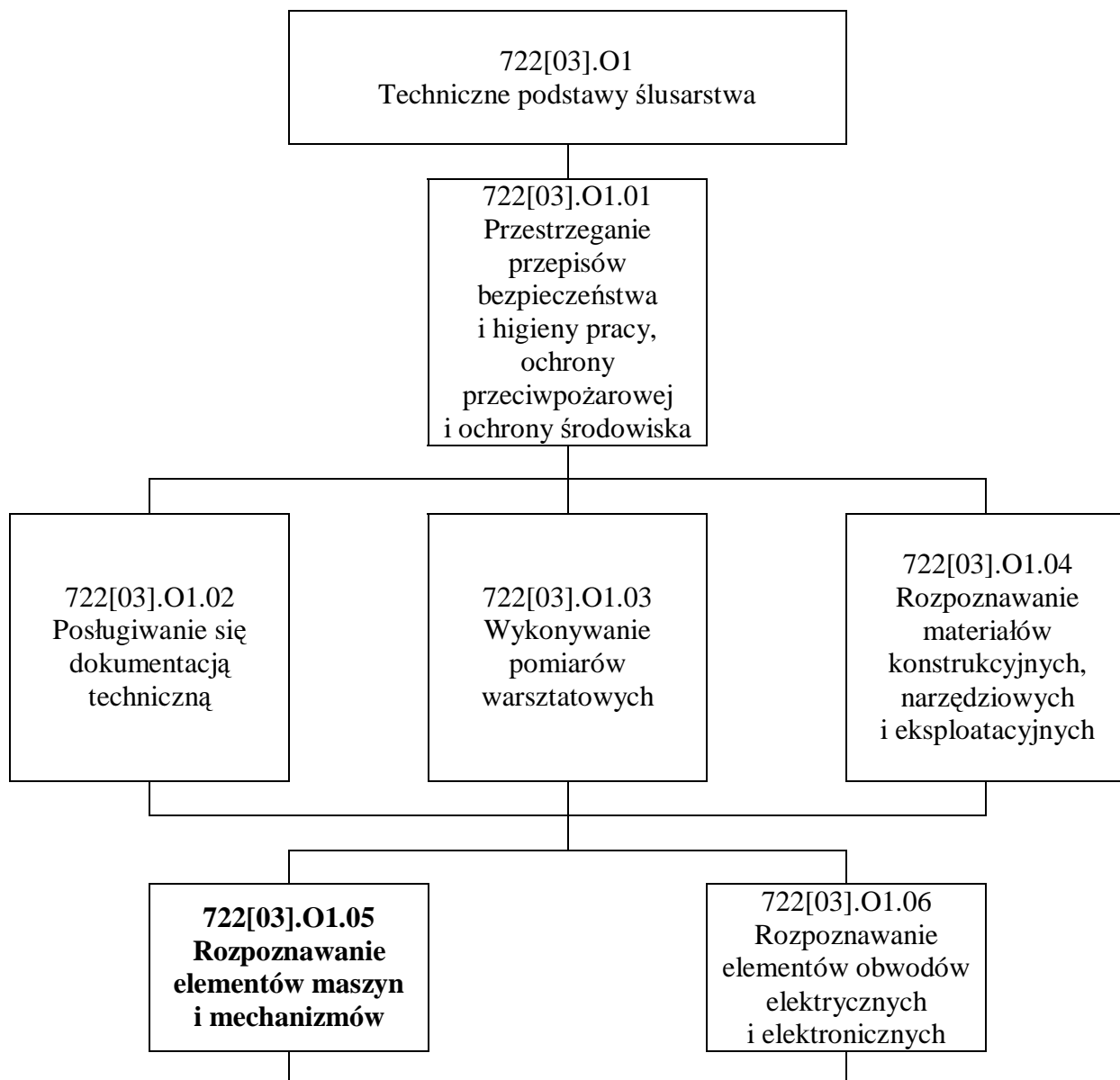
Poradnik ten ma być przewodnikiem, który wprowadzi Cię w tematykę jednostki modułowej oraz określi jej zakres i wskaże szczegółowe treści, z którymi powinieneś się zapoznać. Poradnik nie zastępuje podręczników, katalogów i literatury.

Materiał nauczania został podzielony na części, których kolejność umożliwi Ci stopniowe zdobywanie nowych wiadomości i umiejętności związanych z zakresem tematycznym niniejszego poradnika. Kolejno zostały zaprezentowane:

- rodzaje naprężeń i obciążeń występujących w elementach mechanicznych,
- rodzaje połączeń rozłącznych i nierozłącznych,
- wały i osie,
- przekładnie mechaniczne.

Przykładowe ćwiczenia pozwolą Ci zrozumieć i przyswoić wiedzę w praktyce. Na końcu każdego rozdziału znajdują się pytania sprawdzające. Pozwolą Ci one zweryfikować wiedzę. Jeżeli okaże się, że czegoś jeszcze nie pamiętasz lub nie rozumiesz, zawsze możesz wrócić do rozdziału „Materiał nauczania” i tam znaleźć odpowiedź na pytania, które sprawiły Ci kłopot.

Przykładowy sprawdzian osiągnięć może okazać się świetnym treningiem przed zaplanowanym przez nauczyciela sprawdzianem, a część teoretyczna pozwoli Ci sprawdzić Twoje umiejętności z zakresu tej jednostki modułowej. W razie jakichkolwiek wątpliwości zwróć się o pomoc do nauczyciela.



Schemat układu jednostek modułowych

## **2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- wyszukiwać informacji w Polskich Normach,
- rozróżniać metody pomiarowe,
- wykonywać pomiary,
- klasyfikować przyrządy pomiarowe,
- interpretować dokumentację techniczną,
- korzystać z różnych źródeł informacji,
- rozróżniać materiały konstrukcyjne i narzędziowe,

### 3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- rozróżnić proste przypadki obciążeń elementów konstrukcyjnych,
- rozróżnić rodzaje naprężeń i odkształceń występujące podczas pracy maszyn i urządzeń,
- rozróżnić rodzaje połączeń rozłącznych i nierozłącznych,
- scharakteryzować osie i wały maszynowe,
- scharakteryzować budowę i rodzaje łożysk tocznych i ślizgowych,
- dobrać z katalogu na podstawie oznaczeń łożyska toczne,
- scharakteryzować rodzaje sprzęgieł i ich zastosowanie,
- sklasyfikować przekładnie mechaniczne,
- wyjaśnić budowę przekładni zębatych prostych i złożonych,
- obliczyć przełożenie przekładni, wyjaśnić przełożenia przekładni różnych rodzajów,
- wyjaśnić budowę i określić zastosowanie mechanizmów krzywkowych, korbowych, śrubowych, przekładni śrubowo – tocznej,
- odczytać rysunki zestawieniowe elementów maszyn, ustalić działanie i określić elementy składowe,
- dobrać części maszyn z katalogów,
- posłużyć się dokumentacją techniczną.

## 4. MATERIAŁ NAUCZANIA

### 4.1. Obciążenia i naprężenia w konstrukcjach mechanicznych

#### 4.1.1. Materiał nauczania

Belka jest to poziomy lub ukośny element konstrukcyjny przyjmujący obciążenia z powierzchni poziomych i pionowych, przenoszący je na podpory. Belki pracując na zginanie i ścinanie (w belkach, zwłaszcza w elementach ukośnych występują także naprężenia rozciągające lub ściskające). Mogą być wykonane z metalu, drewna, betonu, żelbetu, czasem z kamienia. Belką nazywamy także element prętowy zakrzywiony w planie. Nie jest belką element przenoszący obciążenia tylko wzdłuż jej osi. Podporą belki nazywamy jej zamocowanie.

Występują podpory:

- sztywne, dające reakcje w kierunkach poprzecznym i równoległym do osi belki oraz moment podporowy,
- podpory przesuwne, dające reakcje tylko w jednym kierunku,
- obrotowe (nieprzesuwne), dające reakcje w dwóch kierunkach.

W statyce, w zależności od sposobu podparcia, rozróżniamy belki:

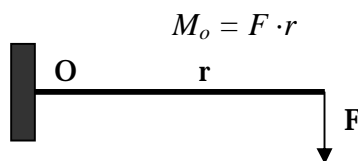
- proste (statycznie wyznaczalne), czyli takie, w których liczba reakcji podporowych całego układu jest równa liczbie równań równowagi (dla każdego pręta są to trzy równania):
- belki jednoprzęsłowe swobodnie podparte (trzy reakcje podporowe i trzy równania równowagi),
- utwierdzone (zamocowane sztywno) na jednym z końców a na drugim swobodne (wspornik),
- belki ciągłe (wieloprzęsłowe) przegubowe, czyli belki podparte w taki sposób, że jedna z podpór należy do nieprzesuwnych, a pozostałe do przesuwnych (łożysko umożliwiające przesuw belki wzdłuż jej osi),
- belki statycznie niewyznaczalne (siły w nich występujące nie dają się wyliczyć przy pomocy układu równań).

Wał jest to element maszyny o przekroju poprzecznym kołowym, obracający się wokół własnej osi i służący do przenoszenia momentu obrotowego pomiędzy zainstalowanymi na nim elementami. Na wale mogą być osadzone różne elementy wykonujące ruch obrotowy, np.: koła zębate, piasty, tarcze hamulcowe itp.

Oś jest to element mechanizmu lub maszyny, służący utrzymaniu w określonym położeniu osadzonych na tej osi wirujących elementów, najczęściej kół, oraz do przenoszenia na podpory sił działających na te elementy. Oś nie przenosi momentu obrotowego, przeciwnie niż wał.

W praktyce najczęściej spotyka się złożone przypadki obciążenia, będące kombinacją wymienionych wyżej prostych przypadków.

Moment siły (moment obrotowy)  $M_o$  względem punktu  $O$  jest to iloczyn wektorowy promienia wodzącego  $r$ , o początku w punkcie  $O$  i końcu w punkcie przyłożenia siły oraz siły  $F$



Rys. 1. Siła  $F$  działająca na ramię o promieniu  $r$  wytwarza moment obrotowy  $M_o$

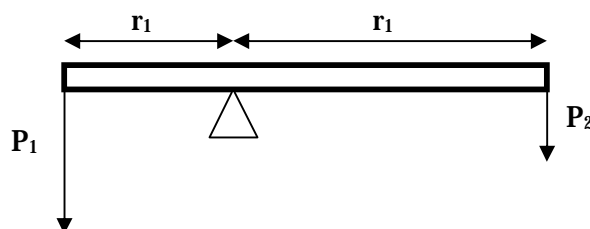


Wektor momentu siły jest wektorem osiowym, zaczepiony jest w punkcie  $O$ , a jego kierunek jest prostopadły do kierunku płaszczyzny wyznaczonej przez ramię i siłę.

Jednostką momentu siły jest Nm. Jednostka ta jest zdefiniowana analogicznie, jak dżul. Aby nie tworzyć nieporozumień, przy określaniu momentu obrotowego nie sprowadza się niutonometra do dżula.

W przypadku belki – wagi, pozostanie ona w równowadze, gdy wartości momentów przyłożone do obu ramion będą równe, a ściślej, gdy suma wektorów momentów będzie równa zeru.

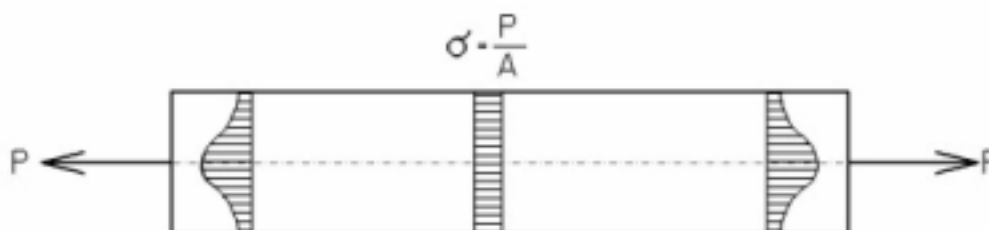
$$r_1 \cdot P_1 = r_2 \cdot P_2$$



**Rys. 2.** Belka dwustronnego działania (punkt podparcia znajduje się w między działającymi na tę belkę siłami)

Naprężenie jest to stosunek siły do pola przekroju poprzecznego pręta rozciąganego. Jest podstawową wielkością mechaniki ośrodków ciągłych. Jednostką naprężenia jest paskal. Naprężenie w dowolnym punkcie zależy od kierunku, w którym jest rozpatrywane.

Rozciąganie jest to stan obciążenia materiału wywołany przez parę sił współliniowych i równych co do wartości, lecz o przeciwnych zwrotach, skierowanych na zewnątrz ciała.



**Rys. 3.** Element poddany rozciąganiu

Najczęściej rozciąganie ma miejsce w przypadku prętów i cięgien. Zgodnie z zasadą de Saint – Venanta, jeśli na sprężyste ciało działa układ sił statycznych to w przekroju tego ciała znacznie odległym od punktów przyłożenia tych sił, ich wpływ się uśrednia.

Ilustracją zasady jest rysunek 3. Pokazuje on pręt rozciągany przez siły przyłożone punktowo na obu końcach. W bezpośredniej bliskości końców stan naprężenia odpowiada rzeczywistemu stanowi obciążenia. W dostatecznej odległości od końców uśrednia się i równy jest sumie sił podzielonej przez pole przekroju pręta. Zakłada się, że w przekroju poprzecznym pręta działają naprężenia równe:

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

gdzie:

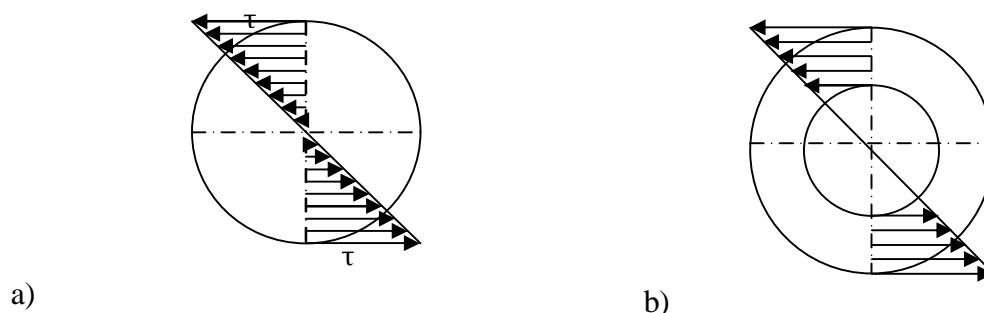
- $\sigma$  – naprężenie rozciągające [N/m<sup>2</sup>]
- $F$  – siła zewnętrzna [N]
- $S$  – pole przekroju [mm<sup>2</sup>]

Zgodnie z warunkiem wytrzymałości na rozciąganie naprężenie musi spełniać warunek:  
 $\sigma \leq k_r$

gdzie:  $k_r$  – dopuszczalne naprężenie rozciągające.

Skrećanie jest to stan obciążenia materiału, w którym na materiał działa moment, nazwany momentem skręcającym, pochodzący od pary sił działających w płaszczyźnie przekroju poprzecznego materiału. Skrećanie występuje w częściach maszyn, którymi najczęściej są wały.

Skrećanie jest pokrewne ścinaniu, gdyż powoduje pojawienie się naprężeń tnących w przekrojach poprzecznych pręta. W przeciwieństwie jednak do ścinania, rozkład naprężeń tnących w przekroju pręta jest nierównomierny. Rozkład ten dla pręta o przekroju okrągłym (a także rury) pokazuje rysunek.



**Rys. 4.** Naprężenia występujące w materiale w trakcie skręcania: a) wału pełnego, b) wału wydrążonego

Stan naprężeń w przekroju poprzecznym skręcanego pręta i rury. Maksymalne naprężenie tnące w przekroju poprzecznym wynosi:

$$\tau_{max} = \frac{M_s}{W_s}$$

gdzie:

$\tau_{max}$  - maksymalne naprężenie tnące

$M_s$  - moment skręcający

$W_s$  - współczynnik wytrzymałości przekroju na skręcanie, którego wartość zależy od rozmiaru i kształtu przekroju pręta.

Zginanie - w wytrzymałości materiałów stan obciążenia materiału, w którym na materiał działa moment, nazwany momentem gnącym, pochodzący od pary sił działających w płaszczyźnie przekroju wzdłużnego materiału. Zginanie występuje w elementach konstrukcji, którymi najczęściej są belki.

Zginanie jest pokrewne rozciąganiu i ściskaniu, gdyż powoduje pojawienie się naprężeń normalnych w przekrojach poprzecznych elementu. W przeciwieństwie jednak do rozciągania i ściskania, rozkład naprężeń normalnych w przekroju elementu jest nierównomierny.

Maksymalne naprężenie normalne w przekroju poprzecznym wynosi:

$$\sigma_{max} = \frac{M_g}{W_g}$$

gdzie:

$\sigma_{max}$  - maksymalne naprężenie normalne [MPa]

$M_g$  - moment gnący (zginający) [Nm]

$W_g$  - współczynnik wytrzymałości przekroju na zginanie, którego wartość zależy od rozmiaru i kształtu przekroju elementu. [m<sup>2</sup>]

Zgodnie z warunkiem wytrzymałości na zginanie naprężenie musi spełniać warunek:

$$\sigma_{max} < k_g$$

Ścinanie - w wytrzymałości materiałów ogólny przypadek obciążenia, w którym układ sił wewnętrznych udaje się sprowadzić do jednej siły działającej w płaszczyźnie przekroju elementu. Przypadek czystego ścinania występuje w czasie rozciągania połączenia spawanego, gdy siły rozciągające przyłożone są do elementów spawanych. Naprężenia tnące występuje w spoinie na płaszczyznach łączących ją z elementami. Ścinanie najczęściej występuje w połączeniu z innym stanem obciążenia np., wraz z dociskiem, w połączeniach nitowych, klinowych i wpustowych.

Docisk w wytrzymałości materiałów jest to taki stan obciążenia materiału, w którym punktowa lub powierzchniowa siła zewnętrzna działa na powierzchnię ciała. Takie obciążenie powoduje pojawienie się w warstwie powierzchniowej naprężeń. Docisk występuje przy wszelkiego rodzaju uchwytach, łożyskach, w parach kinematycznych oraz w elementach w połączeniach nitowych, klinowych i wpustowych.

Obliczenia wytrzymałościowe

Zakłada się, że wraz obciążeniem dociskowym pojawiają się umowne naprężenia normalne

$$\sigma_d = \frac{P}{A}$$

gdzie:

$\sigma_d$  - naprężenie umowne [Mpa]

P – siła zewnętrzna [N]

A – pole przekroju [m<sup>2</sup>]

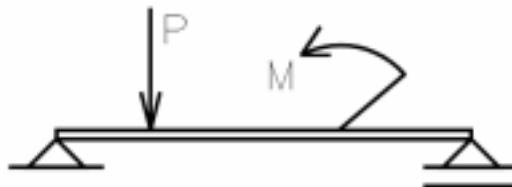
Zgodnie z warunkiem wytrzymałości na ściskanie naprężenie musi spełniać warunek:

$$\sigma_d < k_d$$

gdzie:

$k_d$  - naprężenie dopuszczalne na docisk

Ściskanie w wytrzymałości materiałów jest to stan obciążenia materiału, w którym para współliniowych, równych sobie co do wartości lecz o przeciwnych zwrotach sił skierowana do wewnątrz, działa na to ciało. Najczęściej ściskanie ma miejsce w przypadku prętów lub kolumn.



Rys. 5. Schemat kinetyczny belki poziomej poddanej działaniu siły P oraz momentu gnącego M

### 4.1.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie w belkach występują naprężenia?
2. Co to jest moment obrotowy?
3. W jakich jednostkach mierzy się: siłę, masę i moment obrotowy?
4. Na czym polega proces skręcania wału?
5. Jaka jest różnica między zginaniem a ścinaniem?
6. Jaki jest warunek równowagi dźwigni dwustronnie obciążonej?
7. Jakie warunki muszą być spełnione aby dźwignia jednostronnie podparta była w stanie równowagi?

### 4.1.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Na krótszym końcu odcinka belki o długości całkowitej 2m i podpartej dokładnie w  $\frac{1}{3}$  długości, działa siła 200N. Oblicz, jaka siła musi być przyłożona na drugim końcu belki by doprowadzić dźwignię do stanu równowagi.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) naszkicować belkę jednopodporową,
- 2) wypisać stan równowagi dla belki jednopodporowej,
- 3) obliczyć siłę jaką należy przyłożyć do drugiego końca belki.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- przybory do pisania i rysowania,
- kalkulator
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

#### Ćwiczenie 2

Zmontuj belkę podpartą niesymetrycznie, zmierz odległości między końcami dźwigni a punktem podparcia. Na jednym z końców umieść odważnik o masie 1kg. Wylicz, jaką masę należy umieścić na drugim końcu belki, by doprowadzić ten układ do stanu równowagi. Określ, dlaczego układ ten mimo wykonanych obliczeń nie osiągnął stanu równowagi.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) ułożyć płaskownik stalowy o długości ok. 600 – 800 mm, prostopadle na pręcie stalowym,
- 2) zaznaczyć na płaskowniku miejsce podparcia na pręcie,
- 3) zmierzyć odległości końców belki od miejsca podparcia,
- 4) wyznaczyć warunek równowagi tego układu pomijając w obliczeniach ciężar płaskownika,
- 5) obciążyć końce dźwigni (po jednej stronie odważnik 1kg, po drugiej strony ustaw ciężar taki jaki uzyskałeś w wyniku wykonanych obliczeń,
- 6) wyjaśnij, dlaczego belka nie osiągnęła stanu równowagi, (Jaki wpływ na stan równowagi ma ciężar belki?).

Wyposażenie stanowiska pracy:

- pręt o średnicy ok. 10 mm i długości ok. 10 cm,
- płaskownik o długości ok. 60 cm i przekroju ok. 20 x 5mm,
- zestaw odważników,
- miara lub przymiar kreskowy,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

### Ćwiczenie 3

Wyjaśnij, dlaczego nożyce do blachy, które nie są odpowiednio wyregulowane zamiast ciąć cienką blachę wyginają ją.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) próbkę cienkiej blachy o grubości ok.  $0,1 \div 0,25$  mm przeciąć na pół, prawidłowo wyregulowanymi nożycami do blachy,
- 2) poluzować o pół obrotu śrubę skręcającą ostrza nożyc,
- 3) spróbować przeciąć ponownie przygotowane próbki blachy,
- 4) określić, dlaczego po poluzowaniu śruby nożyce nie tną blachy,
- 5) określić, jakie procesy występowały przy prawidłowo wyregulowanych nożycach.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- próbki – paski blachy o grubości ok.  $0,1 \div 0,25$  mm, szerokości ok. 20 mm i długości ok. 50mm,
- nożyce do blachy proste, z możliwością regulacji szczeliny między nożami,
- klucze płaskie do regulacji szczeliny między nożami w nożycach do blachy,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika dla ucznia.

#### 4.1.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

	<b>Tak</b>	<b>Nie</b>
1) zdefiniować podstawowe typy obciążeń i naprężeń występujących w elementach mechanicznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić jakie mogą być następstwa poddawania danego elementu naprężeniom przekraczającym dopuszczalne wartości dla danego materiału?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) rozróżnić naprężenia występujące w elementach maszyn i urządzeń?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wyznaczyć stan równowagi dla belek jedno- i dwupodporowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) zdefiniować pojęcie momentu obrotowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) podać przykłady elementów w których występuje: rozciąganie, ściskanie, ścinanie, skręcanie, zginania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 4.2. Rodzaje połączeń nierozłącznych i rozłącznych

### 4.2.1. Materiał nauczania

#### Połączenia nierozłączne

Do połączeń nierozłącznych zaliczamy:

- połączenia spawane,
- połączenia lutowane,
- połączenia zgrzewane,
- połączenia klejone,
- połączenia wciskowe,
- połączenia nitowe.

Spawanie jest obecnie najbardziej rozpowszechnionym sposobem łączenia metali, polegającym na miejscowym rozgrzaniu metalu do stanu topnienia. Spawanie odbywa się z dodawaniem lub bez dodawania spoiwa oraz bez stosowania jakiegokolwiek nacisku lub uderzenia.

Rozróżnia się następujące rodzaje spawania:

- gazowe,
- elektryczne,
- łukiem krytym,
- żuźłowe,
- w osłonie argonu,
- w osłonie dwutlenku węgla,
- plazmowe,
- elektronowe i inne.

Lutowanie jest procesem technologicznym polegającym na łączeniu części metalowych za pomocą specjalnych stopów, zwanych lutami, które mają niższą od lutowanych metali temperaturę topnienia. Rozróżniamy dwa rodzaje lutowania: miękkie (temperatura topnienia lutu do 450°C) i twarde (temperatura topnienia lutu powyżej 450°C). Zjawisko spajania, zachodzące między nagrzanym metalem lutowanym a stopionym spoiwem, polega na ścisłym przyleganiu ciekłego lutu do oczyszczonej powierzchni łączonych metali (zjawisko adhezji). Cząsteczki ciekłego lutu przenikają w głąb łączonych metali wskutek dyfuzji. Proces ten jest związany z siłą przyciągania między atomami ciekłego lutu a atomami lutowanego metalu. Siła przyciągania atomów metalu lutowanego musi być większa niż siła topionego lutu, aby lut dobrze pokrywał (zwilżał) materiał lutowany. Proces ten jest zależny od rodzaju metalu lutowanego i lutu oraz czystości lutowanej powierzchni, temperatury nagrzania, przewodności cieplnej i czasu nagrzewania.

Zgrzewanie to sposób łączenia metali, polegający na tym, że części metalowe w miejscu łączenia doprowadza się przez nagrzewanie do stanu plastycznego (ciastowatego) lub do nadtopienia powierzchni łączonych przekrojów (zgrzewanie iskrowe) i następnie łączy się je z zastosowaniem odpowiedniej siły, np. przez kucie, prasowanie lub zgniatanie, bez używania metalu dodatkowego, tj. spoiwa. Zależnie od źródła ciepła, które służy do nagrzania części łączonych do stanu plastycznego lub do nadtopienia powierzchni łączonych, rozróżniamy następujące zasadnicze rodzaje zgrzewania:

- elektryczne oporowe,
- tarciove,
- zgmiotowe,
- wybuchowe.

Klejenie to połączenie, w którym wykorzystuje się łączenie się ze sobą powierzchniowych warstw ciał fizycznych. Wynika ono z oddziaływań międzycząsteczkowych stykających się substancji klejowych. Klej wnika w drobne pory (nierówności) na powierzchni materiału, po czym twardnieje. Czasem przy klejeniu tworzyw

sztucznych dodatkowo następuje częściowe rozpuszczenie powierzchni klejonych. Połączenie tego typu w stosowane jest często w budowie maszyn, zwłaszcza, jeśli trzeba połączyć różne materiały (metal, tworzywa sztuczne, szkło, gumę itp).

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

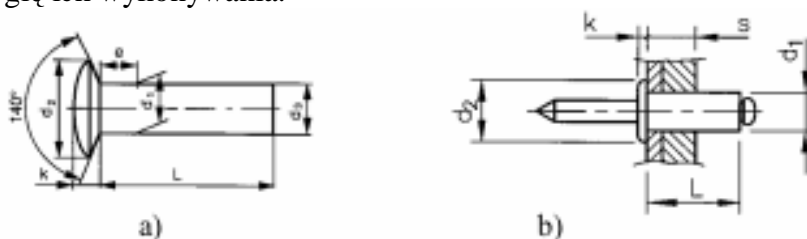
Ze względu na budowę połączenia wciskowe dzielą się na:

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

Ze względu na sposób łączenia połączenia wciskowe dzielą się na:

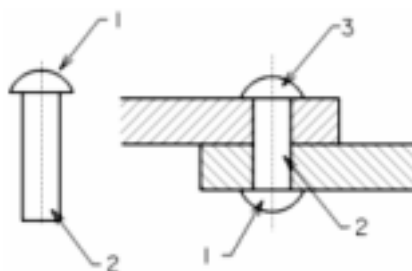
- połączenia wciskowe skurczowe, w których poprzez ogrzewanie lub zmrażanie jednego z elementów uzyskuje się zmianę wymiaru, wystarczającą do zrealizowania połączenia,
- połączenia wciskowe wtlaczane, w których stosując zewnętrzną siłę, wtlacza się jeden element w drugi.

Połączenia nitowe to połączenia, najczęściej blach lub elementów konstrukcji stalowych - dźwigarów, wsporników, wiązarów itp, za pomocą łączników zwanych nitami. Połączenia tego typu zostały współcześnie wyparte przez połączenia spawane i zgrzewane, z uwagi na prostszą technologię ich wykonywania.



**Rys. 6.** Nity: a) nit z łbem soczewkowym, b) nit zrywalny

Nit (rys. 7) w swej wyjściowej formie składa się z główki (1) i trzonu (szyjki) (2). Umieszczony w otworze w łączonych elementach zostaje zakuty (zamknięty), tworząc zakuwkę (3). Zamykanie nitu może się odbywać ręcznie, przy pomocy młotka ręcznego lub pneumatycznego i ręcznej nitownicy (kształtującej zakuwkę) lub za pomocą maszynowej nitownicy.



**Rys. 7.** Nit i połączenie nitowe: 1 – główka nitu, 2 – trzon nitu, 3 – zakuwka

Przy nitowaniu zakładkowym (gdy arkusze blachy zawinięte są na krawędziach) i przy dużej gęstości nitów, można uzyskać wysoką szczelność połączenia. Pozwala to na stosowanie nitów przy budowie zbiorników ciśnieniowych.

Nit zakuwany składa się z główki i trzonu (szyjki). Umieszczony w otworze w łączonych elementach zostaje zakuty (zamknięty), tworząc zakuwkę. Zamykanie nitu może się odbywać ręcznie, przy pomocy młotka ręcznego lub pneumatycznego i ręcznej nitownicy (kształtującej zakuwkę) lub za pomocą maszynowej nitownicy.



Nity niewielkich rozmiarów, można zakuwać na zimno. Większe i w bardziej odpowiedzialnych konstrukcjach zakuwa się na gorąco.

Złącza nitowe wykonuje się jako:

- szczelne – stosowane w zbiornikach bezciśnieniowych,
- mocne – stosowane w odpowiedzialnych konstrukcjach,
- mocno-szczelne – stosowane w zbiornikach ciśnieniowych.

W łączeniu cienkich blach, drobnej galanterii i w produkcji wielkoseryjnej stosuje się nity zrywalne. Nitowanie przeprowadza się przy pomocy nitownic ręcznych lub pneumatycznych.

### Połączenia rozłączne

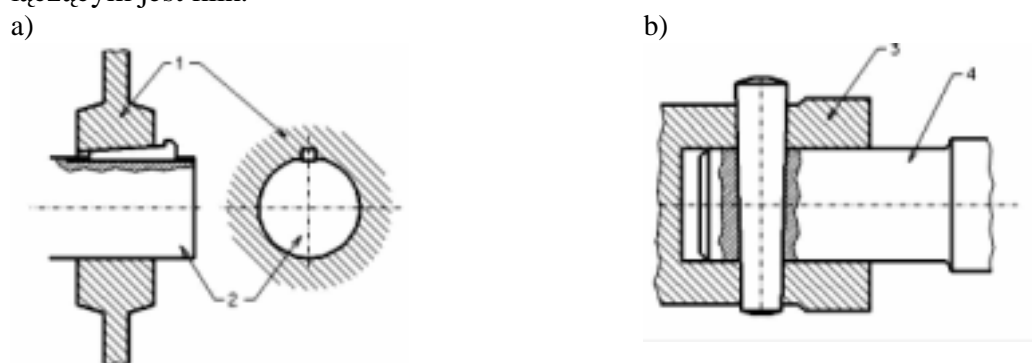
Połączenia rozłączne dzielą się na:

- połączenia klinowe,
- połączenia wpustowe,
- połączenia wielowypustowe,
- połączenia sworzniowe,
- połączenia kołkowe,
- połączenia gwintowe,
- połączenia sprężyste,
- połączenia rurowe.

Połączenia rozłączne dzielą się także na:

- spoczynkowe, w których łączone elementy pozostają unieruchomione względem siebie,
- ruchowe, w których elementy mogą się względem siebie przemieszczać w pewnym zakresie.

Połączenia klinowe to połączenia rozłączne spoczynkowe (rys. 8 a). Elementem łączącym jest klin.



Rys. 8. Połączenia klinowe: a) wzdłużne, b) poprzeczne

Wyróżnia się dwa typy połączeń klinowych:

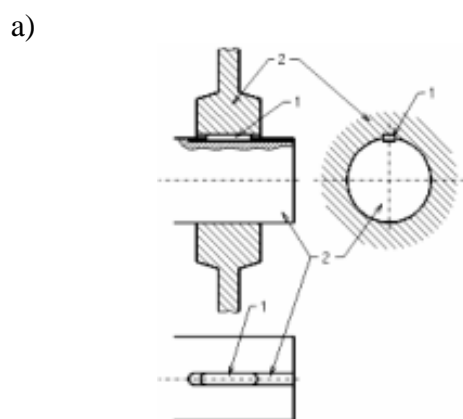
- połączenie klinowe wzdłużne z klinami znormalizowanymi, służą głównie do osadzania piast (1) kół na wałach (2). Klin umieszczony jest w gnieździe wyżłobionym w wale i piaście.
- połączenia klinowe poprzeczne (rys. 8 b) służą do łączenia cięgien, w którym jedno jest zakończone gniazdem lub tuleją łączną (3), a drugie drążkiem (4).

W czasie montażu klin zostaje wbijany w połączenie. Klin przenosi swoją powierzchnią całe obciążenie złącza.

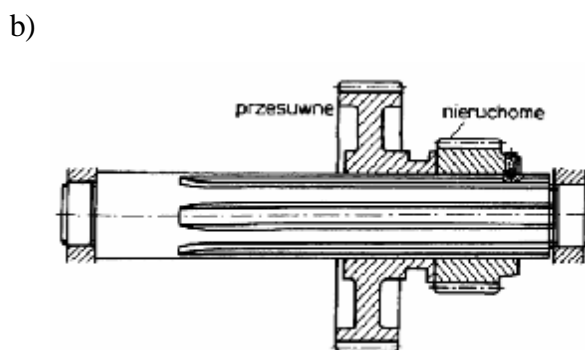
Połączenia wpustowe (rys. 9 a) to połączenie rozłączne ruchowe, w których elementem pośredniczącym jest wpust. Połączenie wpustowe służy do łączenia piast z wałami. Wpust (1) umieszczony jest w rowku wału (2), podczas gdy piasta (3) posiada odpowiednie nacięcie.

Wpust umieszczany jest w rowku z pasowaniem ciasnym, podczas gdy połączenie wpust-piasta jest luźne. Połączenie wpustowe w przeciwieństwie do klinowego nie zabezpiecza piasty przed przesuwaniem się wzdłuż wału. Piasta musi mieć dodatkowe zabezpieczenie. Gdy nie występują siły osiowe (w większości przypadków), wystarczy zabezpieczenie pierścieniem oporowym, w przeciwnym razie stosuje się inne rozwiązania (np. nakrętkę lub tuleję dystansową).

Połączenie wielowpustowe (wielokarbowe) jest to połączenie rozłączne ruchowe bez elementów pośredniczących (rys 9 b). Używane do osadzania piast na wałach. Połączenie wielowpustowe nie posiada wady połączenia wpustowego, polegającej na osłabiającym działaniu rowka wpustowego. Z tego powodu, stosowane jest w bardziej odpowiedzialnych zastosowaniach. W połączeniu wielowpustowym na wałku nacięte są rowki, a piasta jest ukształtowana tak, by do nich pasowała.



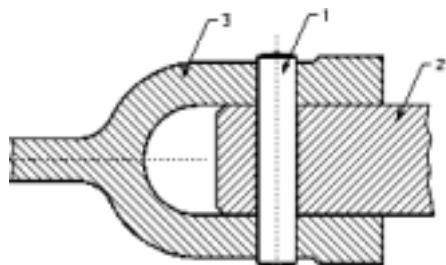
**Rys. 9.** Połączenie wpustowe



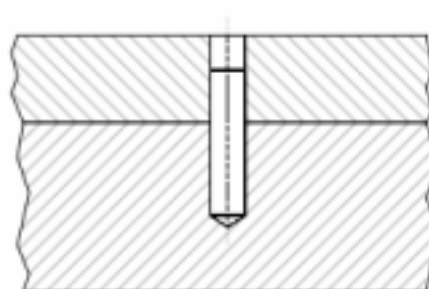
**Rys. 10.** Połączenie wielowpustowe

Połączenie sworzniowe jest to połączenie rozłączne ruchowe, w którym elementem pośredniczącym jest walcowy sworzień. Połączenie sworzniowe tworzą: sworzień 1, ucho 2 i widelki 3. Sworzień często zabezpiecza się przed wypadnięciem podkładkami z zawleczkami.

Połączenie sworzniowe zwykle wykorzystywane jest do łączenia przegubów. Sworzień może być umieszczony na wcisk w jednym elemencie przegubu, podczas gdy pasowanie z drugim elementem jest luźne. Pozwala to na obrót jednego z elementów względem osi sworznia.



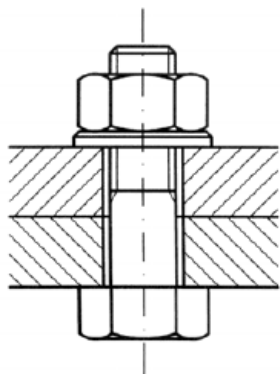
**Rys. 11.** Połączenie sworzniowe: 1 – sworzień, 2 – ucho, 3 – widelki.



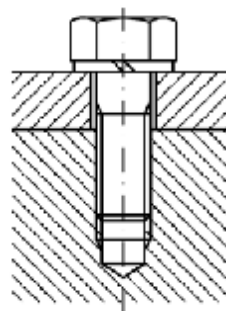
**Rys. 12.** Połączenie kołkowe

Połączenie kołkowe jest to połączenie rozłączne spoczynkowe. Służy do ustalania wzajemnego położenia dwóch lub więcej elementów. Kołek może mieć kształt stożkowy lub walcowy - gładki lub karbowany.

Połączenie gwintowe (rys. 13 i 15) jest to połączenie rozłączne spoczynkowe, w którym elementem łączącym są gwintowane łączniki: śruba z nakrętką lub wkręt. 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. 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 oraz niekiedy wraz z zawleczką zabezpieczania przed samoczynnym odkręcaniem się nakrętki. Ze względu na rodzaj użytego łącznika połączenia gwintowe dzielą się na połączenia śrubowe i wkrętowe.



**Rys. 13.** Połączenie elementów konstrukcyjnych za pomocą śruby i nakrętki



**Rys. 14.** Połączenia gwintowe dociskowe

W tego rodzaju połączeniach śruba i nakrętka, łączą dwa lub więcej elementów. Elementy te w miejscu łączenia są przewiercane, tak by otwór mieścił śrubę z pasowaniem luźnym. Śruba w takim połączeniu może przenosić tylko i wyłącznie obciążenia osiowe, np. jeżeli elementy połączenia są od siebie w sposób naturalny odciągane np. pokrywa kotła połączona z jego korpusem. Nakrętka w takim połączeniu dokręcana jest na tyle mocno by zapewnić integralność połączenia, gdy nie jest ono obciążone. W przypadku, gdy elementy łączone są obciążone siłami wzdłużnymi działającymi w osi prostopadłej do osi śruby, należy zapewnić połączenie cierne pomiędzy tymi elementami. Realizuje się to przez wstępne naprężenie śruby. Nie spełnienie warunku wstępnego naprężenia, doprowadza do przesunięcia się elementów względem siebie, które ostatecznie swymi krawędziami oprą się o śrubę powodując jej ścinanie, a w ekstremalnych sytuacjach zniszczenie. Oprócz siły osiowej pochodzącej od obciążenia złącza lub naprężenia osiowego, śruba jest obciążona skręcającym momentem siły. W tego rodzaju połączeniach śruba lub wkręt mocuje jeden element złącza do drugiego. W elemencie nawiercony jest otwór z naciętym wewnętrznym gwintem, w który wkręcana jest śruba.

Wkręty do drewna mogą być wkręcane w miękkie drewno bezpośrednio bez żadnego przygotowania. W przypadku twardego drewna może być konieczne nawiercenie otworu pod wkręt przy użyciu wiertła. Wkręty do materiałów budowlanych (cement, gips, cegła itp.) umieszczane są w tych materiałach z pomocą kołków rozporowych po wcześniejszym nawierceniu otworu w materiale, o rozmiarze odpowiadającym wielkości kołka.

Połączenie sprężyste to połączenia rozłączne ruchowe, w którym łącznikiem jest element sprężysty. Stosuje się je ze względu na możliwość wzajemnych przesunięć części maszyn oraz równoczesne kumulowanie nadmiaru energii kinetycznej. Najczęściej stosowane jako amortyzatory, elementy przeciążeniowe lub kompensatory przesunięć. Podstawowym parametrem części sprężystej jest sztywność łącznika.

Połączenie rurowe to połączenia przewodów rurowych połączone w ten sposób, by wewnątrz rur możliwy był przepływ czynnika (ciecze, gazy, materiały stałe – sypkie),

łącznikami (złączki, kolanka, łuki, trójniki, itd.) oraz zaworami, przez które przesyłany jest czynnik roboczy. Dzielimy je na:

- gwintowe – stosowane są w przewodach wodnych, parowych i gazowych o niewielkiej średnicy i przy niskich ciśnieniach oraz w przewodach wiertniczych. Ich uszczelnienie stanowią konopie owijane na gwincie i minia z pokostem. Gwinty zewnętrzne mogą być walcowe lub stożkowe, gwinty w otworach tylko walcowe. Należą do łatwo rozłączalnych.
- kielichowe – są stosowane przy niskich ciśnieniach. Polegają na włożeniu końca jednej rury (czopa) do drugiej rury (kielicha). Uszczelnienie odbywa się przy pomocy sznura smołowego i smoły (przewody ściekowe) lub ołowiu. Połączenie te nie mogą przenosić obciążeń wzdłużnych.
- kołnierzone – są stosowane przy ciśnieniach. Kołnierze mogą być stałe lub luźne, nakładane na kołnierz oporowy. Materiałem uszczelniającym złącza, zależnie od rodzaju przewodzonej cieczy lub gazu, może być guma, tektura, tkaniny, miękkie metale, tworzywa sztuczne.

## **Sprzęgła**

Sprzęgłem to zespół elementów, służący do połączenia dwóch obrotowo osadzonych wałów: czynnego i biernego, to znaczy napędzanego i napędzającego, o osiach leżących na wspólnej prostej (sprzęgła proste) lub przecinających się pod kątem ostrym (sprzęgła przegubowe), w celu przeniesienia momentu i ruchu obrotowego. Poszczególne rodzaje sprzęgieł są używane do określonych celów. W przypadku, gdy nie ma potrzeby szybkiego złączania i rozłączania części czynnej i biernej sprzęgła, są stosowane sprzęgła nierozłączne. Sprzęgła sztywne służą do łączenia dokładnie współosiowych wałów w jedną sztywną całość. Sprzęgła luźne proste służą do łączenia wałów przy nieznacznym braku współosiowości, kompensują poprzeczne i wzdłużne przemieszczenia się końców wałów i nieznaczne wychylenia ich osi. Sprzęgła luźne przegubowe umożliwiają łączenie wałów o osiach przecinających się pod małym kątem. Sprzęgła podatne skrętnie pozwalają na względnie ograniczony obrót końców łączonych wałów. Umożliwiają ruch wałów przy niewielkim braku współosiowości, służą do łagodzenia nierównomierności przenoszonego momentu obrotowego, tłumienia drgań. W razie potrzeby szybkiego złączania i rozłączania wałów czynnego i biernego stosuje się sprzęgła rozłączne. Jeśli włączenie odbywa się przy równych lub bardzo zbliżonych prędkościach kątowych wałów czynnego i biernego używa się sprzęgieł rozłącznych ze sprzężeniem kształtowym. W przypadku, gdy włączanie musi się odbywać przy znacznej różnicy prędkości wałów najczęściej używane są sprzęgła cierne. Można również używać w takich połączeniach sprzęgieł hydrokinetycznych, elektromagnetycznych.

Następną grupą są sprzęgła rozłączne samoczynne. W sterowaniu tego rodzaju sprzęgłami wykorzystuje się: siły bezwładności, najczęściej siły odśrodkowe; zmiany momentu obrotowego przenoszonego przez sprzęgło; zmiany kierunku napędu.

## **Sprzęgła sztywne**

Istnieje wiele odmian sprzęgieł sztywnych. Ich podstawowe zalety to między innymi zwartość konstrukcji, łatwość montażu i demontażu całego sprzęgła czy też poszczególnych odcinków wału, możliwość osadzania na dalszych częściach wału wielu elementów, łatwość wyważania, brak luzów w sprzęgle – co umożliwia przenoszenie nierównomiernych momentów obrotowych, obrotowe części bez wystających kształtów zapewniające bezpieczeństwo obsługi. Brak którejs z wymienionych cech można uważać za wadę konstrukcji sprzęgła.

Pod względem wytrzymałości i sztywności sprzęgło sztywne powinno odpowiadać wałowi w miejscu łączenia. W skład sprzęgieł wchodzi szereg prostszych elementów, jak różnego rodzaju połączenia czopa z piastą (wpusty, kliny, kołki), łączniki śrubowe, nity, sprężyny, zęby, łańcuchy itp.

### Sprzęgła luźne proste

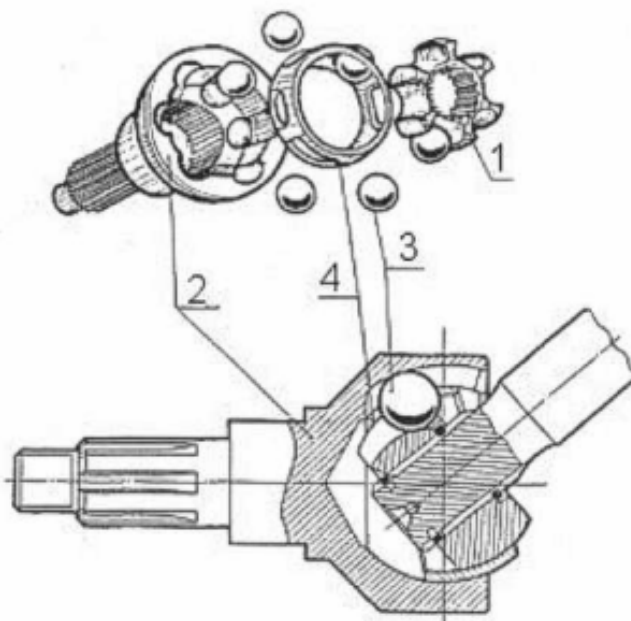


Rys. 15. Sprzęgło kłowe

Sprzęgła te pozwalają kompensować błędy współosiowości wałów, mogą dopuszczać pewne ruchy wzdłużne, poprzeczne, odchylenia od osi czy też kombinacje tych czynników. Jest to możliwe dzięki względnym ruchom wewnętrznym części tych sprzęgieł. Charakteryzują je luzy pomiędzy częściami przenoszącymi obciążenia i ślizganie tych części po sobie. Sprzęgła luźne proste nie nadają do przenoszenia momentów obrotowych o zmiennym kierunku, jak również do dużych obciążeń i prędkości. Powierzchnie ślizgowe tych sprzęgieł wymagają smarowania. Przykładem sprzęgła luźnego prostego jest sprzęgło kłowe z wkładką elastomerową – rys. 15. Kształt i zdolność do niewielkich odkształceń wkładki kompensuje niewielką niewspółosiowość i przemieszczenia osiowe wału.

### Sprzęgła luźne przegubowe

Sprzęgła luźne przegubowe pozwalają na przenoszenie momentu skręcającego przy dużych kątach przecięcia się osi łączonych wałów. Przykładem sprzęgła przegubowego jest tzw. przegub Birfielda, stosowany do napędu kół samochodowych.



Rys. 16. Przegub Birfielda: 1 – piasta kulista, 2 – czasza kulista, 3 – kulki stalowe, 4 – koszyk

Przegub Birfilda (rys. 16) na rysunku składa się z wewnętrznego elementu - piasty kulistej [1], osadzonej wielowypustowo i zabezpieczonej pierścieniem na jednym z łączonych wałów, z zewnętrznego elementu - czaszy kulistej [2], sześciu kul stalowych [3] umieszczonych w sześciu rowkach przewodnicowych wykonanych w kulistej wnęcie czaszy i kulistej wypukłości piasty, oraz koszyka [4], który odpowiednio środkuje piastę i czaszę oraz utrzymuje kule przegubu w prawidłowych ustawieniach w rowkach przewodnicowych. Całość zabezpieczona jest przed działaniem czynników zewnętrznych gumową osłoną i wypełniona smarem.

### **Sprzęgła podatne skrętnie**

W budowie maszyn możemy spotkać wiele odmian konstrukcyjnych sprzęgieł podatnych skrętnie. Różnią się one przede wszystkim konstrukcją elementów podatnych, ich tworzywem, kształtem czy sposobem zamocowania. Spotyka się sprzęgła zwykłe, o stałej sztywności lub takich, w których sztywność zwiększa się wraz ze zwiększaniem się kąta względnego obrotu części napędzającej i napędzanej sprzęgła. Innym podziałem tego rodzaju sprzęgieł jest podział na sprzęgła swobodne i tłumiące. Podstawowym zadaniem sprzęgieł swobodnych jest łagodzenie nierównomierności przenoszonego momentu obrotowego. Sprzęgła tłumiące stosuje się w przypadku niebezpieczeństwa występowania rezonansowych drgań skrętnych. Ich działanie polega na pochłanianiu i rozpraszaniu energii drgań.

### **Sprzęgła rozłączne kształtowe**

W sprzęgłach tych moment obrotowy jest przenoszony za pomocą zazębiających się systemów kłów lub zębów umieszczonych na powierzchni czołowej lub obwodzie dwóch tarcz lub piast sprzęgła. Jedna z nich jest umieszczona nieruchomo na końcu jednego z wałów, druga zaś przesuwnie poosiowo na końcu drugiego wału. Przy pomocy mechanizmu sterującego dosuwa się ją do tarczy nieruchomej powodując zazębienie. Wyłączanie sprzęgła może odbywać się bez ograniczeń, jeśli dysponujemy odpowiednią siłą wyłączania, a naciski występujące pod obciążeniem na powierzchniach roboczych kłów nie są zbyt wysokie. Włączanie natomiast jest możliwe tylko przy niewielkich różnicach prędkości obwodowych obydwu połówek sprzęgła. Zaletą tych sprzęgieł jest brak poślizgu i zwartość budowy. Aby uniknąć nadmiernego zużycia powierzchni roboczych należy dbać o równomierny podział obciążenia na wszystkie kły oraz stosować materiały odporne na wysokie naciski. Odnosi się to szczególnie do sprzęgieł włączanych w ruchu.

### **Sprzęgła cierne**

Podstawowe typy sprzęgieł ciernych różnią się: kierunkiem i sposobem docisku, kształtem, liczbą i materiałem powierzchni ciernych. Najbardziej charakterystyczną cechą jest kierunek siły sprzęgającej powierzchni ciernych: promieniowy, osiowy i obwodowy. Kształt powierzchni ciernych może być płaski, walcowy lub stożkowy. Sprzęgła stożkowe pozwalają na zasadzie działania klina na uzyskanie większych docisków przy tej samej sile sprzęgającej niż w innych sprzęgłach. O wyborze typu sprzęgła decyduje średnia moc tarcia odniesiona do godziny pracy sprzęgła, pożądana żywotność, wartość potrzebnego momentu tarcia, wartość pracy potrzebnej do włączania oraz miejsce do dyspozycji. Duży wpływ na własności sprzęgła ma materiał powierzchni ciernych. Materiał powinien mieć jak największy współczynnik tarcia, mało zależny od prędkości poślizgu, temperatury i obciążenia. Powinien być wytrzymały mechanicznie i termicznie, mieć dobrą przewodność cieplną i wykazywać odporność na zużycie przy jednoczesnym braku skłonności do zacierania.

## Sprzęgła rozłączne, bezpieczeństwa

Sprzęgła bezpieczeństwa chronią elementy mechanizmu przed przeciążeniem. Reagują na wartość przenoszonych momentu skręcającego. Działają na dwóch zasadach: całkowitego rozłączenia z chwilą wzrostu przenoszonych momentu skręcającego ponad bezpieczną wartość graniczną lub na zasadzie ograniczenia wartości przenoszonych momentu do wartości zadanej. Do pierwszej grupy należą sprzęgła bezpieczeństwa kształtowe. W przykładowym sprzęgle tego typu najsłabszym elementem jest kołek lub kilka kołków, które zostają ścięte po przekroczeniu określonej wartości momentu skręcającego. Ponowny rozruch jest możliwy dopiero po wymianie kołków, co jest dość czasochłonne. Do drugiej grupy należą sprzęgła kształtowo-cierne i cierne. Ich zaletą jest możliwość regulacji wartości momentu skręcającego oraz łatwość ponownego włączenia. W ciernych sprzęgłach bezpieczeństwa nie występuje zanik przenoszonych momentu, jak w sprzęgłach kształtowych, ani jego silny spadek jak w kształtowo-ciernych, lecz ograniczenie do zadanej wartości. W chwili jej przekroczenia w sprzęgle następuje poślizg.

## Sprzęgła rozłączne jednokierunkowe



Rys. 17. Sprzęgło jednokierunkowe: a) elementy zasprężone, b) elementy rozsprężone.

Sprzęgła jednokierunkowe przenoszą moment obrotowy z wału napędowego na wał napędzany tylko w jednym kierunku wirowania – rys. 17. W sprzęgłach jednokierunkowych kształtowych jednokierunkowość działania siły zapewniają np. zapadki. Kiedy część napędowa sprzęgła ma mniejszą prędkość kątową od części napędzanej zapadki przestają chwytać i zostają wciśnięte w swoje gniazda. W sytuacji odwrotnej zapadki pod wpływem działania siły odśrodkowej wysuwają się i wywierają nacisk na część napędzaną. W sprzęgłach jednokierunkowych ciernych pomiędzy część napędową a napędzaną są wprowadzane elementy pośredniczące, które są między nimi zakleszczane, gdy prędkość kąтова części napędowej jest większa od prędkości kątovej części napędzanej. Jeśli jest przeciwnie, zakleszczenie znika. W wyniku zakleszczenia na powierzchni styku elementów pośredniczących powstają naciski i siły tarcia, które są w stanie zrównoważyć przenoszoną siłę obwodową. Sprzęgła jednokierunkowe znajdują zastosowanie w pojazdach mechanicznych jako tzw. sprzęgła wolnego biegu, zapobiegające przenoszeniu momentu obrotowego z kół jezdnych na źródło napędu, w napędach dmuchaw i wentylatorów dla umożliwienia im swobodnego wybiegu w chwili zatrzymania silnika napędowego, w silnikach spalinowych i turbinach gazowych do podłączenia silnika rozruchowego, do równoległego łączenia silników lub turbin.

Jeśli pierścień zewnętrzny obraca się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara (lub wał obraca się zgodnie z ruchem wskazówek zegara) (kierunek strzałki powierzchni blokującej pierścienia zewnętrznego), to igielki są dociskane przez sprężynki do powierzchni blokującej pierścienia zewnętrznego i prowadzą wał, działając jak wpust pasowany między powierzchnią blokującą pierścienia zewnętrznego a wałem (rys. 17a). Jeśli pierścień zewnętrzny obraca się w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara (lub wał obraca się w kierunku przeciwnym), to następuje zluźnienie igielek na powierzchni blokującej i igielki toczą się swobodnie po wale (rys. 17b).

## **Sprzęgła poślizgowe**

Gdy mowa o sprzęgłach przez poślizg rozumiemy różnicę prędkości obrotowych lub kątowych części napędowej i napędzanej sprzęgła. Przenoszenie momentu obrotowego z trwałym poślizgiem może mieć miejsce w sprzęgle ciernym. Regulację wartości poślizgu można osiągnąć przez regulację docisku powierzchni ciernych. Sprzęgło poślizgowe cierne może być użyte do trwałego ruchu, jeśli zabezpieczy się je przed nadmiernym rozgrzewaniem stosując sztuczne chłodzenie oraz przed nadmiernym zużyciem przez ograniczenia nacisków powierzchniowych, dobór materiałów odpornych na zużycie oraz przez smarowanie. Sprzęgło spełnia wtedy rolę bezstopniowej przekładni obrotów. Jednak ze względu na duże straty tarcia sprawność takiego sprzęgła jest niewielka. Znacznie lepsze jest pod tym względem sprzęgło poślizgowe hydrauliczne, praktycznie pozbawione zużycia, bardziej niezawodne i łatwe w obsłudze. Jego konstrukcja wygląda tak, że wał napędowy napędza pompę hydrauliczną, która zasila turbinę osadzoną na wale napędzanym. Jako cieczy wypełniającej sprzęgło najczęściej używa się oleju mineralnego, który służy równocześnie do smarowania łożysk, przekładni zębatej itp.

Buduje się również sprzęgła poślizgowe elektrodynamiczne. Układ jest podobny do silnika indukcyjnego z tą różnicą, że wirujące pole magnetyczne wytworzone jest przez elektromagnesy wirujące razem z częścią napędową wału. Zasilane są prądem stałym poprzez pierścienie ślizgowe.

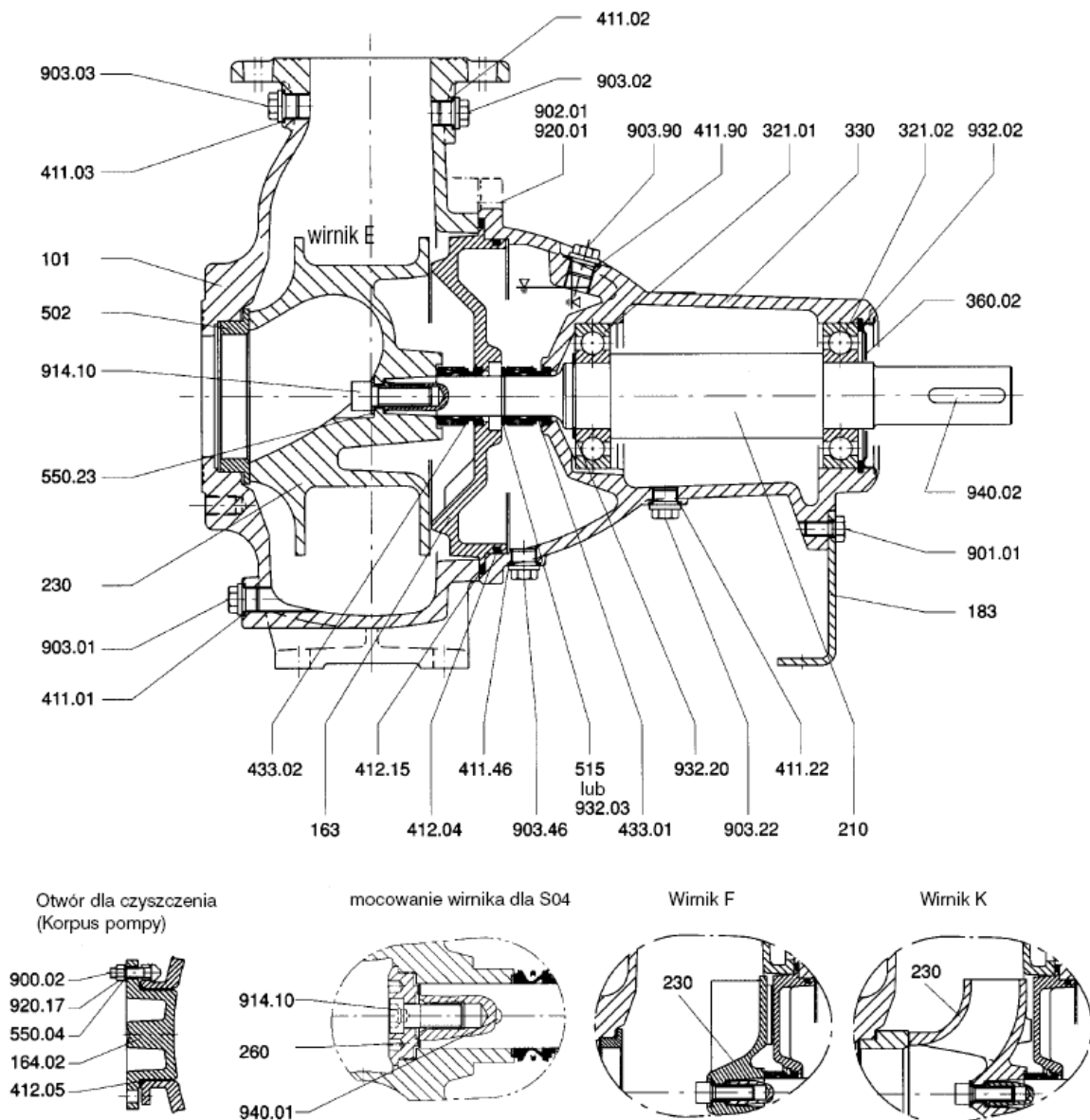
## **Dokumentacja techniczna**

W celu dopełnienia wszystkich wymagań dyrektywy związanej z odpowiedzialnością producenta za wyrób, użytkownik maszyny musi otrzymać dokumentację techniczno-ruchową, której zawartość jest określona w Dyrektywie Maszynowej (dyrektywa 98/37/WE, Załącznik I).

Ogólnie rzecz biorąc Dokumentacja Techniczno – Ruchowa musi zawierać wszystkie informacje niezbędne do transportu, przemieszczania, magazynowania, uruchomienia, eksploatacji, utrzymania w ruchu (konserwacji), wyłączenia z ruchu, demontażu, pozbywania się, jak również postępowania w sytuacjach awaryjnych. Informacje zawarte w dokumentacji powinny jednoznacznie definiować przeznaczenie maszyny i zawierać instrukcje określające prawidłowe i bezpieczne użytkowanie. Powinny ostrzegać o ryzyku resztkowym oraz zagrożeniach związanych z niedozwolonymi sposobami eksploatacji.

Rysunki zestawieniowe są zazwyczaj częścią DTR i wykonywane są w postaci przekrojów lub tzw. rysunków eksplodujących. Na tych rysunkach, przedstawione są wszystkie części składowe i podzespoły składające się na urządzenie wraz z ich wzajemnym położeniem. Zawierają one również wykaz części składowych wraz z ich numerami katalogowymi producenta.





nr części	nazwa części	nr części	nazwa części	nr części	nazwa części
101	korpus pompy	360	pokrywa łożyska	901	śruba sześciokątna
163	pokrywa ciśnień	411	pierścień uszczelniający	902	śruba dwustronna
183	łapa wspornika	412	O-ring	903	śruba zaślepiająca
210	wał	433	uszczelnienie mechaniczne	914	śruba z gniazdem sześciokątnym
230	wirnik	502	pierścień szczelinowy	920	nakrętka
321	łożysko promieniowe kulkowe	515	pierścień zaciskowy	932	pierścień zabezp.
330	dźwigar łożyska	550	podkładka śruby wirnika	940	wpust

**Rys. 18.** Rysunek zestawieniowy z wykazem części

Wszystkie informacje muszą być zapisane w języku lub językach kraju, w którym maszyna będzie eksploatowana oraz instrukcja w języku oryginalnym i powinny znajdować się w jednej dokumentacji. Z tego powodu producenci wyrobów finalnych wymagają od swoich poddostawców przekazania stosownej dokumentacji a w szczególności:

- instrukcji użytkowania w przypadku maszyny przeznaczonej do montażu, zawierającej informacje dotyczące bezpiecznego montażu, obsługi, konserwacji itd. poszczególnych

- komponentów, współpracy (połączeniach) z innymi podzespołami i związanymi z nimi zagrożeniami,
- deklaracji producenta,
  - zapisów z analizy ryzyka (w przypadku złożonych podzespołów).

Na podstawie DTR tworzy się stanowiskową instrukcję obsługi i plan oględzin i remontów.

#### 4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie znasz połączenia nierozłączne?
2. Jakie znasz połączenia rozłączne?
3. Po jakich cechach rozróżnisz połączenie spawane od zgrzewanego?
4. Do czego służą podkładki w połączeniach gwintowych?
5. Jakimi właściwościami charakteryzują się połączenia nitowe?
6. Jakie zadania mogą realizować sprzęgła?
7. Jak zbudowane jest sprzęgło kłowe?
8. Wskaż wady i zalety sprzęgła ciernego?
9. Jak działa sprzęgło jednokierunkowe, opisz zasadę jego działania?

#### 4.2.3. Ćwiczenia

##### Ćwiczenie 1

Policz ile połączeń gwintowych występuje na rysunku złożeniowym korpusu pompy (rys. 18).

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przedstawić sposób rysowania śrub na rysunkach złożeniowych,
- 2) przedstawić sposób rysowania śrub wraz z nakrętkami na rysunkach złożeniowych,
- 3) odszukać na rysunku nr 18 z poradnika ucznia wszystkie śruby i nakrętki, każdy odnaleziony element zaznaczyć ołówkiem,
- 4) policzyć wszystkie śruby i nakrętki znajdujące się na rysunku z poprzedniego punktu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- przybory do pisania.

##### Ćwiczenie 2

Spośród zgromadzonych na stole próbek, wybierz wszystkie, które są połączeniami nierozłącznymi.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) wykonać oględziny wszystkich zgromadzonych próbek,
- 2) zidentyfikować każde połączenie,
- 3) posortować próbki w zależności od tego czy zastosowano połączenia rozłączne czy nierozłączne,
- 4) uzasadnić dokonane wybory,
- 5) opisać wszystkie próbki w których wykonano połączenia nierozłączne.

- Wyposażenie stanowiska pracy:
- zestaw próbek składających się z dwóch kawałków metalowych płaskowników połączonych za pomocą: spawania, zgrzewania, nitowania, śrub, kołków oraz dwóch kawałków drewna, połączonych ze sobą za pomocą wkrętów, śrub meblowych, kleju.
  - przybory do pisania.

### Ćwiczenie 3

Określ jakie funkcje pełni wskazany przez nauczyciela model sprzęgła.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) obejrzeć wskazany model sprzęgła,
- 2) sprawdzić czy sprzęgło przenosi ruch w obie strony,
- 3) sprawdzić czy sprzęgło zabezpiecza odbiornik przed przeciążeniem,
- 4) sprawdzić czy sprzęgło zmienia kierunek ruchu obrotowego wału wyjściowego,
- 5) sprawdzić czy możliwe jest wyłączenie przenoszenia momentu obrotowego,
- 6) sprawdzić czy sprzęgło pozwala na łagodne rozpędzenie odbiornika,
- 7) sklasyfikować badane sprzęgło.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- model sprzęgła,
- przybory do pisania.

### Ćwiczenie 4

Dokonaj analizy dokumentacji wskazanego przez nauczyciela podzespołu, wyszukaj wszystkie występujące połączenia zarówno rozłączne jak i nie rozłączne. Zidentyfikuj połączenia na modelu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeanalizować dokumentację i odszukać wszystkie występujące połączenia,
- 2) dokonać oględzin urządzenia i na podstawie dokumentacji odszukać występujące połączenia, zwracając szczególną uwagę na ich wygląd,
- 3) częściowo zdemontować podzespół by móc dokładnie obejrzeć elementy łączone w połączeniach, które znajdują się wewnątrz obudowy (np. połączenie kołkowe, bądź wielowypustowe).

Wyposażenie stanowiska pracy:

- podzespoły lub części maszyny które składają się z części połączonych ze sobą różnymi metodami,
- dokumentacja techniczna maszyny z której pochodzi dany podzespół,
- zestaw narzędzi do demontażu i montażu podzespołów mechanicznych,
- poradnik ucznia,
- zestaw foliogramów,
- przybory do pisania.

#### 4.2.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

	<b>Tak</b>	<b>Nie</b>
1) dokonać klasyfikacji połączeń?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) rozróżnić połączenia rozłączne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) rozróżnić połączenia nierozłączne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) identyfikować wśród innych mechanizmów sprzęgła?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określać funkcje jakie pełnią sprzęgła w mechanizmach maszyn i urządzeń?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 4.3. Osie i wały

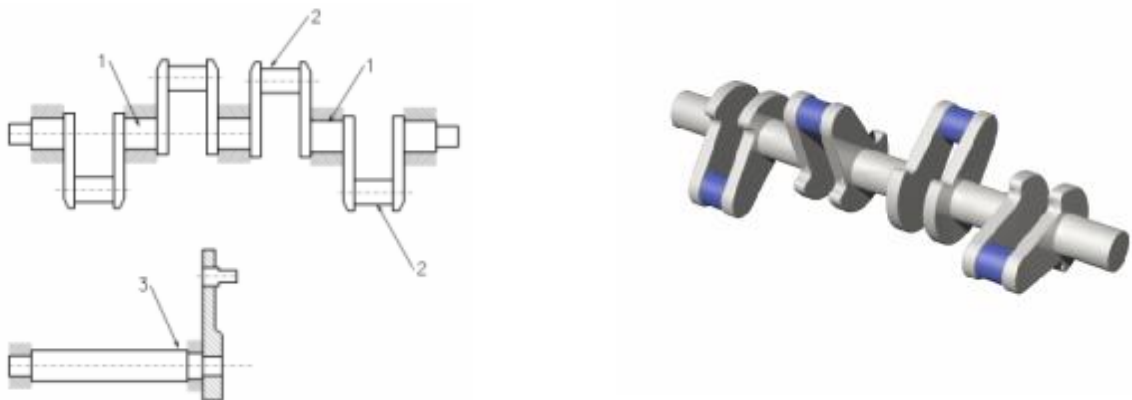
### 4.3.1. Materiał nauczania

#### Wały i osie

Wały i osie są to elementy maszyn, osadzone w łożyskach i służące do podtrzymania innych elementów maszyn, wykonujących ruchy obrotowe lub wahadłowe.

Wał jest to element maszyny o przekroju poprzecznym kołowym, obracający się wokół własnej osi i służący do przenoszenia momentu obrotowego pomiędzy zainstalowanymi na nim elementami. Na wale mogą być osadzone różne elementy wykonujące ruch obrotowy, np.: koła zębate, piasty, tarcze hamulcowe itp. Wały mogą być pełne lub drążone. Wały drążone stosuje się w celu zmniejszenia ciężaru konstrukcji, gdy otwór umożliwia mocowanie i obróbkę długich prętów (np. w tokarkach). Większość wałów maszynowych stanowią wały schodkowe, w których średnice zmieniają się stopniowo. Sposób kształtowania zależy od względów wytrzymałościowych oraz od przewidywanego sposobu montażu. Stopniowanie średnic narastająco od środka wału (rys. 20 b) stosuje się przeważnie wówczas, gdy korpus maszyny (urządzenia) jest dzielony, przy czym podział przebiega wzdłuż osi wału; stopniowanie średnic w jednym kierunku (rys. 20 c) umożliwia montaż wału w otworach niedzielonych kadłubów.

Wał korbowy jest to wał stosowany w mechanizmach korbowodowych, na przykład w silnikach spalinowych. Wał korbowy zamienia ruch posuwisto-zwrotny tłoka (lub tłoków) na ruch obrotowy elementów maszyny. Wał korbowy (rys. 19) składa się z odcinków prostych (osiowych) (1), które obciążone są jak w typowym wale, i wykorbień (2), które podlegają bardziej złożonemu obciążeniu. Wał składający się z jednego tylko wykorbień nazywa się wałem wykorbień (3).



Rys. 19. Wał korbowy

Wał giętki - sprężysty wał podatny na zginanie. Zbudowany jest z kilku warstw śrubowo nawiniętych na siebie drutów, na przemian w przeciwnych kierunkach. Wał taki umieszczony jest w elastycznym panczeru. Wały giętkie przeznaczone są do przenoszenia niewielkich mocy i mogą osiągnąć wysokie prędkości obrotowe do 40 000 obrotów na minutę. Znajdują szerokie zastosowanie, szczególnie w narzędziach o specjalnym przeznaczeniu.

Oś jest to element mechanizmu lub maszyny, służący do utrzymania w określonym położeniu osadzonych na tej osi wirujących elementów, najczęściej kół, oraz do przenoszenia na podpory sił działających na te elementy. Oś nie przenosi momentu obrotowego, przeciwnie

niż wał. Osie są obciążone momentem gnącym. Mogą być ruchome lub nieruchome, krótkie osie nazywane są sworzniami.

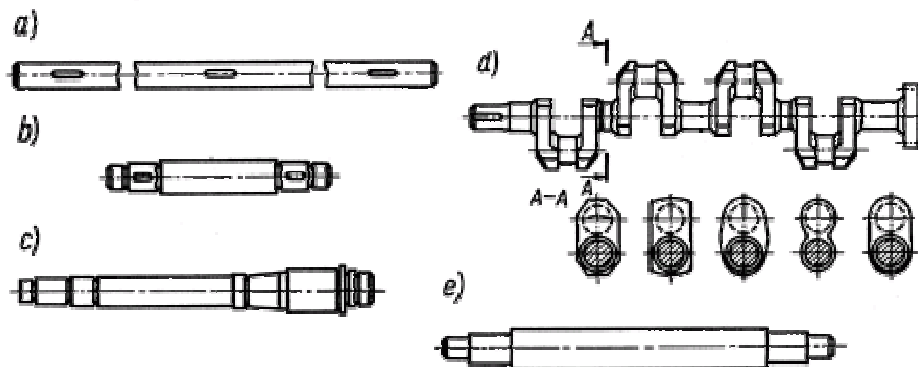
- Oś stała – gdy wirujące elementy osadzone są na nieruchomej osi za pomocą łożysk.
- Oś obrotowa – gdy elementy osadzone są stałe na osi wirują razem z nią, natomiast łożyska znajdują się są podporach osi.

Osie dzielą się na:

- dwupodporowe,
- wielopodporowe,
- sztywne,
- półsztywne,
- giętkie.

Czopy – części wałów lub osi, stykające się z innymi częściami maszyny. Czopy wymagają dokładnej obróbki, dlatego ich średnice należy dobierać wg wymiarów normalnych (PN-78/M-02041).

Zarówno osie, jak i wały mogą być dodatkowo obciążone siłą poosiową (rozciągającą lub ściskającą), np. gdy elementami osadzonymi na nich są koła zębate skośne lub stożkowe.



**Rys. 20.** Rodzaje wałów i osi: a) wał gładki, b, c) wały schodkowe, d) wał wykorbiony, e) oś

Materiały stosowane na wały:

- stale zwykłej jakości: St3S, St5 – wały maszynowe, korbowe, osie, poddane słabym obciążeniom,
- stale wyższej jakości: 35, 45 – ulepszone cieplnie – wały poddane większym obciążeniom,
- stale do ulepszania cieplnego:– 30HN3, 30HGS wały, na które działają silne obciążenia zmienne i udarowe (pojazdy mechaniczne, wały korbowe),
- stale stopowe do nawęglania: 15H, 12HN3 – wały pracujące z dużymi zmiennymi obciążeniami i wysokimi obrotami (wałki rozrządu),

### Łożyska

Łożyska toczne dzieli się na dwie zasadnicze grupy: łożyska poprzeczne, łożyska wzdłużne. Wynika to z kierunku, w jakim łożysko ma zdolność przejmowania obciążeń. Jednakże znaczna liczba łożysk może przenosić oba rodzaje obciążeń, dlatego podział łożysk jest dokonany w zależności od teoretycznego kąta działania łożyska  $\alpha$ :

$0^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$	łożyska poprzeczne (promieniowe)
$45^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	łożyska wzdłużne (osiowe)

Uzupełniające kryteria podziału są związane z cechami konstrukcyjnymi łożysk:

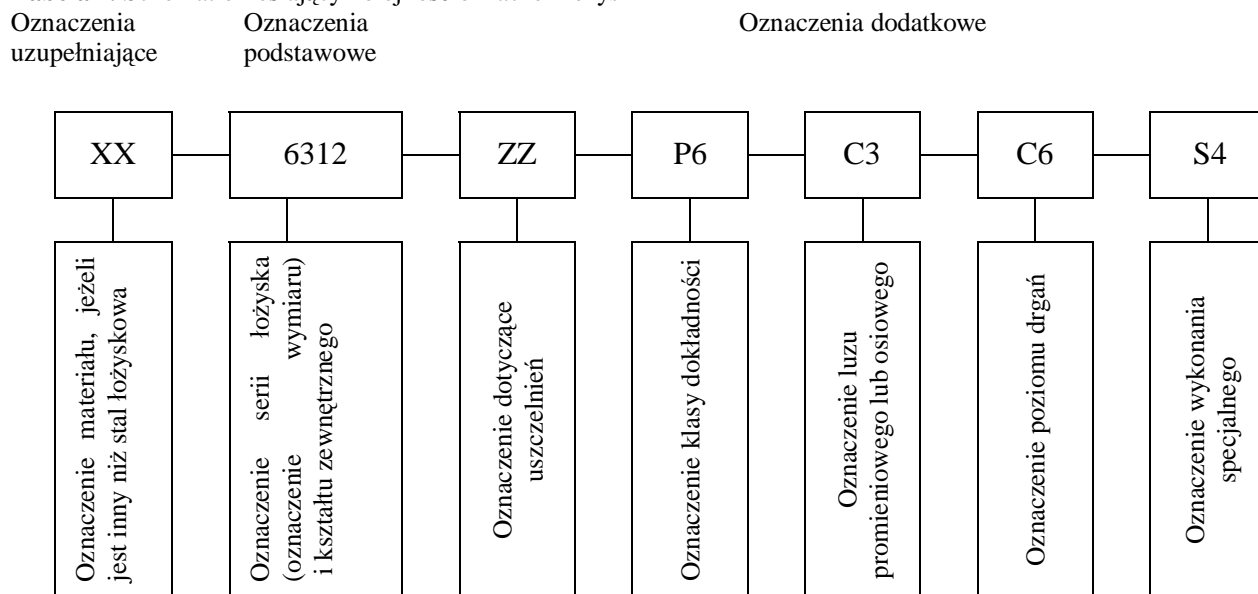
- liczba rzędów części tocznych - łożyska jedno, dwu i wielorzędowe,
- możliwość wychyłania się pierścieni - łożyska wahliwe,

- kształt powierzchni montażowych - łożyska samonastawne,
- uszczelnienia gumowe lub blaszki ochronne - łożyska jedno lub dwustronnie uszczelnione.

Każde łożysko jest oznaczone symbolem literowo-cyfrowym. Rozróżnia się trzy grupy znaków z oznaczeniem łożyska:

- grupa znaków przed numerem podstawowym - określa podzespół łożyska,
- numer podstawowy - seria i wymiar otworu łożyska,
- grupa znaków za numerem podstawowym - konstrukcja oraz dokładność wykonania.

**Tabela 1.** Schemat określający kolejność oznaczeń łożysk



Najczęściej spotykane symbole i oznaczenia:

Oznaczenie podzespołu:

- T - stal do nawęglania,
- L - swobodny pierścień wewnętrzny lub zewnętrzny,
- R - łożysko bez pierścienia wewnętrznego lub zewnętrznego.

Oznaczenie kształtu zewnętrznego:

- K - otwór stożkowy o zbieżności 1:12,
- K30 - otwór stożkowy o zbieżności 1:30,
- N - rowek osadczy na pierścieniu zewnętrznym,
- NR - rowek osadczy na pierścieniu zewnętrznym i pierścień osadczy sprężynujący.

Oznaczenie dotyczące uszczelnień:

- Z - blaszka ochronna z jednej strony,
- 2Z - dwie blaszki ochronne,
- ZN - blaszka ochronna i rowek po przeciwnej stronie niż blaszka ochronna,
- RS - uszczelka gumowa,
- 2RS - dwie uszczelki gumowe.

Oznaczenie koszyka:

- J - nieutwardzony koszyk stalowy tłoczony (oznaczenia nie podaje się),
- Y - koszyk z blachy mosiężnej tłoczony,
- F - koszyk stalowy masywny,

- M - koszyk z mosiądzu lub brązu masywny,
  - T - koszyk z tworzyw termoutwardzalnych.
- Oznaczenie prowadzenia koszyka:
- prowadzenie na pierścieniu zewnętrznym,
  - B - prowadzenie na pierścieniu wewnętrznym,
  - V - łożysko bez koszyka z pełną liczbą części tocznych.

Przykład oznaczenia:

MA -koszyk z mosiądzu lub brązu, masywny prowadzony na pierścieniu zewnętrznym,  
 FB - koszyk stalowy masywny prowadzony na pierścieniu wewnętrznym. Jeśli nie ma podanego symbolu prowadzenia koszyka, oznacza to, że prowadzony jest on na częściach tocznych.

Przykład

Oznaczenia łożyska kulkowego jednorzędowego: 6204 2Z P636 S1 oznacza łożysko kulkowe zwykle jednorzędowe dwustronnie uszczelnione, klasa dokładności P6, luz promieniowy C3, poziom drgań C6, obróbka cieplna stabilizująca do 200°C (S1). Oznaczenie literowe C luzu i poziomu drgań, można pomijać, łącząc w jedną całość z oznaczeniem klasy dokładności symbole cyfrowe (jak podano wyżej). W zależności od wartości odchyłek granicznych wymiarów, tolerancji kształtu i położenia pierścieni rozróżnia się klasy dokładności łożysk:

**Tabela 2.** Dokładność wykonania łożysk

Symbol	Oznaczenie	
P0	klasa normalna, nie podaje się w oznaczeniu łożyska	
P6X	klasa 6X dotyczy tylko łożysk stożkowych o zacieśnionych parametrach szerokości montażowej	
P6	klasa 6	dokładna
P5	klasa 5	b. dokładna
P4	klasa 4	precyzyjna
P2	klasa 2	super precyzyjna

Tam, gdzie warunki eksploatacyjne maszyn i urządzeń wymagają cichej i spokojnej pracy, stosuje się łożyska o obniżonym poziomie drgań (cichobieżności).

Oznaczenia cichobieżności:

- C6 - obniżony poziom drgań,
- C66 - bardzo niski poziom drgań.
- łożysko o normalnych wymaganiach w zakresie cichobieżności nie oznacza się.

W maszynach i urządzeniach, gdzie temperatura pracy przekracza 120°C, należy stosować łożyska poddane specjalnej obróbce cieplnej stabilizującej wymiary. Stosowane oznaczenia obróbki cieplnej stabilizującej:



**Tabela 3.** Oznaczenia cichobieżność łożysk

Symbol	Oznaczenie
S00	Pierścienie wewnętrzny i zewnętrzny łożyska stabilizowane do temperatury 120°C (nie oznacza się)
S0	stabilizacja do temperatury 150°C
S1	stabilizacja do temperatury 200°C
S2	stabilizacja do temperatury 250°C
S3	stabilizacja do temperatury 300°C
S4	stabilizacja do temperatury 350°C

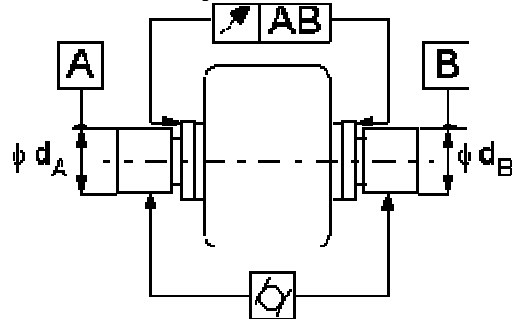
#### Wytyczne pasowania łożysk

Pasowanie łożysk na wale i w oprawie decyduje o ich prawidłowej pracy i powinno zapewnić:

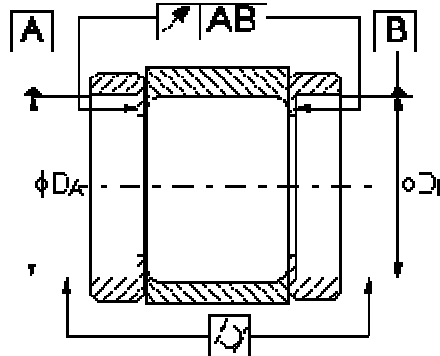
- łatwość montażu i demontażu łożysk,
- zabezpieczenie przed obracaniem się pierścieni względem wału i oprawy.
- Ogólnie należy przyjąć, że:
- pierścienie łożysk, które w konstrukcji węzła wykonują ruch obrotowy, wymagają ciasnego osadzenia,
- łożyska obciążone dużymi siłami, bądź pracujące przy obciążeniach dynamicznych wymagają ciaśniejszego osadzenia od łożysk lekko obciążonych.

Jednak wybór pasowania należy poprzedzić szczegółową analizą techniczną warunków pracy łożyska. Odpowiednie pasowania łożysk uzyskuje się poprzez dobór pola tolerancji z układu pasowań dla wałków i otworów.

#### Zabudowa łożysk



**Rys. 21.** Bicie osiowe odsadzeń wału. Walcowość czopów wału



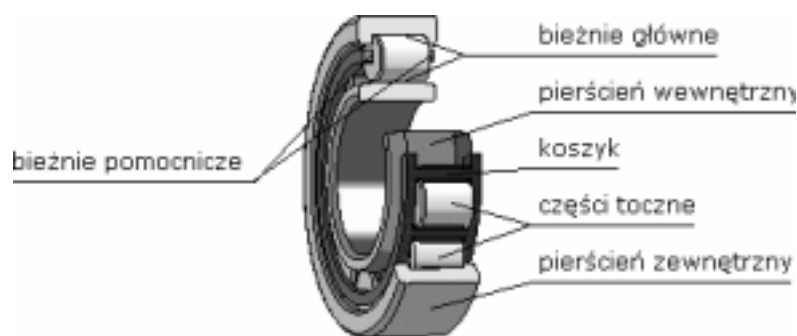
**Rys. 22.** Bicie osiowe odsadzeń oprawy. Walcowość gniazd oprawy

**Tabela 4.** Zalecane dokładności walcowości oraz dopuszczalne bicie osiowe powierzchni wałów i opraw

Miejsce osadzenia łożyska	Dokładność wykonania miejsca osadzenia	Dokładność walcowości		Bicie osiowe odsadzeń
		obciążenie wirujące	obciążenie miejscowe	
Wał	IT6	IT4 / 2	IT5 / 2	IT4
Oprawa $D \leq 150$	IT6	IT4 / 2	IT5 / 2	IT4
Oprawa $D > 150$	IT7	IT5 / 2	IT6 / 2	IT5

Podstawowymi elementami łożyska tocznego są:

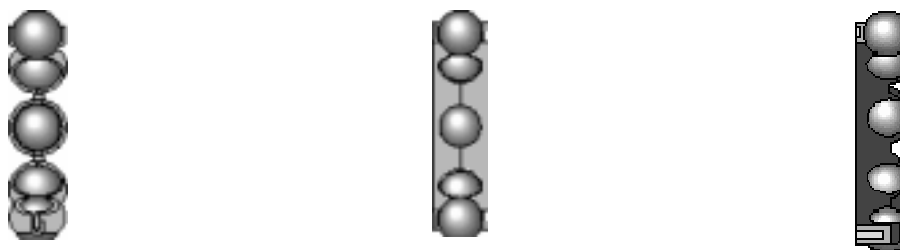
- części toczne,
- koszyk
- pierścienie z bieżniami.



Rys. 23. Części składowe łożyska tocznego

Bieżnie przenoszące obciążenie w głównym kierunku działania łożyska nazywane są bieżniami głównymi, prowadzące zaś element toczny lub przenoszące obciążenie w kierunku innym niż główny nazywane są bieżniami pomocniczymi (rys. 3.1). Pierścień zewnętrzny osadzony jest w oprawie, a wewnętrzny na wale maszyny.

Między pierścieniami znajdują się, ujęte koszykiem, elementy toczne. Zadaniem koszyka jest oddzielenie elementów tocznych w celu uniknięcia ich wzajemnego tarcia, równomierne ich rozmieszczenie na obwodzie łożyska oraz ewentualne prowadzenie (rys. 3.2). Innym bardzo ważnym jego zadaniem jest utrzymanie łożyska jako zwartej całości, z wyjątkiem łożysk rozłącznych, jak np. stożkowe i walcowe. Jednak nawet w tych przypadkach koszyk utrzymuje części toczne i jeden pierścień jako nierozłączny zespół.

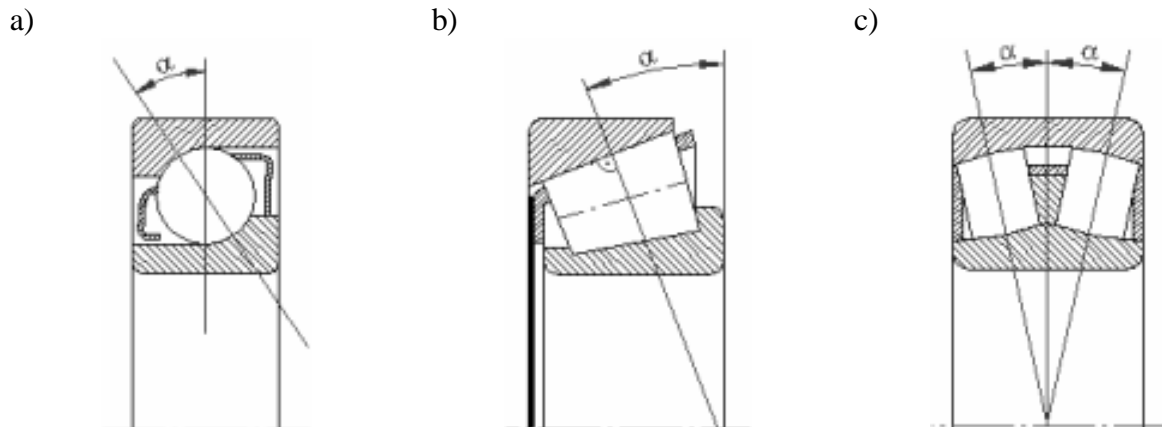


Rys. 24. Przykładowe koszyki łożysk

Nazwy poszczególnych rodzajów łożysk tocznych wynikają z ich klasyfikacji według następujących kryteriów:

- nominalnego kąta działania (promieniowe i osiowe),
- kształtu części tocznych (kulkowe, walcowe, igiełkowe stożkowe, baryłkowe),
- możliwości wzajemnego wychylanie się pierścieni (zwykle, wahliwe i samonastawne),
- uzupełniających cech konstrukcyjnych, jak np. liczby rzędów części tocznych, rozmieszczenia bieżni pomocniczych, uszczelek, blaszek ochronnych, kształtu powierzchni osadczych itp.

Nominalny kąt działania łożysk kulkowych jest zawarty między prostą łączącą punkty styku kulki z bieżniami w nieobciążonym łożysku a płaszczyzną prostopadłą do osi łożyska (rys. 25 a). W łożyskach wałeczkowych mieści się on między prostą prostopadłą do tworzącej bieżni zewnętrznej a płaszczyzną prostopadłą do osi łożyska (rys. 25 b i c).



**Rys. 25.** Rodzaje łożysk ze względu na wartość nominalnego kąta działania łożyska

Łożyska ze względu na wartość nominalnego kąta działania (rys. 25) można podzielić na:

- promieniowe (poprzeczne) o kącie działania  $0^\circ \leq \alpha < 45^\circ$  (rys. 26a),
- osiowe (wzdłużne) o kącie działania  $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$  (rys. 26b),
- skośne, są to łożyska promieniowe, które do poprawnej pracy wymagają osiowego podparcia pierścieni (rys. 26a).



**Rys. 26.** Łożysko promieniowe (poprzeczne)



**Rys. 27.** Łożysko osiowe (wzdłużne)



**Rys. 28.** Łożysko skośne

Łożyska ze względu na kształt części toczyń można podzielić na:

- kulkowe,
- wałeczkowe:
- walcowe,
- igiełkowe,
- stożkowe,
- baryłkowe i inne.



łożysko kulkowe



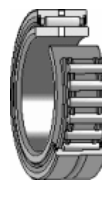
kulka



łożysko walcowe



waleczek walcowy



łożysko igiełkowe



igiełka



łożysko stożkowe



waleczek stożkowy



łożysko baryłkowe

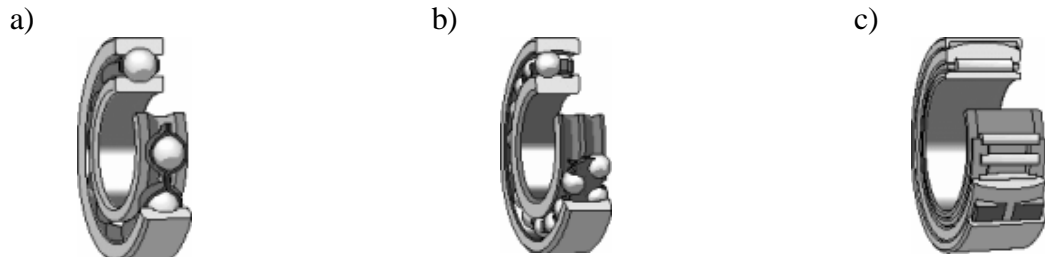


baryłka

**Rys. 29.** Rodzaje łożysk toczyń ze względu na kształt części toczyń

Łożyska ze względu na możliwość wzajemnego wychylenia się pierścieni (rys. 30) można podzielić na:

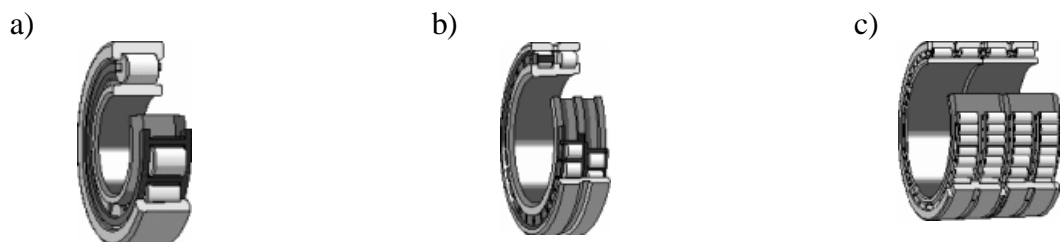
- zwykłe,
- wahliwe,
- samonastawne.



**Rys. 30.** Rodzaje łożysk ze względu na wartość nominalnego kąta działania łożyska: a) zwykłe, b) wahliwe, c) samonastawne

Łożyska ze względu na ilość rzędów części tocznych (rys. 31) można podzielić na:

- jednorzędowe,
- dwurzędowe,
- wielorzędowe.



**Rys. 31.** Rodzaje łożysk tocznych ze względu na ilość rzędów części tocznych: a) jednorzędowe, b) dwurzędowe, c) wielorzędowe

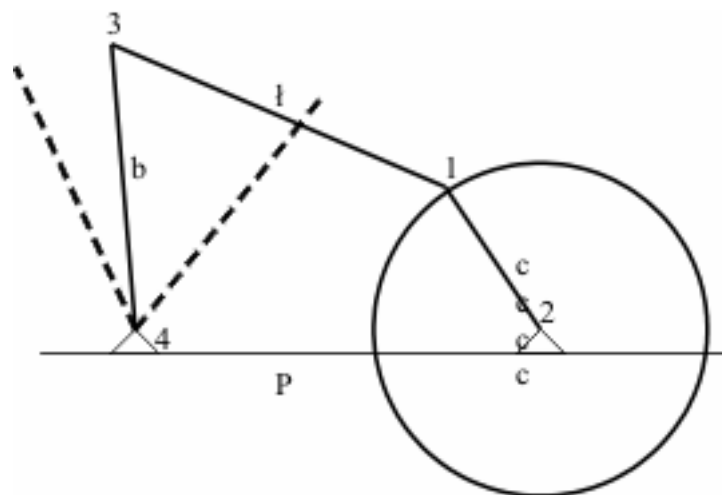
## Mechanizmy

Mechanizm - to urządzenie techniczne, które przeznaczone jest do zamiany jednego rodzaju ruchu w inny (lub identyczny), przy jednoczesnym przeniesieniu energii wyrażonej momentem obrotowym, liczbą obrotów itp. (kątem obrotu, przesunięciem).

Wyróżnić można mechanizmy działające bezpośrednio lub pośrednio (łańcuch, lina, pas, powietrze, woda, olej). Człony mechanizmu (czynny, bierny i pośredniczący) połączone są w taki sposób, że przy poruszaniu jednego z nich (czynnego), pozostałe wykonują ściśle określone ruchy. Istnieje wiele różnych typów mechanizmów. Największe znaczenie mają mechanizmy dźwigniowe, jarzmowe, korbowe, krzywkowe i zapadkowe, a także - tworzące osobną grupę - przekładnie.

Mechanizmy dźwigniowe służą do zmiany kierunku i charakteru ruchu oraz do zmiany wartości działających sił.

Mechanizm dźwigniowy składa się z czterech członów (sztywnych) połączonych ze sobą przegubowo. Człon nieruchomy mechanizmu nazywa się podstawą mechanizmu (p). Przy proporcjach członów przedstawionych na rysunku jeden człon (c. czynny) może wykonywać ruch obrotowy, a drugi (b. bierny) może się tylko wahać. Przy innych stosunkach wymiarów członów zarówno człon czynny, jak i bierny mogą wykonywać pełne obroty, a przy jeszcze innych, człony te mogą się tylko wahać wokół położenia środkowego.

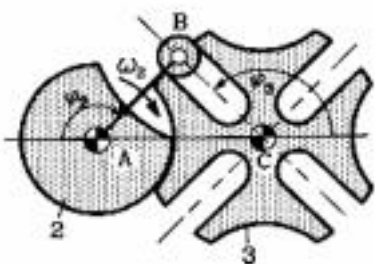


**Rys. 32.** Mechanizm dźwigniowy: P – podstawa, c – człon czynny, b – człon bierny, l – łącznik

Mechanizm jarzmowy ma jarzmo przesuwne lub obrotowe, w którego prowadnicach porusza się kamień połączony przegubowo z innym członem mechanizmu, np. korbą.

Mechanizmy korbowe są przeznaczone do zamiany ruchu postępowego na obrotowy, lub też ruchu obrotowego na postępowy. Mają one budowę podobną jak mechanizm dźwigniowy, ale różnią się od nich tym, że dwa człony nie są połączone przegubowo, lecz ślizgowo, podczas, gdy pozostałe połączenia członów są przegubowe.

Mechanizm krzywkowy służy do zmiany ruchu obrotowego na ruch postępowy (I) lub ruchu obrotowego na ruch wahadłowy (II). W wyjątkowych przypadkach krzywka może wykonywać ruch postępowo – zwrotny. W mechanizmach pierwszego typu krzywka, będąca tarczą o odpowiednio dobranym kształcie, współpracuje z popychaczem. Podczas obrotu krzywki, dociśnięty do jej powierzchni popychacz wykonuje ruchy prostoliniowe w sposób uzależniony od kształtu krzywki. Popychacze mogą być punktowe (praktycznie nie stosowane) płaskie i krążkowe. W drugim typie mechanizmu krzywkowego krzywka współpracuje nie z popychaczem, lecz z dźwignią wykonującą ruchy wahadłowe.



**Rys. 33.** Mechanizm maltański



**Rys. 34.** Mechanizm śrubowo toczny

Mechanizmy o przerywanym ruchu członu biernego stanowią odrębną grupę mechanizmów. Należą do nich mechanizmy zapadkowe oraz mechanizmy z krzyżem maltańskim, stosowane w najrozmaitszych automatach, np. jako mechanizmy służące do dzielenia.

Główną funkcją takiego mechanizmu jest zamiana ruchu obrotowego w ruch wzdłużny i odwrotnie. Mechanizm śrubowo – toczny składa się z nakrętki tocznej o różnych właściwościach i kształtach oraz ze śruby tocznej (pociągowej). Śruby toczne są rolkowane

lub szlifowane. Dzięki dużej liczbie kulek w nakrętce cały mechanizm charakteryzuje się dużą nośnością i brak luzów pomiędzy śrubą i nakrętką. Dzięki tym właściwościom, wykorzystywane są one w mechanizmach posuwów obrabiarek CNC.

### 4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Czym różni się oś od wału?
2. Co to jest wał korbowy i do czego służy?
3. Jakie zasady obowiązują przy montażu wałów na podporach?
4. W jaki sposób oznacza się łożyska toczne?
5. Czym różnią się łożyska osiowe od łożysk promieniowych?
6. Jakiego kształtu części toczne spotyka się w łożyskach tocznych?
7. Jakie jest przeznaczenie łożysk wahliwych?
8. Kiedy stosuje się łożysku dwurzędowe i wielorzędowe?
9. Do czego służy mechanizm maltański?
10. Jakimi właściwościami charakteryzuje się mechanizm korbowy?

### 4.3.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Wyjaśnij znaczenie symboli opisujących łożysko o znaczone symbolem 6002K 2RS P4 C35 S3.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) odnaleźć w katalogach lub w poradniku ucznia schemat oznaczeń łożysk,
- 2) zidentyfikować pozycje oraz wskazać co symbole na danej pozycji oznaczają,
- 3) opisać łożysko, którego symbol podany jest w treści ćwiczenia,
- 4) porównać sporządzony opis z opisem zawartym w karcie katalogowej.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- karty katalogowe łożysk,
- przybory do pisania.

#### Ćwiczenie 2

Na podstawie oględzin i pomiarów określ symbol łożyska, które wskaże nauczyciel.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) wykonać pomiary – średnicy wewnętrznej, średnicy zewnętrznej i szerokości łożyska,
- 2) określić rodzaj elementów tocznych oraz sposób ich rozmieszczenia,
- 3) określić materiał i kształt z jakiego wykonany jest koszyk łożyska,
- 4) określić rodzaj uszczelnień jaki zastosowano w tym łożysku,
- 5) ustalić symbol łożyska,
- 6) odszukać odpowiednią kartę katalogową i porównać wymiary i budowę,
- 7) jeżeli jakikolwiek parametr się nie zgadza ustalić na nowo symbol i ponownie sprawdzić w kartach katalogowych poprawność dokonanego wyboru.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- łożyska toczne z zatartymi oznaczeniami,
- katalogi łożysk tocznych,
- przyrządy pomiarowe dostosowane do wielkości łożyska: suwmiarka, średnicówka, mikrometr,
- przybory do pisania.

### Ćwiczenie 3

Wykonaj selekcję korbowodów na grupy dla silnika tłokowego czterocylindrowego, ze względu na ich ciężar.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zważyć wszystkie korbowody,
- 2) zanotować wagę każdego z nich,
- 3) wypisać wagi wszystkich korbowodów od najcięższego do najlżejszego,
- 4) podzielić korbowody na grupy po 4 szt. tak, aby w każdej grupie znalazły się korbowody najbardziej zbliżonych wagach,
- 5) odłożyć na bok korbowody nie pasujące do żadnej z grup.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- korbowody w ilości 20 szt,
- waga o działce elementarnej 0,5 g,
- przybory do pisania.

#### 4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) zidentyfikować łożyska toczne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) zinterpretować oznaczenia łożysk tocznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) opisać zasadę działania mechanizmów śrubowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) podzielić korbowody na grupy selekcyjne ze względu na ciężar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określać symbol łożysk na podstawie pomiarów i oględzin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) omówić zasadę działania mechanizmu maltańskiego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

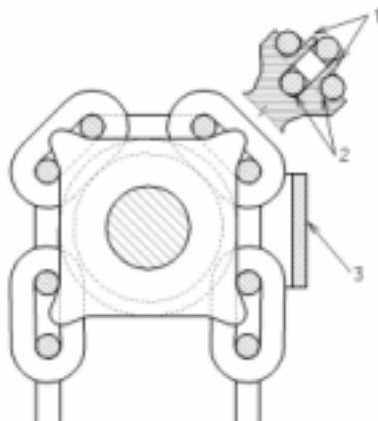
## 4.4. Przekładnie mechaniczne

### 4.4.1. Materiał nauczania

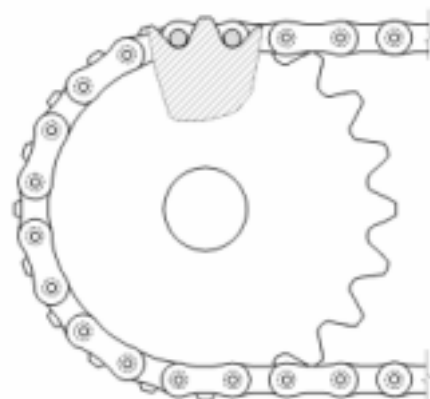
Przekładnia mechaniczna jest to przekładnia, w której zastosowano połączenia mechaniczne w celu uzyskaniu przekazywania mocy i zmiany parametrów ruchu. Ze względu na rozwiązania konstrukcyjne i spełniane funkcje, wyróżnia się następujące rodzaje przekładni mechanicznych:

- Przekładnie cierne są to przekładnie mechaniczne, w których dwa poruszające się elementy (najczęściej wirujące) dociskane są do siebie tak by powstało pomiędzy nimi połączenie cierne. Siła tarcia powstająca pomiędzy elementami odpowiedzialna jest za przeniesienie napędu. Stosunkowo łatwo realizuje się wariatory cierne. Dodatkową zaletą takiej przekładni jest fakt, że spełnia ona także rolę sprzęgła poślizgowego. Wadą przekładni ciernej jest szybkie zużycie powierzchni ciernych, co obniża funkcjonalność przekładni, a także możliwość wystąpienia szkodliwego poślizgu pomiędzy elementami przekładni. Przy większych mocach występują też problemy z chłodzeniem przekładni.
- Przekładnia śrubowa jest przekładnią mechaniczną złożoną z śruby i nakrętki. W przekładni tej zamianie ulega ruch obrotowy jednego z jej elementów na ruch liniowy drugiego. Przekładnia śrubowa ma zwykle niewielką sprawność energetyczną. Gdy kąt wzniosu gwintu śruby  $\gamma$  jest mniejszy od kąta tarcia  $\zeta$  przekładnia śrubowa staje się samohamowna. Jest to zjawisko bardzo pożądane, gdyż przekładnia taka, stosowana w mechanicznych podnośnikach samochodowych, nie wymaga już dodatkowych hamulców
- Przekładnia linowa jest przekładnią, w której cięgnem jest lina. Przekładnie linowe znajdują zastosowanie w przypadkach, gdy moc przenoszona jest na większą odległość (od kilku do kilkunastu metrów), przy dużych obciążeniach i stosunkowo niskich prędkościach.
- Przekładnia łańcuchowa jest przekładnią mechaniczną cięgnową, w której cięgnem jest łańcuch. W takich przekładniach zęby kół łańcuchowych ząbują się z elementami łańcucha przenosząc w ten sposób napęd. W przekładniach łańcuchowych stosuje się dwa typy łańcuchów - zębatkę i tzw. „siodłki”. Ze względu na podobieństwa w konstrukcji tych łańcuchów także koła tych przekładni mają zbliżone konstrukcje. W przekładni z zębatką – rys. 35 a, istotne jest prawidłowe ułożenie się ząbków w gniazdach układu kierowniczego. Ma ona zatem dość prostą geometrię, w której skład wchodzi dwa rzędy zębów (1) chwytających łańcuch i dwa rodzaje gniazd (2), w których łańcuch się układa. Koło jest także zaopatrzone w pałączek (3) zabezpieczający łańcuch przed zsuwaniem się z felgi i pomagający w jego prawidłowym działaniu.

a)



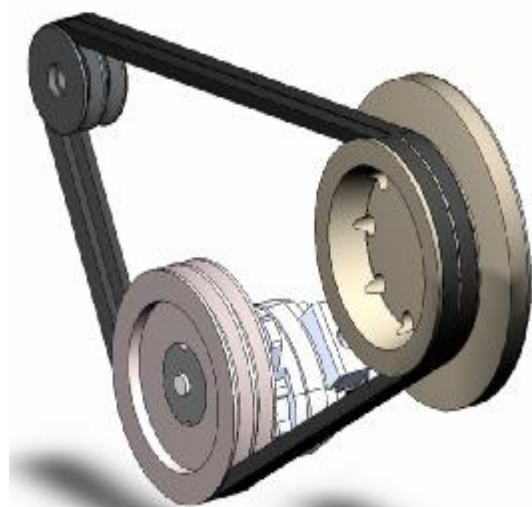
b)



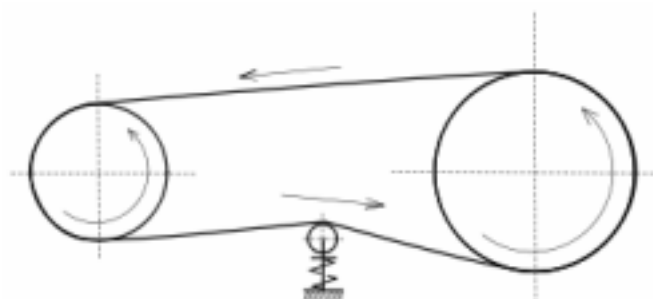
Rys. 35. Przykłady przekładni łańcuchowych



- Przekładnia pasowa jest to przekładnia mechaniczna cięgnowa w której cięgnem jest elastyczny pas obejmujący oba koła pasowe - czynne i bierne. Pasy przekładni pasowych mogą być wykonane ze skóry (płaskie), tkaniny, gumy lub z gumy zbrojonej tkaniną lub stalowymi linkami. W czasie użytkowania przekładni pasowej pasy ulegają dwójakiemu zużyciu. Po pierwsze będąc wykonane z materiałów elastycznych oraz w czasie swej pracy będąc rozciągany ulegają trwałym odkształcenia plastycznym, innymi słowy wydłużają się. W celu uniknięcia niekorzystnego wpływu wydłużania się w przekładniach tego typu niekiedy stosuje się naciągacze pasa. Drugim efektem starzenia się pasa jest utrata jego wytrzymałości na rozciąganie spowodowana, strzępieniem się, drobnymi pęknięciami, przerwaniem elementów zbrojących itd. Z obu powodów pasy muszą podlegać okresowej wymianie. Częstość wymiany specyfikuje dokumentacja urządzenia. Przekładnie pasowe z pasami płaskimi stosowane są do przenoszenia napędu na dalsze odległości, nawet do kilkudziesięciu metrów. Koło pasowe przekładni z pasem płaskim mają kształt baryłkowy, który zapobiega zsuwania się pasa z koła. Przekładnie pasowe z pasami płaskimi, niegdyś w powszechnym użyciu, dziś używane są sporadycznie. Wraz z rozwojem technologii tworzyw sztucznych, gumy i kompozytów, przekładnie z pasami klinowymi znajdują coraz szersze zastosowanie w budowie maszyn. Są one w stanie przenosić duże moce, są sprawne i stosunkowo niezawodne. Dodatkowo zabezpieczają przed przeciążeniem układu spełniając funkcję sprzęgła poślizgowego. W przekładniach z pasami klinowymi pas o przekroju trapezoidalnym wypełnia klinową przestrzeń koła pasowego, tworząc tym samym powierzchnię styku pomiędzy pasem a kołem. Często stosuje się przekładnie wielopasowe, w których na jednym kole z wieloma klinowymi żłobkami pracuje kilka pasów. Przekładnie klinowe służą do przekazania napędu na niewielkie odległości (do 10 m). Zaletą takich przekładni jest zwarta konstrukcja i cicha praca. Teoretyczne przełożenie przekładni pasowej wyraża się zależnością:  $i_t = d_2/d_1$  Gdzie:  $d_1$  - średnica skuteczna koła napędzającego,  $d_2$  - średnica skuteczna koła napędzanego. Rzeczywiste przełożenie jest zmniejszone o poślizg, jakiemu ulega pas na kołach pasowych. Poślizg pasa jest funkcją obciążenia, naciągu wstępnego pasa oraz stopnia jego zużycia. W przekładniach pasowych przekazanie napędu z koła na pas i z pasa na koło odbywa się dzięki połączeniu ciernemu pomiędzy tymi elementami. Jako, że najsłabszym elementem przekładni pasowej jest pas, obliczenia wytrzymałościowe przekładni sprowadzają się do sprawdzenia wytrzymałości pasa na rozciąganie  $k_t$ .



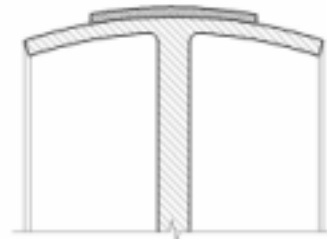
Rys. 36. Widok przekładni pasowej z pasami klinowymi



Rys. 37. Schemat przekładni pasowej z napinaczem pasa

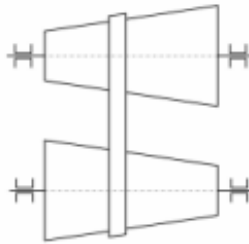


**Rys. 38.** Koło pasowe przekładni pasowej współpracujące z paskiem klinowym



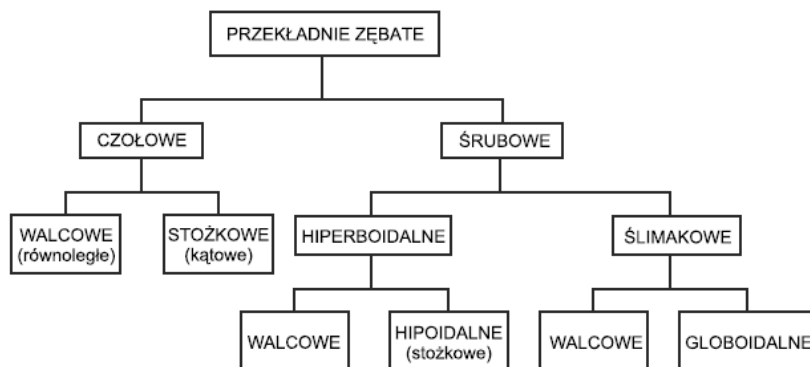
**Rys. 39.** Koło pasowe przekładni pasowej współpracujące z paskiem płaskim

- wariatory pasowe są to przekładnie pasowe, których koła pasowe są szerokie i mają kształt stożków. Tak w przypadku przekładni z pasami płaskimi jak i klinowymi istnieją konstrukcje wariatorów o płynnej zmianie przełożenia. W przypadku pasów płaskich, koła mają kształt stożkowy i są ustawione przeciwbieżnie w stosunku do siebie. Przesuwanie pasa (możliwe także w czasie pracy) powoduje zmianę średnic skutecznych na obu kołach. W przypadku wariatora klinowego zastosowane są koła pasowe o specjalnej konstrukcji. Każde z nich jest złożone z dwóch sekcji, których wzajemne położenie osiowe decyduje o szerokość klinowego otwarcia. Pas klinowy w naturalny sposób zajmuje położenie, w którym jak najszczelniej wypełnia te przestrzenie, zmieniając w ten sposób obie średnice skuteczne.


















**Rys. 40.** Wariator z paskiem płaskim

- przekładnie zębate są to przekładnie mechaniczne, w której przeniesienie napędu odbywa się za pośrednictwem nawzajem zazębiających się kół zębatach.



Podział przekładni zębatach

**Tabela 4. Rodzaje przekładni zębatych**

 <p>Przekładnia walcowa, czołowa, równoległa o zębach prostych.</p>	 <p>Przekładnia walcowa, czołowa, równoległa o zębach prostych, zębatkowa.</p>	 <p>Przekładnia walcowa, czołowa, równoległa o zębach prostych, zębatkowa o zazębieniu wewnętrznym.</p>	 <p>Przekładnia walcowa, czołowa, równoległa o zębach śrubowych.</p>
 <p>Przekładnia walcowa, czołowa równoległa o zębach śrubowych zębatkowa</p>	 <p>Przekładnia walcowa, czołowa równoległa o zębach strzałkowych i daszkowych</p>	 <p>Przekładnia zębata czołowa, stożkowa (kątowa), o zębach prostych.</p>	 <p>Przekładnia zębata czołowa, stożkowa (kątowa), o zębach śrubowych.</p>
 <p>Przekładnia zębata czołowa, stożkowa (kątowa), o zębach łukowych.</p>	 <p>Przekładnia zębata śrubowa, hiperboidalna, walcowa.</p>	 <p>Przekładnia zębata śrubowa, hiperboidalna o zębach stożkowych (hipoidalnych).</p>	 <p>Przekładnia zębata śrubowa, hiperboidalna o zębach stożkowych (hipoidalnych) i dużym przełożeniu.</p>
 <p>Przekładnia zębata śrubowa, ślimakowa, walcowa, o zębach skośnych.</p>	 <p>Przekładnia zębata śrubowa, ślimakowa, walcowa, o zębach śrubowych.</p>	 <p>Przekładnia zębata śrubowa, ślimakowa, globoidalna.</p>	

Przekładnie rozróżnia się ze względu na ilość stopni:

- przekładnia jednostopniowa - w której współpracuje jedna para kół zębatych,
- przekładnia wielostopniowa np. dwustopniowa, trzystopniowa itd. - w której szeregowo pracuje więcej par kół zębatych; przełożenie całkowite przekładni wielostopniowej jest iloczynem przełożeń poszczególnych stopni.

Umiejscowienie zazębienia:

- zazębienie zewnętrzne,
- zazębienie wewnętrzne.

Rodzaj przenoszonego ruchu:

- przekładnia obrotowa - uczestniczą w niej dwa koła zębate,
- przekładnia liniowa - koło zębate współpracuje z listwą zębatą tzw. zębatką. Ruch obrotowy zamieniany jest w posuwisty lub na odwrót.

Wzajemne usytuowanie osi obrotu:

- przekładnia czołowa - w której obie osie obrotu leżą w jednej płaszczyźnie,
- przekładnia walcowa,

- przekładnia stożkowa,
- przekładnia śrubowa (zębata) - w której osie obrotu leżą w dwóch różnych płaszczyznach.

Takie przekładnie występują w dwóch odmianach:

- przekładnia hiperboloidalna (o osiach zwichrowanych),
  - przekładnia ślimakowa (o osiach prostopadłych).
- Przekładnie zębate są najpowszechniej stosowanymi przekładniami w budowie maszyn.

Ich główne zalety, to:

- łatwość wykonania,
- stosunkowo małe gabaryty,
- stosunkowo cicha praca, gdy odpowiednio smarowane,
- duża równomierność pracy,
- wysoka sprawność dochodząca do 98% (z wyjątkiem przekładni ślimakowej).

Natomiast do wad przekładni zębatych należą:

- stosunkowo niskie przełożenie dla pojedynczego stopnia, do prędkości obrotowej
- sztywna geometria,
- brak naturalnego zabezpieczenia przed przeciążeniem.

Przełożenie przekładni zębatej

Przełożeniem przekładni zębatej nazywa stosunek prędkości obrotowej koła napędowego do prędkości obrotowej koła napędzanego.

$$i = n_1 / n_2$$

gdzie:

$i$  – przełożenie przekładni,

$n_1$  – prędkość obrotowa koła napędzającego [obr/min.],

$n_2$  – prędkość obrotowa koła napędzanego [obr/min.].

Przełożenie przekładni można również obliczyć znając ilość zębów kół zębatych tworzących przekładnię.

$$i = z_1 / z_2$$

gdzie:

$i$  – przełożenie przekładni,

$z_1$  – ilość zębów koła napędzanego,

$z_2$  – ilość zębów koła napędzającego.

Dla przekładni dwustopniowej wzór przyjmie postać:

$$i = z_1 / z_2 * z_3 / z_4$$

gdzie:

$i$  – przełożenie przekładni,

$z_1$  – ilość zębów koła napędzanego,

$z_2$  – ilość zębów koła napędzającego pierwszego stopnia przekładni,

$z_3$  – ilość zębów koła napędzającego drugiego stopnia przekładni,

$z_4$  – ilość zębów koła napędzającego drugiego stopnia przekładni.

#### 4.4.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jak klasyfikuje się przekładnie mechaniczne?
2. Jakie zadania realizują przekładnie mechaniczne?
3. Na jakiej zasadzie działają przekładnie cięgnowne?
4. Jakie typy pasów stosuje się w przekładniach pasowych?
5. Jakimi cechami charakteryzują się przekładnie zębate?
6. Co oznacza termin przekładnia wielostopniowa?
7. Co to jest przełożenie przekładni, jak je się oblicza?
8. Jakie znasz typy przekładni zębatych, w których wał napędzający tworzy z wałem napędzanym kąt prosty?

### 4.4.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Oblicz prędkość obrotową koła pasowego które napędzane jest za pomocą paska klinowego o długości 600 mm i szerokości 10 mm, jeżeli koło napędzające obraca się z prędkością 100 obr/min i ma średnicę 120 mm, a koło napędzane ma promień 8 cm. Pomiń poślizg paska na kołach pasowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

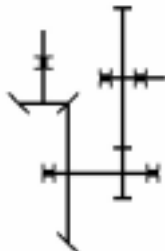
- 1) odnaleźć w poradniku dla ucznia wzór określający przełożenie przekładni,
- 2) wypisać dane – jednolicić jednostki oraz przygotować dane do podstawienia do wzoru,
- 3) wyliczyć przełożenie przekładni,
- 4) wyznaczyć prędkość koła napędzanego.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- kalkulator,
- przybory do pisania,
- literatura wymieniona w pkt. 6 poradnika dla ucznia.

#### Ćwiczenie 2

Opisz właściwości przekładni której schemat przedstawiono na rysunku do ćwiczenia 2. Określ ile stopni ma ta przekładnia oraz wskaż z jakich przekładni elementarnych się ona składa.



Rysunek do ćwiczenia nr 2

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) dokonać analizy schematu,
- 2) zakreślić ołówkiem poszczególne stopnie przekładni,
- 3) określić rodzaj każdego stopnia przekładni,
- 4) opisać właściwości tej przekładni.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- przybory do pisania,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

### Ćwiczenie 3

We wskazanym przez nauczyciela podzespole (np. reduktor tokarki) wskaż wszystkie stopnie przekładni, nazwij je. Wyznacz przełożenie przekładni.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zidentyfikować wszystkie stopnie przekładni,
- 2) narysować schemat kinematyczny przekładni,
- 3) wyznaczyć średnice bądź promienie wszystkich kół pasowych,
- 4) wyznaczyć ilości zębów w przekładniach zębatych,
- 5) ustalić przełożenia każdego stopnia,
- 6) obliczyć przełożenie przekładni wielostopniowej,
- 7) sprawdzić doświadczalnie otrzymany wynik, obracać wałem napędzającym, liczyć ilość wykonanych obrotów tak by wał wyjściowy (bierny) wykonał 10 pełnych obrotów.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- badany podzespół np. zdemontowany częściowo reduktor – zdjęte pokrywy,
- przybory do pisania,
- przyrządy pomiarowe: suwmiarka, mikrometr, przymiar liniowy.

#### 4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) rozróżniać przekładnie mechaniczne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wyznaczać przełożenie przekładni ciernych i zębatych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wskazać wady i zalety podstawowych typów przekładni?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) opisać zasadę działania przekładni łańcuchowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dobrać typ pasa w przekładni pasowej na podstawie koła pasowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić zastosowanie napinaczy w przekładniach pasowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

### INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test pisemny zawiera 20 zadań i sprawdza Twoje wiadomości z zakresu rozpoznawania części maszyn. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi. Wskaż tylko jedną odpowiedź prawidłową. W przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem i skreślić odpowiedź prawidłową. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
5. Kiedy udzielenie odpowiedzi na pytanie będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
6. Na rozwiązanie testu pisemnego masz 40 minut.

Powodzenia!

### ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Prawdziwa definicja rozciągania to
  - a) rozciąganie jest to stan obciążenia materiału wywołany przez parę sił współliniowych i równych co do wartości, lecz o przeciwnych zwrotach, skierowanych na zewnątrz ciała.
  - b) rozciąganie jest to stan obciążenia materiału wywołany przez parę sił współliniowych i równych co do wartości, lecz o zgodnych zwrotach, skierowanych na zewnątrz ciała.
  - c) rozciąganie jest to stan obciążenia materiału wywołany przez parę sił współliniowych i równych co do wartości, lecz o przeciwnych zwrotach, skierowanych do wnętrza ciała.
  - d) rozciąganie jest to stan obciążenia materiału wywołany przez parę sił prostopadłych, równych co do wartości, lecz o przeciwnych zwrotach, skierowanych na zewnątrz ciała.

2. Przekładnia zębata czołowa, stożkowa o zębach prostych to

a)



b)



c)



d)



3. Element wirujący wokół własnej osi, który przenosi momenty obrotowe między zainstalowanymi na nim elementami nazywa się
  - a) koło zamachowe.
  - b) oś.
  - c) wał.
  - d) łożysko toczne.

4. Rodzaj przekładni przedstawiony na rysunku to



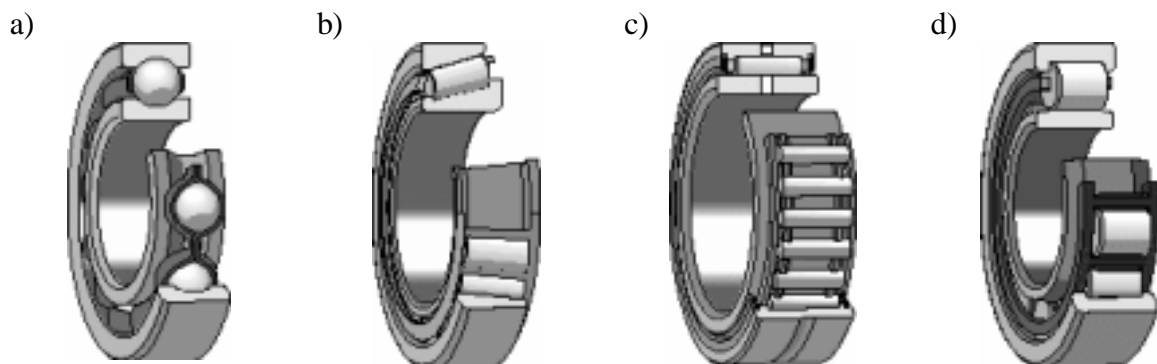
- a) przekładnia zębata śrubowa, ślimakowa, walcowa.
  - b) przekładnia walcowa, czołowa, równoległa o zębach prostych, zębatkowa.
  - c) przekładnia walcowa, czołowa równoległa o zębach śrubowych zębatkowa.
  - d) przekładnia walcowa, czołowa, równoległa o zębach śrubowych.
5. Przekładnia śrubowa ma zastosowanie
- a) do zamiany ruchu obrotowego na ruch obrotowy z zachowaniem kierunku wirowania i zmianą prędkości wirowania.
  - b) do zamiany ruchu obrotowego na ruch obrotowy ze zmianą kierunku wirowania z zachowaniem stałej prędkości wirowania.
  - c) do zamiany ruchu obrotowego na ruch posuwisty.
  - d) do płynnej regulacji prędkości wirowania wału napędzanego.
6. Materiał, z którego nie wykonuje się pasów do przenoszenia ruchu obrotowego w przekładniach pasowych to
- a) skóra.
  - b) guma.
  - c) tkanina.
  - d) mosiądz.
7. Koło zębate bierne (napędzane) ma 36 zęby, jeżeli napędzać je będziemy za pomocą koła zębatego obracającego się z prędkością 24 obr/s i mającego 54 zęby to prędkość obrotowa wyniesie
- a) 24 [obr/min].
  - b) 54 [obr/min].
  - c) 36 [obr/min].
  - d) 16 [obr/min].
8. Mechanizm korbowy służy do zmiany ruchu
- a) do zamiany ruchu postępowego na obrotowy.
  - b) do zamiany ruchu postępowego na obrotowy, lub też ruchu obrotowego na postępowy.
  - c) do zamiany ruchu obrotowego na postępowy.
  - d) do zamiany ruchu postępowego na postępowy.
9. Wskaż typ łożyska przedstawionego na rysunku to



- a) łożysko osiowe.
- b) łożysko promieniowe.
- c) łożysko dwurzędowe.
- d) łożysko skośne.



10. Umieszczony na łożysku indeks RS oznacza
- łożysko chronione przed zanieczyszczeniami z jednej strony blaszką metalową.
  - łożysko chronione przed zanieczyszczeniami z jednej strony uszczelką gumową.
  - łożysko chronione przed zanieczyszczeniami z dwóch stron blaszkami metalowymi.
  - łożysko nie posiada ochrony przed zanieczyszczeniami.
11. Z osią stałą mamy do czynienia, gdy
- oś przytwierdzona jest na stałe do podłoża i jedyny ruch jaki może wykonywać to ruch obrotowy wokół własnej osi.
  - elementy osadzone na stałe na osi wirują razem z nią, natomiast łożyska znajdują się w podporach osi.
  - wszystkie elementy osadzone są na stałe na osi i wraz z nią wirują z tą samą prędkością obrotową.
  - wirujące elementy osadzone są na nieruchomej osi za pomocą łożysk.
12. Funkcje, które nie realizują sprzęgła to
- przenoszenie momentu obrotowego.
  - eliminacja bądź ograniczanie chwilowych – krótkotrwałych wzrostów, bądź spadków prędkości obrotowych (szarpnięcia).
  - zabezpieczania urządzeń napędzanych przed nadmiernym i nieoczekiwanym wzrostem prędkości obrotowej.
  - łączenie wałów w celu skompensowania niewielkich nie współosiowości.
13. Łożysko igielkowe przedstawia rysunek



14. Grupa sprzęgieł, do której należy sprzęgło kłowe to
- sprzęgła przegubowe.
  - sprzęgła sztywne.
  - sprzęgła jednostronne.
  - sprzęgła luźne.
15. Podczas montażu połączenia gwintowanego stosuje się podkładki
- dla zabezpieczenia elementów złącza przed zadrapaniami oraz zmniejszenia prawdopodobieństwa samoodkręcenia się łącznika.
  - dla zamaskowania nierówności wykonanych otworów.
  - dla zabezpieczenia złącza przed korozją.
  - w celu umożliwienia obracania się śruby względem własnej osi w otworach elementów złącza.

16. Skuteczny i bezpieczny sposób połączenia nierozłącznego ze sobą dwóch elementów miedzianych to
- lutowanie twarde.
  - lutowanie łukiem krytym.
  - lutowanie miękkie.
  - lutowanie w osłonie argonu.
17. Grupa połączeń, w której znajdują się tylko połączenia nierozłączne to
- połączenia spawane, lutowane, zgrzewane, klejone, wciskowe, nitowe.
  - połączenia spawane, lutowane, zgrzewane, klejone, wpustowe, nitowe.
  - połączenia kołkowe, lutowane, zgrzewane, klejone, wciskowe, nitowe.
  - połączenia spawane, lutowane, zgrzewane, klejone, śrubowe, nitowe.
18. Łożyska, które powinny być zastosowane do ułożyskowania wału jeżeli nie mamy pewności że osie wału pokrywają się z osiami obudów łożysk to
- łożyska dwurzędowe.
  - łożyska osiowe.
  - łożyska wahliwe.
  - łożyska igielkowe.
19. Jednostką momentu obrotowego jest
- N – niuton.
  - Nm – niutonometr.
  - kPa – kilopascal.
  - kg – kilogram.
20. Siła należy przyłożyć na dłuższym końcu belki, by wprowadzić ją w stan równowagi, jeżeli na drugim końcu przyłożono siłę 20 kN wynosi
- 80 kN.
  - 5 kN.
  - 2 kN.
  - 40 kN.

# KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko.....

## Rozpoznawanie elementów maszyn i mechanizmów

Zakreśl poprawną odpowiedź.

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

## 6. LITERATURA

1. Górecki A.: Technologia ogólna. Podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa 2003
2. Górecki A., Grzegórski Z.: Montaż, naprawa i eksploatacja maszyn i urządzeń przemysłowych. Technologia. WSiP, Warszawa 2003
3. Górecki A., Grzegórski Z.: Ślusarstwo przemysłowe i usługowe. Technologia. WSiP, Warszawa 2003
4. Górski E.: Poradnik narzędziowca. WNT, Warszawa 1997
5. Praca zbiorowa: Poradnik mechanika WNT, Warszawa 1994
6. Jędrzykiewicz Z., Pluta J., Stojek J.: Napęd i sterowanie hydrauliczne. Akademia Górniczo – Hutnicza, 2004