

Strojníctvo

2. ročník

Ing. Mária Jakubechová, Ing. Peter Čerňanský

Považská Bystrica 2011

Názov: Strojníctvo 2. ročník

Autor: Ing. Mária Jakubechová, Ing. Peter Čerňanský

Odborný garant: Ing. Michal Vokoun

Vydavateľ: Stredná odborná škola strojnícka, Považská Bystrica

Obsah

ÚVOD	4
1. ČASTI STROJOV UMOŽŇUJÚCE POHYB	5
1.1. Hriadele – princíp, účel, rozdelenie a použitie	5
1.1.1. Nosné hriadele	6
1.1.2. Hybné hriadele	6
1.2. Čapy – princíp, účel, rozdelenie a použitie	7
1.3. Uloženie	10
1.3.1. Ložiská	10
1.3.1.1. Klzné ložiská	11
1.3.1.1.1. Radiálne klzné ložiská	13
1.3.1.1.2. Axiálne klzné ložiská	16
1.3.1.1.3. Trenie	17
1.3.1.1.4. Mazanie klzných ložísk	18
1.3.1.1.5. Materiály klzných ložísk	20
1.3.1.2. Valivé ložiská	20
1.3.1.2.1. Mazanie valivých ložísk	23
1.3.1.2.2. Uloženie valivých ložísk	24
1.3.1.2.3. Tesnenie valivých ložísk	24
1.4. Rovinné vedenia	25
1.5. Hriadeľové spojky - princíp, účel, použitie a rozdelenie	27
1.5.1. Mechanicky neovládané spojky	28
1.5.2. Mechanicky ovládané spojky	30
1.5.3. Hydraulické spojky	32
1.5.4. Elektrické spojky	33
2. MECHANIZMY	34
2.1. Mechanizmy s tuhými členmi – princíp, rozdelenie a použitie prevodových mechanizmov	34
2.1.1. Trecie prevody	35
2.1.2. Remeňové prevody	36
2.1.3. Reťazové prevody a prevody ozubenými remeňmi	38
2.1.4. Prevody ozubenými kolesami	41
2.1.4.1. Materiál a konštrukcia ozubených kolies	42
2.1.4.2. Základné pojmy pre charakteristiku ozubených kolies	43
2.1.4.3. Prevodovky a mazanie prevodov	44
2.2. Mechanizmy na transformáciu pohybu – princíp, rozdelenie a použitie	45
2.3. Tekutinové mechanizmy	49
2.3.1. Hydraulické mechanizmy	50
2.3.2. Pneumatické mechanizmy	53
Použitá literatúra	55

ÚVOD

Medzi najrozsiahlejšie priemyselné odvetvia u nás patrí strojársky priemysel. Význam strojárskej výroby spočíva v tom, že jeho finálne výrobky tvoria základ pre techniku, bez ktorej sa dnes nedokážeme zaobiť.

Technika si vyžaduje dokonalé strojové súčiastky, aby ich tvar, rozmery, drsnosť povrchu, stupeň presnosti a voľba materiálu zabezpečovali správnu funkciu a spoľahlivosť jednotlivých súčiastok. Takéto kvalitné súčiastky sú schopní vyrobiť na základe platných technických noriem iba kvalifikovaní pracovníci.

V tejto učebnici sa oboznámite s časťami strojov, ktoré umožňujú pohyb (hriadele, čapy, ložiská, vedenia a spojky) a taktiež aj s rôznymi druhmi mechanizmov ako sú. mechanizmy s tuhými členmi (prevody), mechanizmy na transformáciu pohybu a tekutinové mechanizmy.

Učebnica je určená študentom 2. ročníka SOŠ strojníckej pre odbor mechanik nastavovač – programátor CNC strojov a predpokladá aj využitie učebnice P.Vávru a kol.: Strojnícke tabuľky pre SPŠ strojníckej (Alfa-press, Bratislava 2006) a aktívny prístup žiakov k štúdiu. K aktivizácii prístupu by mali prispieť aj úlohy motivačného charakteru, ktoré žiakov vedú k sledovaniu technických informácií v odborných časopisoch a na internete, k práci s technickou dokumentáciou a k cieľavedomému spracovaniu dostupných informácií.

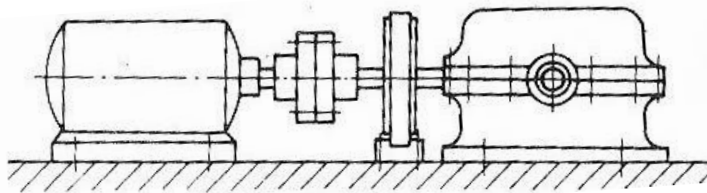
1. ČASTI STROJOV UMOŽŇUJÚCE POHYB

Na prenos otáčavého (rotačného) pohybu a silového zaťaženia (krútiaceho momentu resp. výkonu) z hnacieho stroja (motora) na hnaný (pracovný) stroj slúžia tieto základné časti a súčiastky strojov:

- *hriadele*,
- *hriadeľové čapy*,
- *ložiská*,
- *spojky*.

Na realizáciu posuvného pohybu strojových zariadení slúži *vedenie*.

Na obr.1 je schematicky znázornené hnacie zariadenie, určené napr. na pohon pásového dopravníka. Toto hnacie zariadenie pozostáva z motora, spojky, brzdy a prevodovej skrine (prevodovky).



Obr. 1: Hnacie zariadenie

Zdrojom rotačného pohybu a krútiaceho momentu je motor. Najčastejšie sa používajú elektromotory alebo spaľovacie motory (zážihové a vznetové). Pretože otáčky motora sa väčšinou nezhodujú s otáčkami pracovného stroja, musia sa znížiť na potrebnú hodnotu. Slúžia na to rôzne prevody, ktoré môžu byť reťazové, remeňové alebo ozubenými kolesami. Ak je prevod uzavretý v samostatnej skrini, ide o prevodovku. Remenice, reťazové kolesá alebo ozubené kolesá sú nasadené na hriadeľi a ten je uložený v klzných alebo valivých ložiskách. Tie časti hriadeľa, ktoré sa dotýkajú ložiska, sa nazývajú hriadeľové čapy. Motor je prevodovkou spojený pevnou alebo výsuvnou spojkou. Aby sa pracovný stroj dal kedykoľvek zastaviť. Súčasťou každého hnacieho zariadenia je brzda.

Kontrolné úlohy:

1. Aký je rozdiel medzi hnaným a hnacím strojom?
2. Ktoré strojové časti a súčiastky patria do hnacieho zariadenia?
3. Nájdi vo svojom okolí rôzne druhy hnacích zariadení.

1.1. Hriadele – princíp, účel, rozdelenie a použitie

Základnou súčiastkou, ktorá v podstate umožňuje rotačný pohyb a prenos krútiaceho momentu, je **hriadeľ**. Je to časť stroja, väčšinou valcového tvaru, na ktorej sú nasadené ozubené kolesá, reťazové kolesá, remenice, pojazdové kolesá, spojky, brzdy a pod. Aby hriadeľ mohol vykonávať rotačný pohyb, musí byť uložený aspoň v dvoch ložiskách. Je to v podstate súčiastka určená na prenos výkonu.

Podľa toho, v ktorej časti stroja sa hriadeľ nachádza, rozlišujeme **hriadele hnacie** (napr. hriadeľ elektromotora) a **hriadele hnané** (napr. hriadeľ pracovného stroja).

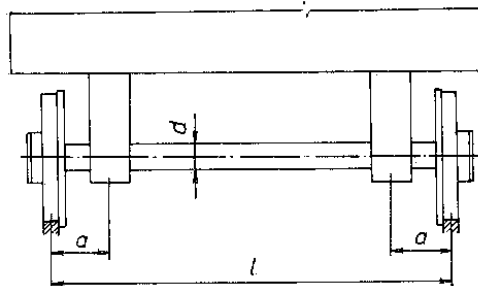
Podľa funkcie a namáhania rozdeľujeme hriadele do dvoch základných skupín, a to na **nosné hriadele** a **hybné hriadele**.

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetli čo je to hriadeľ, aké druhy hriadeľov poznáte a aké majú použitie?

1.1.1.Nosné hriadele

Nosné hriadele sú valcové súčiastky, charakteristické tým, že sú uložené väčšinou nepohyblivo v ráme stroja a neprenášajú krútiaci moment. Namáhané sú iba na ohyb. Ozubené kolesá, remenice, pojazďové kolesá a pod. sú na nosnom hriadeľi uložené pevne alebo otočne. V prvom prípade je vlastný hriadeľ uložený nehybne a v druhom prípade sa otáča v ložiskách. Typickým predstaviteľom nosného hriadeľa je náprava železničného vagóna (obr.2).



Obr.2: Nosný hriadeľ železničného vagóna

Kontrolné úlohy:

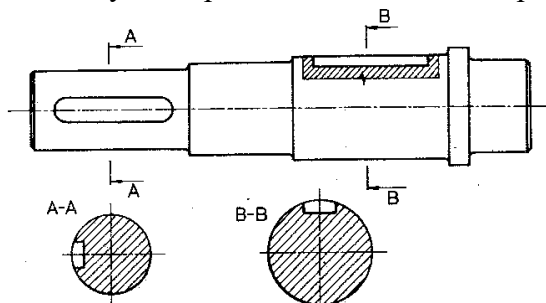
1. Čo je charakteristické pre nosný hriadeľ?
2. Ako sú namáhané nosné hriadele?
3. Vymenuj súčiastky, ktoré môžu byť na nosnom hriadeľi uložené pevne alebo otočne.
4. Popíš nosný hriadeľ železničného vagóna.

1.1.2.Hybné hriadele

Hybné hriadele sa nachádzajú vo všetkých strojoch a strojových zariadeniach. Charakteristické sú tým, že sa vždy nútene otáčajú a prenášajú krútiaci moment. Namáhané sú kombináciou ohybu a krútenia. Na hybných hriadeľoch bývajú upevnené remenice, ozubené kolesá, lanové kotúče, spojky atď. Hriadele sú otáčavo uložené v ložiskách. Typickým predstaviteľom hybných hriadeľov sú hriadele v prevodových skriniach.

Hybné hriadele podľa tvaru a spôsobu použitia rozdeľujeme na plné, duté, kľukové a ohybné.

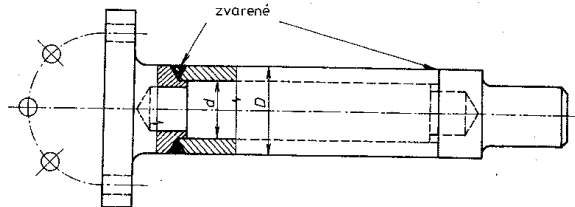
- **Plné (priame) hriadele** sú najčastejšou súčiastkou prevodového mechanizmu. Môžu byť spojovacie, hnacie, predlohovalé alebo hnané. Priame hriadele, ktoré sú zaťažované iba ohybovým momentom, nazývame osami. Priradíme k nim aj nápravy vozidiel. Aby sa dosiahli presné plochy na uloženie nábojov ozubených kolies, reťazových kolies, remenic a pod. a na utvorenie hriadeľových čapov sa musí hriadeľ priemerovo odstupňovať - osadiť.



Obr.3: Plný hybný hriadeľ

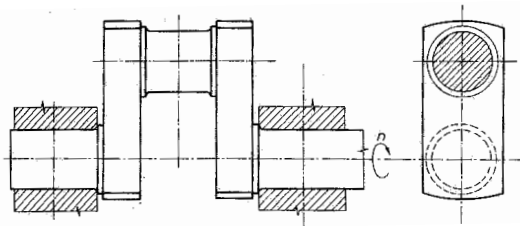
Medzikruhové plochy v miestach osadenia tvoria aj opory na osové poistenie hriadeľov v skrini a kolies na hriadeľi. Na odstupňovaných častiach hriadeľa sú vyfrézované drážky na pozdĺžne klíny alebo perá, alebo je priamo vyhotovené drážkovanie. Na obr.3 je konštrukčné vyhotovenie plného hybného hriadeľa s drážkami.

- **Duté hriadele** (obr.4) sú výrobné nákladnejšie, ale materiál je využívaný hospodárnejšie. Pri rovnakej hmotnosti je schopný prenášať väčšie silové zaťaženie (krútiaci moment, resp. výkon) než plný hriadeľ. Dané je to tým, že pri namáhaní na krútenie alebo ohyb napätie nie je rozložené rovnomerne po celom priereze ako je to napr. pri ťahu alebo šmyku. Najväčšie napätie je na povrchu hriadeľa, pokým jeho stredná časť je namáhaná minimálne. Dutý hriadeľ sa používa pri veľkých vzdialenostiach ložísk, pri ľahkých konštrukciách (lietadlové a lodné motory) alebo tam, kde pracujú dva hriadele v sebe (tzv. teleskopický hriadeľ).



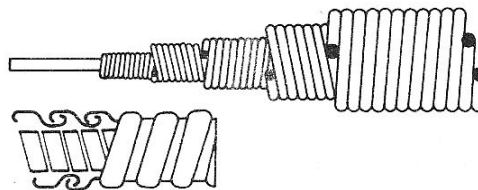
Obr. 4: Dutý zváraný hriadeľ

- **Kľukové (zalomené) hriadele** (obr.5) sú súčasťou kľukového mechanizmu, ktorý mení priamočiary vratný pohyb na otáčavý a naopak. Používa sa v spaľovacích motoroch, piestových čerpadlách, kompresoroch a pod. Slúži na premenu rotačného pohybu na priamočiary vratný pohyb (pri piestových čerpadlách) alebo na premenu priamočiareho vratného pohybu na rotačný pohyb (pri spaľovacích motoroch) a zároveň na prenos silového zaťaženia. Vyrábajú sa z kovaných polovýrobovkov.



Obr.5: Kľukový hriadeľ

- **Ohybné hriadele** (obr.6) sa používajú na prenos malých krútiacich momentov s vyosením hnacej a poháňanej časti hriadeľa často aj s pružným záberom napr. pri ručných brúskach a zubných vrtáčkách. Aby sa zabezpečila potrebná ohybnosť hriadeľa, zhotovuje sa z drôtu, navinutého v niekoľkých vrstvách na seba. Povrch ohybných hriadeľov chránia gumové hadice alebo špeciálne upravené tkanivá, ktoré okrem povrchovej ochrany zvyšujú aj únosnosť hriadeľov.



Obr.6: Ohybný hriadeľ

Kontrolné úlohy:

1. Čo je charakteristické pre hybné hriadele?
2. Čím sa odlišujú hybné hriadele od nosných hriadeľov?
3. Aké druhy hybných hriadeľov poznáte a kde sa používajú?
4. Ako sú namáhané hybné hriadele?

1.2. Čapy – princíp, účel, rozdelenie a použitie

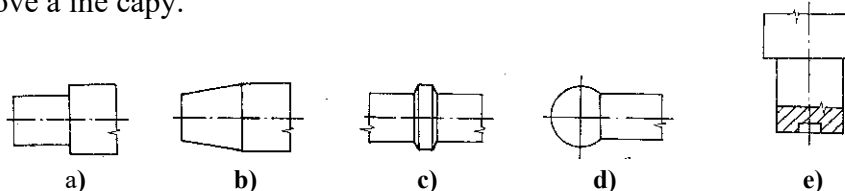
Časť hriadeľa, ktorá je uložená v ložisku, sa nazýva čap (hriadeľový čap). Čapom sa taktiež nazýva aj samostatná spojovacia súčiastka valcového tvaru.

Reakcie vyvolané zaťažením, sa dotykovou plochou čapov prenášajú do ložiskových panví.

Podľa smeru pôsobenia zaťaženia rozoznávame :

- *radiálne hriadeľové čapy* – reakcia pôsobí kolmo na hriadeľ,
- *axiálne hriadeľové čapy* – reakcia pôsobí v osi hriadeľa.

Podľa tvaru klzných plôch, funkcie a použitia sa čapy delia na tieto základné druhy: valcové, kužeľové, prstencové, guľové a pätné (nožné) (obr.7). V praxi sa používajú aj napr. hrotové, hrebeňové a iné čapy.



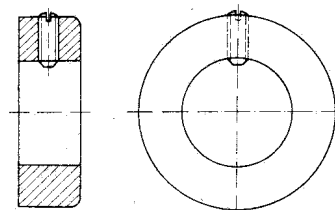
Obr.7: Základné druhy hriadeľových čapov: a – valcový, b – kužeľový, c – prstencový, d – guľový, e – pätný (nožný)

- **Valcové čapy** – sú to najčastejšie používané hriadeľové čapy. Môžu byť axiálne alebo radiálne (obr.8 a,b).



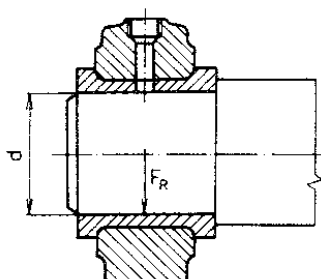
Obr. 8: Valcový hriadeľový čap: a - radiálny, b - axiálny

Vodorovne uložené hriadele s valcovými čapmi sa proti osovému posunutiu v ložiskách zabezpečujú hriadeľovými nákrúžkami vytočenými na hriadeľi alebo pevne na ne uloženými (nalisovanými) prstencami alebo nastavovacími krúžkami (obr.9), ktoré musia zabrániť posuvu hriadeľa spôsobenému teplotnou rozťažnosťou materiálu čapu a ložiska.



Obr.9: Nastavovací krúžok

Tieto čapy prenášajú iba radiálne zaťaženie. Konštrukčné usporiadanie valcového čapu v radiálnom klznom ložisku je na obr.10. Puzdro ložiska je súosové s osou rotácie čapu deleného telesa ložiska. Veko telesa ložiska má otvor, kde sa naskrutkuje maznica na prívod maziva cez puzdro ložiska. Ložisko sa maže mazadlom.

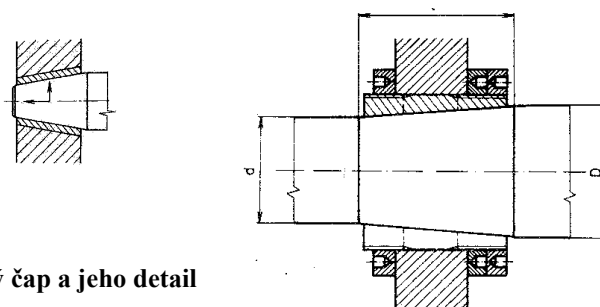


Obr. 10: Uloženie valcového čapu v klznom ložisku

Prípadné axiálne zaťaženie čapu sa musí zachytiť iným spôsobom, napr. axiálnym ložiskom.

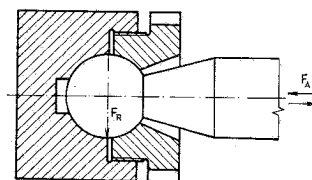
Valcové čapy slúžia taktiež na uloženie otáčajúcich sa častí na nosnom hriadeľi (napr. pojazďových kolies).

- **Kužel'ové čapy** – používajú sa vtedy, keď hriadeľ je zaťažený nielen v radiálnom, ale aj v axiálnom smere, pretože sú schopné prenášať radiálne aj axiálne zaťaženie. V prípade, že treba axiálne vymedziť polohu náboja kola, zabezpečíme to pomocou kužel'ového čapu (obr.11), na ktorom sa nachádza delená objímka z vnútornej strany kužel'ovito upravená a na vonkajšej valcovej ploche má na oboch koncoch závit pre naskrutkovanie matic. Matice axiálne zachytávajú náboj kola v príslušnej polohe.



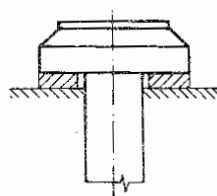
Obr.11: Nastavovací kužel'ový čap a jeho detail

- **Gul'ový čap** - je v telese ložiska prichytený vekom s vonkajším závitom (obr.12). Čap prenáša radiálne a axiálne sily s obmedzeným kužel'om výkyvu. Tieto čapy dovoľujú aj určité naklonenie hriadeľa. Používajú sa v prípadoch, kde silové zaťaženie mení smer pôsobenia, prípadne tam, kde počas prevádzky hriadeľ mení svoju polohu. Sú náročné na presnosť výroby.



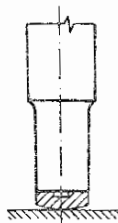
Obr.12: Gul'ový čap v telese ložiska

- **Prstencové čapy** (obr.13) – prenášajú iba axiálne zaťaženie. Ak sú klzné plochy prstencového čapu zrezané, čap je schopný preniesť aj určité radiálne zaťaženie.



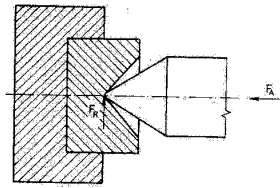
Obr.13: Prstencový čap

- **Pätné (nožné) čapy** (obr.14) – používajú sa na zachytenie silového zaťaženia, ktoré pôsobí v zvislom smere. Aby sa zlepšili klzné vlastnosti čapu, v strednej časti klznej plochy je vybranie. Pätný čap má ako jediný z uvedených hriadeľových čapov rovinnú klznú plochu.



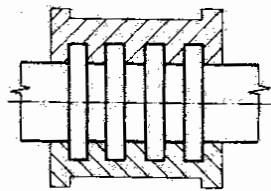
Obr.14: Pätný čap

- **Hrotový čap** (obr.15) - sa často používa pri prenose radiálnych a axiálnych malých zaťažení, a to najmä v prístrojovej technike (napr. v hodinárstve). Materiál čapu je konštrukčná ocel' kalená, brúsená a ložisko býva z tvrdého kovu, niekedy aj vzácných kameňov odolných proti opotrebovaniu s dobrými klznými vlastnosťami.



Obr.15: Hrotový čap v telese ložiska

- **Hrebeňové čapy** (obr.16). Podľa smeru zaťaženia sa rozdeľujú na radiálne a axiálne. Niektoré čapy môžu prenášať zaťaženie v oboch smeroch, prípadne v ktoromkoľvek smere.



Obr.16: Hrebeňový čap v telese

Kontrolné úlohy:

1. Čo sú hriadeľové čapy?
2. Ktoré druhy hriadeľových čapov poznáte a na čo sa používajú?
3. Charakterizujte jednotlivé druhy hriadeľových čapov.

1.3. Uloženie

Uloženie je také spojenie súčiastok, ktoré umožňuje ich vzájomný otáčavý alebo posuvný pohyb. Všeobecné rozdelenie uloženia je v schéme č. 1.

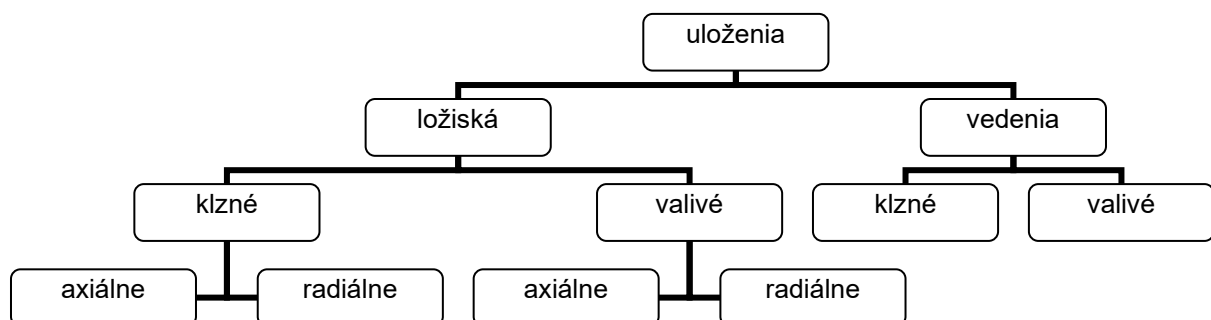


Schéma č.1: Všeobecné rozdelenie uloženia

Kontrolné úlohy:

1. Definujte čo je to uloženie?
2. Vymenujte aké druhy uloženia poznáte.

1.3.1. Ložiská

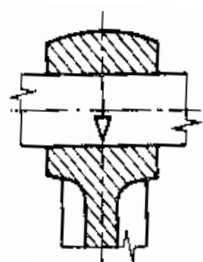
Ložiská sú strojové súčiastky, ktoré sú určené na zabezpečenie polohy pevných častí, na otáčavé uloženie čapov a hriadeľov a taktiež aj na prenášanie zaťaženia z hriadeľa do rámu stroja.

Podľa druhu styku hriadeľa alebo čapu s ložiskom ich rozdeľujeme na:

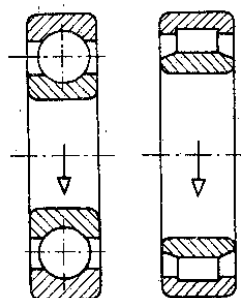
- **klzné ložiská**, pri ktorých sa hriadeľ alebo čap styka s ložiskom na valcovej alebo rovinnej ploche.
- **valivé ložiská**, pri ktorých styk hriadeľa s ložiskom sa uskutočňuje nepriamo prostredníctvom valivých teliesok, napr. guľiek, valčekov, ihličiek, kuželíkov, súdočkov a pod. V tomto prípade je styk valivých teliesok s obežnou plochou bodový alebo priamkový.

Klzné a valivé ložiská rozdeľujeme podľa smeru zaťaženia na:

- **radiálne ložiská** – zaťaženie pôsobí v kolmom smere na os ložiska (obr. 17 a 18).

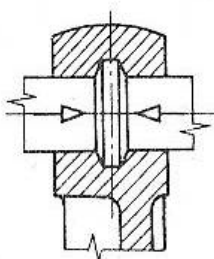


Obr.17: Smer zaťaženia klzného radiálneho ložiska

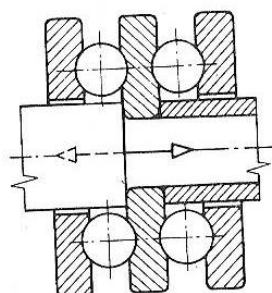


Obr.18: Smer zaťaženia guľkového a valčkového ložiska

- **axiálne ložiská** – zaťaženie pôsobí v smere osi ložiska (obr.19 a 20).



Obr.19: Smer zaťaženia klzného axiálneho ložiska



Obr.20: Smer zaťaženia guľkového axiálneho ložiska

Kontrolné úlohy:

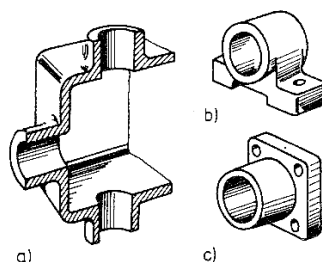
1. Charakterizujte ložiská.
2. Ako rozdeľujeme ložiská?
3. Popíšte ako pôsobí zaťaženie u radiálnych a axiálnych ložísk.
4. Vymenujte praktické príklady použitia rôznych druhov ložísk.

1.3.1.1. Klzné ložiská

V klzných ložiskách sa hriadeľ priamo styka s ložiskom v klznej valcovej ploche. Klzné ložiská sa skladajú z *ložiskového puzdra* a *ložiskového telesa*.

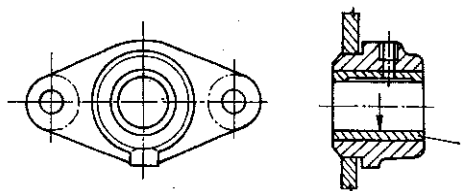
Ložiskové puzdro je uložené v ložiskovom telese. Puzdro býva nedelené alebo delené na dve alebo viac panví. Z toho dôvodu rozdeľujeme klzné ložiská do dvoch skupín a to:

- *nedelené klzné ložiská* bývajú konštrukčne veľmi jednoduché. Zvyčajne sú vytvorené priamo v nosnej konštrukcii z jednoduchšej rúrky, alebo sú priskrutkované na rám stroja (obr.21).



Obr.21: Rôzne druhy rúrkových ložísk

Tieto ložiská môžu mať aj puzdro (obr. 22), panvu, alebo aj panvu s výstelkou,

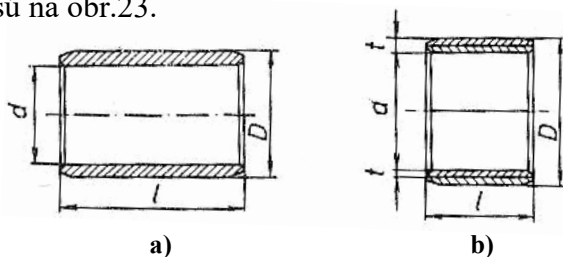


Obr. 22: Ložisko s puzdrom:
1 – puzdro ložiska

- *delené klzné ložiská* majú obvykle deliacu rovinu umiestnenú v osi hriadeľa. Ložisko je tak rozdelené na veko a spodok. Tieto dve časti sú navzájom spojené skrutkami.

Ložiskové puzdro môže byť zhotovené s výstelkou alebo bez výstelky. Puzdro s výstelkou je zložené z oporného, väčšinou oceľového puzdra a z vrstvy klzného materiálu tzv. výstelky.

Panva je vsadená do ložiskového telesa a poistená proti posunutiu a pootočeniu. Príklady ložiskových puzdier sú na obr.23.



Obr.23: Ložiskové puzdrá: a - bez výstelky, b - s výstelkou

Ložiskové teleso má obvyčajne zložitý tvar a býva vyrobené z liatiny. Na ložiskové puzdrá (panvy) sa kladú celkom iné požiadavky ako na ložiskové telesá. Preto ložiskové teleso má samostatnú panvu alebo puzdro. Tieto súčasti možno pri opotrebovaní ľahko vymeniť, čiže netreba vymieňať celé zložené a zamontované ložiskové teleso.

Z funkčného hľadiska rozdeľujeme klzné ložiská na:

- **hydrodynamické ložiská**, ktoré pracujú s dostatočným prívodom oleja do mazacej medzery medzi klznými plochami. Pri ich relatívnom pohybe sa vytvára nosný film. V strojníctve sa používajú najčastejšie,
- **hydrostaticky mazané ložiská**, ktoré si vytvárajú tlakový nosný mazací film prívodom mazadla čerpadlom,
- **ložiská s obmedzeným mazaním** pracujúce v širokej oblasti zmiešaného trenia s malým množstvom oleja alebo plastického mazadla,
- **samomazné pórovité ložiská**, obsahujúce v svojej pórovitej kostre olej alebo iné mazadlo, ktoré počas chodu ložiska vystupuje na klzné plochy a maže ich,
- **samomazné ložiská s tuhými mazadlami**, ktoré obsahujú mazadlo priamo vo svojej štruktúre.

Často sa používa kombinácia hydrodynamického a hydrostatického mazania, pričom hydrostatické mazanie funguje v režime rozbehu a dobehu stroja, a tým zabraňuje opotrebovaniu najmä pri ťažkých strojoch.

Výhody klzných ložísk:

- značná odolnosť proti rázom a pret'azeniu,
- sú výrobné jednoduché,
- pri veľkých rozmeroch sú oveľa lacnejšie ako valivé ložiská,
- ľahká a rýchla montáž pri oprave alebo výmene,
- umožňujú presné uloženie,
- sú menej citlivé na otrasy a prach,
- dovoľujú menšiu ložiskovú vôľu než bežné valivé ložiská,
- veľká, správne mazaná plocha tlmí kmity, nárazy a hluk.

Nevýhody klzných ložísk:

- veľký súčiniteľ trenia a menšia únosnosť pri rozbehu a dobehu,
- pomerne veľká stavebná dĺžka, a tým aj vyššia hmotnosť,
- väčšia spotreba mazadla,
- nevyhnutný zábeh,
- závislosť ich únosnosti a trvanlivosti od vlastností mazadla, čiže pri nesprávnom mazaní veľká náchylnosť na zadretie.

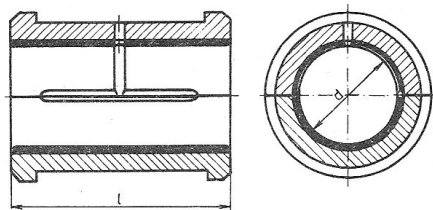
Použitelnosť mazania klzných ložísk v praxi je uvedená v tabuľke č.1.

Kontrolné úlohy:

1. Prečo majú klzné ložiská puzdrá alebo panvy?
2. Ako rozdeľujeme klzné ložiská podľa funkcie?
3. Uveďte výhody a nevýhody klzných ložísk.

1.3.1.1.1. Radiálne klzné ložiská

Radiálne klzné ložiská umožňujú otáčanie hriadeľa a zachytávajú zaťaženie kolmé na jeho os. V stykových plochách vzniká pri pohybe šmykové trenie. Energia vznikajúca z klzného trecieho odporu sa mení na teplo, ktoré pri nežiaducom náraste môže spôsobiť zadretie čapu v ložisku. Preto sa klzné plochy musia mazať a musíme pre ne zvoliť vhodné materiály s priaznivými klznými a inými vlastnosťami. Výstelka je spravidla z ložiskového kovu (cínové a olovené kompozície). Puzdro je vyhotovené z nedelenej rúrky najčastejšie z ocele, bronzu, mosadze alebo aj zo spekaných ložiskových kovov a plastu. Panvy sú najčastejšie dvojdielne a používajú sa pri delených ložiskách namiesto puzdier. Panvy sú časti vysoko namáhaných ložísk. Puzdro a panvy sú buď z ložiskového materiálu, buď z bežných konštrukčných materiálov (sivá liatina, oceľ a iné) s výstelkou (obr.24).



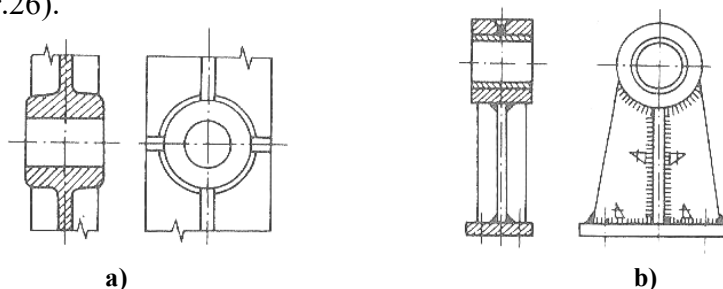
Obr.24: Dvojdielna ložisková panva s kompozíciou výstelkou

Klzné plochy čapov hriadeľov bývajú cementované, nitridované alebo povrchovo kalené a jemne brúsené, aby sa čo najmenej opotrebovali. Viac sa opotrebovávajú puzdrá a panvy, prípadne výstelky, ktoré sa pri nadpriemernom zväčšení vôle vymenia.

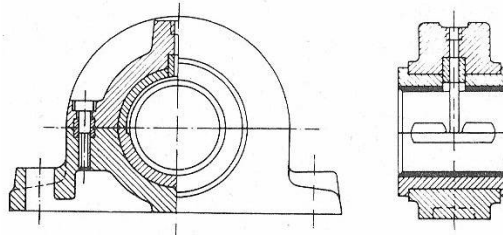
Klzná ložiská												
Vlastnosti	s hydrodynamickým mazaním						s			s		
	radiálne			axiálne			s hydrostatickým mazaním			s aerostatickým mazaním		
	puzdra a panvy	parciálne ložiská	ložiská s viacerými plochami	pevné segmenty	naklápacie segmenty		radiálne	axiálne		radiálne	axiálne	
Únosnosť radiálna axiálna	vysoká —	stredná , —	stredná —	— stredná	— stredná		vysoká —	malá —	veľmi malá —	veľmi malá —	malá až stredná	malá až stredná
Obvodová rýchlosť čapu ($m \cdot s^{-1}$)												
	do 1	nevhodná	nevhodná									
	do 3	nevhodná	nevhodná	nevhodná	nevhodná							
	do 15 nad 15	veľmi dobre vyhovuje	veľmi dobre vyhovuje	veľmi dobre vyhovuje	veľmi dobre vyhovuje							
Teplota ložiska do 0 do 100 nad 200		nevhodná vyhovuje závisí od mazadla		nevhodná vyhovuje závisí od mazadla								
Treť odpor statický kinetický		malý veľmi malý veľká		malý veľmi malý								
Trvanlivosť		dobré malé malé		stre malé								
Ťlmenie vibrácií												
Hlučnosť pri vyšších otáčkach												

Tabuľka č.1: Použitie nosť klzných ložísk

Radiálne klzné ložiská môžu byť **nedelené** čiže *jednodielne* (rúrkové ložiská obr.25 a,b) alebo **delené** (obr.26).



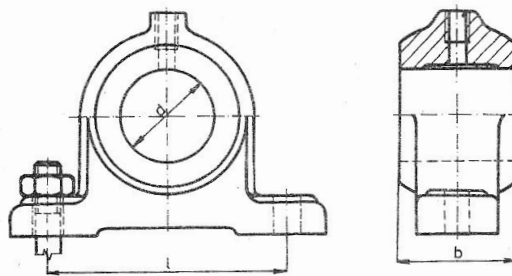
Obr.25: Rúrkové ložisko: a) odliate spolu s rámom stroja, b) zvárané s puzdrom



Obr. 26: Ložiská s delenou panvou

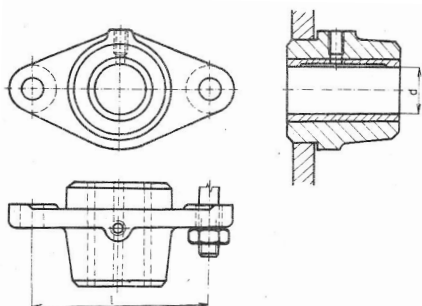
V skupine **nedelených radiálnych ložísk** sú najznámejšie rúrkové ložiská, ktoré podľa spôsobu spojenia panvy s rámom môžu byť stojaté, prírubové alebo konzolové.

- **Stojaté rúrkové ložisko** (obr.27) má pätky na upevnenie na vodorovnej dosadacej ploche na rám stroja.

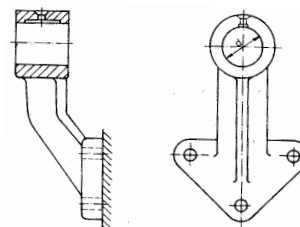


Obr.27: Stojaté rúrkové ložisko

- **Prírubové rúrkové ložisko** (obr.28) je uložené na zvislej stene rámu stroja alebo oceľovej konštrukcie. Pre menšie priemery čapov býva príruha oválna iba pre dve upevňovacie skrutky. Prírubové ložiská pre čapy väčších priemerov majú štvorhranné alebo kruhové príruby.
- **Konzolové rúrkové ložisko** (obr.29) býva pripevnené na zvislú stenu.



Obr.28: Prírubové rúrkové ložisko



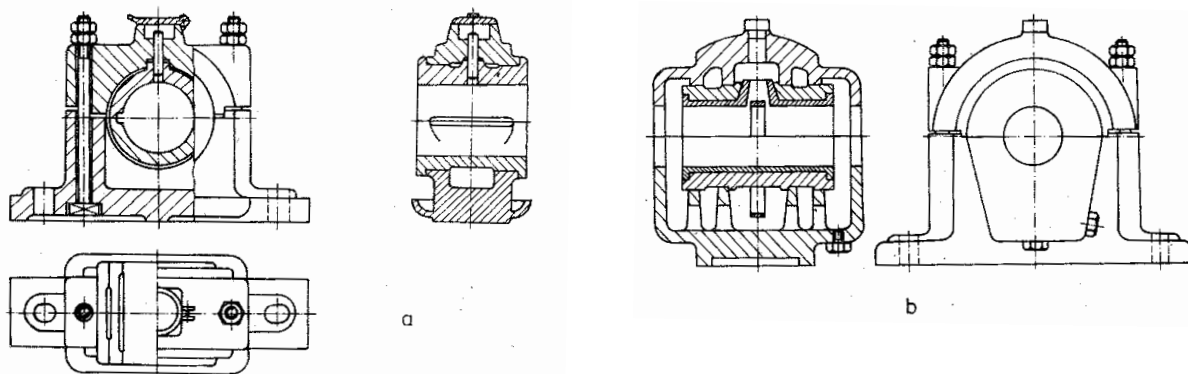
Obr.29: Konzolové ložisko

Vhodne umiestnenými priečnymi otvormi na rúrkovej panve sa privádza mazadlo. Rúrkové ložiská sa používajú len vtedy, keď možno hriadeľ vkladat' v smere osi rotácie čapu. Oprava týchto ložísk sa spája s demontážou hriadeľa a všetkých ostatných častí, ktoré sú na ňom pripevnené. Rúrkové ložiská sa používajú pri zdvíhadlách a kladkostrojoch, ktoré majú malé rýchlosti a prerušovaný chod. Pri použití pre väčšie zaťaženie musia mať puzdro.

Delené ložisko (obr.30a) má deliacu rovinu prechádzajúcu zvyčajne osou hriadeľa. Ložisko sa tým rozdelí na dve časti. Po sňatí veka sa dá poškodená panva opraviť bez demontáže hriadeľa. Ak ložisko s delenou panvou má krúžkové mazanie, je v ložiskovom telese uzavretá komora naplnená olejom (obr.30b). Vo veku je odliaty otvor na kontrolu funkcie mazacieho krúžku a dopĺňovanie oleja. Dno komory má výpustný otvor a príslušná náplň oleja je kontrolovateľná skrutkou.

Kontrolné úlohy:

1. Popíšte zloženie radiálneho klzného ložiska.
2. Opíšte základné druhy radiálnych klzných ložísk.

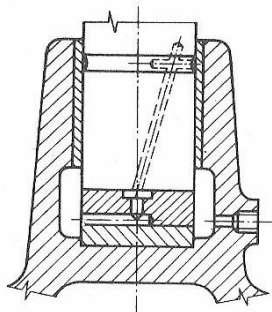


Obr. 30: Radiálne ložisko: a - s delenou panvou, b - s delenou panvou a krúžkovým mazaním

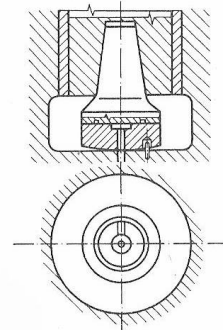
1.3.1.1.2.Axiálne klzné ložiská

Axiálne klzné ložiská prenášajú sily pôsobiace v osi hriadeľov. Nosné plochy týchto ložísk sú buď kruhové, alebo medzikruhové a navzájom rovnobežné, kolmé na os čapu.

Najjednoduchšie axiálne klzné ložiská majú rovinné klzné plochy a pri zaťažení osovým tlakom úplne na seba dosadnú. Šmyková rýchlosť sa zväčšuje so vzdialenosťou osi ložiska a v miestach stredu ložiska (kde $v = 0$), nevzniká kvapalinové trenie, ale len medzné (hraničné) trenie. Preto sa napríklad pri **pätných ložiskách** vyhotovuje vybratie, do ktorého sa zavádza mazadlo (obr.31). Účinnejšia je výstredná mazacia drážka v dosadacej ploche (obr.32).



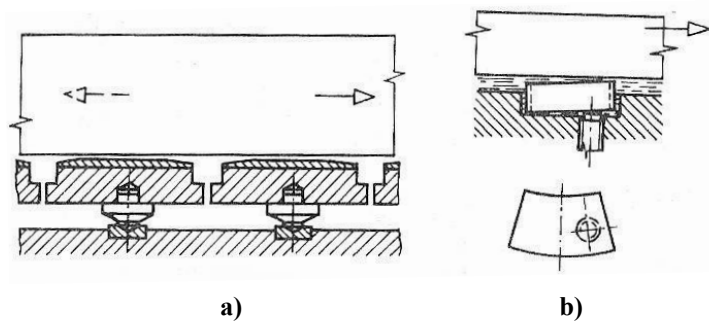
Obr.31: Pätné ložisko so stredovou mazacou drážkou



Obr.32: Pätné ložisko s výstrednou mazacou drážkou

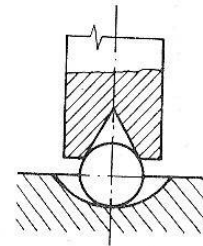
Segmentové ložiská (obr.33) majú pohyblivé segmenty, ktoré sa počas prevádzky samočinne naklápajú okolo hrany alebo guľovej plošky v závislosti od hydrodynamických pomerov v mazacej vrstve. Segmenty môžu mať dve klinové plochy s opačným sklonom pre

otáčanie v oboch zmysloch. Ložiská sa používajú na zachytenie najväčších osových tlakov, najmä pri parných turbínach, vodných turbínach, lodných hriadeľoch a pod.



Obr. 33: Segmentové ložisko: a - pre striedavý zmysel otáčania, b - jednosmerné

V presnej mechanike sa používajú ložiská čapové, guľkové a nožové. V podstate sú to pätné ložiská. Na obr.34 je znázornené axiálne uloženie ložiska.



Obr.34: Axiálne uloženie ložiska v presnej mechanike

Kontrolné úlohy:

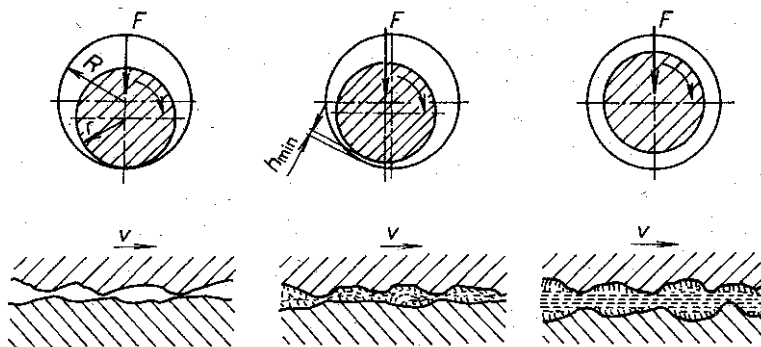
1. Popíšte axiálne klzné ložisko.
2. Opíšte pätné a segmentové ložiská.

1.3.1.1.3.Trenie

Odpor, ktorý brzdí vzájomný pohyb súčiastok, nazývame **trením**. Ak súčiastky po sebe klúžu, vznikajúci odpor nazývame *klzným trením*, pri odvaľujúcich sa súčiastkach ho nazývame *valivým trením*. Trenie sa zmiernuje mazaním, t.j. udržiavaním nosnej vrstvy maziva medzi stykovými plochami po sebe sa klzúcich súčiastok.

V klznom ložisku môžu nastať tri druhy trenia (obr.35):

- **suché trenie** vzniká pri rozbiehaní alebo zastavení – plochy sú bez mazania, čo spôsobuje ich veľké opotrebenie, zahrievanie až na teplotu tavenia materiálu ložiska, čo môže zapríčiniť, že sa ložisko zadrie,
- **polosuché trenie** vzniká pri malých otáčkach, pri rozbehu a dobehu, ako aj pri zmene zmyslu pohybu a pri rázovom zaťažení. Mazanie nie je dostatočné, vzniká adhézia mazadla na trecie plochy a tým vzniká aj značné opotrebenie plôch,
- **kvapalinové trenie** vzniká pri vyšších otáčkach. Čím sú otáčky vyššie tým viac mazadla sa privádza do medzery a tým viac stúpa tlak v klinovo sa zužujúcej medzere. Pri tomto trení čap „pláva“ v súvislom olejovom filme, plochy sa neopotrebovávajú a trenie je nepatrné.



Obr.35: Suché, polosuché a kvapalinové trenie

Správne mazanie klzného ložiska zaručuje jeho veľkú trvanlivosť, t.j. chráni ho pred rýchlym opotrebením a znižuje straty energie spôsobené trením na minimum. Veľkosť trenia a opotrebenia pritom závisí od:

- pracovných podmienok ložiska (tlak, rýchlosť, teplota a pod.),
- vlastností mazadla, jeho prietoku a tlaku,
- konštrukčných podmienok.

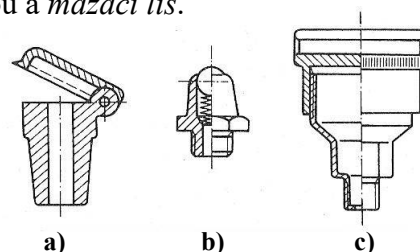
Kontrolné úlohy:

1. Čo je to trenie?
2. Aký je rozdiel medzi klzným a valivým trením?
3. Popíšte kedy vzniká suché, polosuché a kvapalinové trenie?
4. Od čoho závisí veľkosť trenia a opotrebenia?

1.3.1.1.4. Mazanie klzných ložísk

Veľké strojové zariadenia (napr. turbíny, kompresory a pod.) používajú *obehové mazacie sústavy so samočinným mazaním* doplnené poistným zabezpečovacím zariadením pre prípad výpadku elektrickej energie. Podstatou údržby je dopĺňanie stavu mazadla, periodická kontrola chladičov a čistenie filtrov. Taktiež kvapkacie a samočinné maznice a mazacie krúžky nevyžadujú trvalú obsluhu. Obsluhu prakticky nevyžadujú samomazné ložiská na báze uhlíkových materiálov plnených teflónom.

Na mazanie sú najčastejšie používané mazacie zariadenia zobrazené na obr.36 a to: *klapka* alebo *mazacia zátka*, *Staufferova maznica* na plastické mazadlo, taktiež aj *knôtová maznica*, *kvapkacia maznica*, *samočinná maznica* plnená mazacím lisom, *mazacia hlavica s guľkou* pritláčanou pružinou a *mazací lis*.



Obr.36: Mazacie zariadenie a - klapková maznica, b - mazacia zátka, c - Staufferova maznica

Krúžkové mazanie pomocou deleného krúžku v olejovom kúpeli je jednoduché, nevyžaduje filter, pretože spláchnuté nečistoty sa usadia na dne vane. Ďalšími spôsobmi mazania sú napr. *mazanie olejovým kúpeľom*, pri ktorom otáčajúce sa časti sú čiastočne ponorené do oleja, ktorý sa odstrekuje odstredivou silou z rotujúcich častí alebo pomocou osobitného odstredivého krúžku na hornej stene ložiska, ako aj mazanie olejovou hmlou.

Veľmi rozšírené je *obehové mazanie* pomocou zubového čerpadla, ktoré olej nasáva z nádrže a vytláča ho do ložísk. Pri obehu sa olej zároveň čistí a chladí.

Z kvapalných mazadiel sa najčastejšie používajú *minerálne oleje* (ropné) pre ich dobrú viskozitu.

Plastické mazadlá (mazacie tuky) sú v podstate minerálne oleje zahustené mydlom, lojom a inými prísadami.

Tuhé mazadlá sa vyznačujú veľkou príľnavosťou a chemickou stálosťou.

Voda sa ako mazadlo používa pri studňových čerpadlách, riečnych bagroch a všade tam, kde by bol olej vodou vyplavovaný.

V tabuľke č.2 je uvedený prehľad mazacích sústav a ich praktické využitie.

Mazanie olejom	krátkodobé	prietokové	ručná olejnička	nedokonalé mazanie, vhodné pre nenáročné podmienky pri klzných ložiskách a vedeniach
			kvapkacia maznica	na klzné ložiská a vedenia pri stredných rýchlostiach a tlakoch, veľká spotreba oleja
			olejová hmľa	na valivé ložiská pri vysokých obvodových rýchlostiach
			ručný mazací lis	na klzné ložiská, vedenia a kĺby pri malých rýchlostiach a prerušovanom chode
			mechanický mazací lis	na klzné ložiská a čapy pri malých rýchlostiach a vysokých tlakoch, na mazanie veľkých strojových zariadení
	dlhodobé	beztlakové	krúžkové	na radiálne klzné ložiská so zaťaženou spodnou panvou, nevhodné pre malé rýchlosti na
knôtové brodivé (olejový kúpeľ) rozstrekovacie,			radiálne klzné ložiská so zaťaženou hornou panvou na axiálne klzné ložiská, valivé ložiská (malé rýchlosti), ozubené prevody s nízkou obvodovou rýchlosťou na prevodovky, malé piestové stroje a kľukové stroje a kľukové mechanizmy	
tlakov		obehové vstrekovaním oleja	na vysokootáčkové vretená, veľké prevodovky, turbíny, valcovacie stolice a pod. na mazanie valivých ložísk	
Mazanie tukom	beztlakové	Staufferova maznica samočinná maznica	na mazanie klzných ložísk s malými tlakmi a obvodovými rýchlosťami, na dopĺňanie tuku do valivých ložísk	
		komorový spôsob brodením	používa sa výnimočne na mazanie neprístupných klzných ložísk s malými tlakmi a malými obvodovými rýchlosťami na klzné ložiská veľkého priemeru s malými obvodovými rýchlosťami (papiernické stroje, valcovacie zariadenia) núdzový spôsob, na mazanie valivých ložísk a ozubených kolies	
		tlakové	ručný (nožný) lis mechanický mazací prístroj	na mazanie klzných ložísk, čapov a kĺbov na mazanie jednotlivých ložísk alebo centrálne mazanie viacerých ložísk

Tabuľka 2: Prehľad mazacích sústav a ich praktické využitie.

Kontrolné úlohy:

1. Uveďte druhy mazadiel a ich použitie.
2. Uveďte prehľad mazacích sústav a ich použitie

1.3.1.1.5. Materiály klzných ložísk

Aby sme zlepšili klzné vlastnosti klzných ložísk, používame na výrobu puzdier a výsteliek vhodné materiály. Na výrobu puzdier sa používajú vysoko kvalitné materiály s pevnosťou až okolo 500 MPa. Puzdrá a panvy majú byť pokiaľ možno tenkostenné. Je zaujímavé, že odolnosť proti cyklickému namáhaniu je pri tenkostenných výstelkách niekoľkonásobne väčšia než pri hrubostenných. Musia byť odolné aj voči oteru. Veľkej únosnosti tenkostennej výstelky musí teda zodpovedať aj únosnosť puzdra. Vylievanie hrubostenného puzdra je obťažné, finančne a časovo náročné.

Najlepšie klzné vlastnosti majú **zliatiny cínu a olova**. Dobré klzné vlastnosti majú všetky **bronz**y. Vhodný je tzv. ložiskový kov – **kompozícia**. Má veľkú prednosť, že sa nezadrie. Pri vyššej teplote sa roztaví a vytečie. Používa sa na kľukových hriadeľoch v spaľovacích motoroch.

Sivá liatina sa na výrobu klzných uložení môže použiť v obmedzenom rozsahu. Použiteľná klzná rýchlosť je 0,5 až 5 m/s, chod musí byť pokojný bez nárazov a vzhľadom na jej vysokú krehkosť musia sa použiť kalené a brúsené čapy.

Okrem ložiskových puzdier z uvedených kovových materiálov (zliatiny, bronzu a kompozícií) sa vyrábajú klzné ložiská, prípadne ich výstelky zo spekaných kovov, tmelených kovových práškov, z plastov, prípadne z gumy.

Spekané kovy sú zmiešaniny práškových kovov (medi, cínu, zinku, ocele, bronzu) s grafitom. Panvy, vložky a puzdrá sa vylisujú v presných formách pod tlakom 300 až 400 MPa a pri teplote asi 800°C. Pri lisovní sa zrnká zmesi spečú. Ešte teplá panva sa ponorí do oleja a póry v materiáli ložiska sa zaplnia pôsobením kapilárnych síl olejom. Tento olej podstatne prispieva k mazaniu klzných plôch. Pórovitá látka, nasiaknutá olejom môže pracovať až 5000 pracovných hodín bez prívodu oleja. Z uvedeného dôvodu sa tieto ložiská nazývajú samomazné. Pretože sa ložiská zo spekaných kovov vyrábajú s veľkou presnosťou (0,01mm), netreba ich obrábať. Pretože ložiskové kovy neznášajú rázové namáhanie, do ložiskových telies sa musia vlisovať iba v lise. Nevýhodou je aj ich nízka tepelná vodivosť a pevnosť v ohybe. Ich výhodou je nehluknosť, bezpečné mazanie a nízka cena.

Tmelené kovové prášky sú zmiešaniny kovových zŕn, spojené syntetickými živcami. Spôsob výroby, použitie a montáž klzných ložísk z týchto materiálov sú podobné ako výroba ložísk zo spekaných kovov (lisovacie tlaky a teploty sú nižšie).

Plastmi (teflón) sa v súčasnosti v mnohých prípadoch nahrádzujú neželezné ložiskové kovy. Majú dobré klzné vlastnosti, nízku hmotnosť, odolávajú chveniu a dobre tlmia rázy. Tieto puzdrá dobre pohlcujú olej a pri prevádzke spotrebujú málo mazadiel. Nevýhodou puzdier vyrobených z plastov je ich malá tepelná vodivosť a zväčšovanie rozmerov vplyvom tepla.

Výstelky ložísk z **technickej gumy** sa používajú len v ložiskách, ktoré sú v stálom styku s vodou (čerpadlá, lodné stroje). Ako mazadlo sa používa voda. Vrstva mäkkej gumy je navulkanizovaná do oceľového puzdra. Výstelka má pozdĺžne drážky, aby mohla voda dobre zatekať do ložiska.

Kontrolné úlohy:

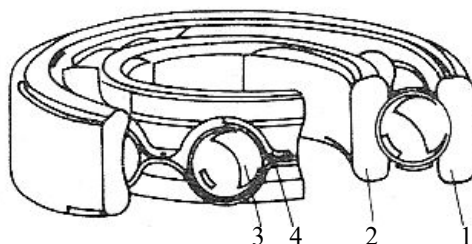
1. Uveďte z akých materiálov sa vyrábajú klzné ložiská?
2. Popíšte jednotlivé druhy materiálov pre výrobu klzných ložísk!

1.3.1.2. Valivé ložiská

Valivé ložiská majú oproti klzným ložiskám veľa predností, napr. menší súčiniteľ trenia, a tým menšie straty na výkone, zjednodušujú konštrukciu a údržbu strojov, zmenšujú spotrebu mazadla a umožňujú použiť väčší počet otáčok.

Okrem niektorých špeciálnych konštrukcií sa skladá obyčajne valivé ložisko (obr.37) z nasledovných častí:

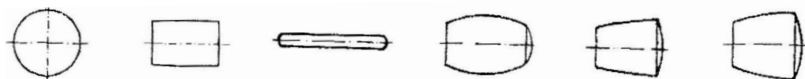
- vnútorného krúžku uchyteného na hriadeľovom čape,
- vonkajšieho krúžku, ktorý je pevne uložený v ráme,
- valivých teliesok,
- klietky.



Obr.37: Názvy častí valivého ložiska

1 – vonkajší krúžok, 2 – vnútorný krúžok, 3 – valivé telieska, 4 - klietka

Na vnútornej ploche vonkajšieho krúžku a na vonkajšej ploche vnútorného krúžku sú obežné dráhy, po ktorých sa odvaľujú valivé telieska. Klietka v ložisku má taký význam, že udržiava valivé telieska v rovnomernej vzdialenosti od seba a zabráňuje ich vzájomnému styku. Ako valivé telieska sa používajú guľky, valčeky, ihly, súdky a kuželíky (obr.38).



Obr.38: Tvary valivých teliesok

teliesok

Ložiskové krúžky a valivé telieska sú vyrobené z nízkoalloyovanej chrómovej ocele, ktorá je kalená a popúšťaná tak, že dosahuje tvrdosť 60 až 65 HRC.

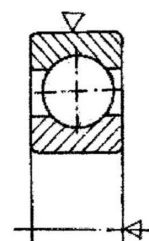
Klietky sa väčšinou lisujú z oceľového plechu. Sú ľahké a umožňujú dobrý prístup mazadla do ložiska. Ložiská väčších rozmerov majú klietky vyrábané sústružením a vŕtaním alebo frézovaním z mosadze, ocele, liatiny, ľahkých kovov alebo plastu.

Valivé ložiská delíme podľa niekoľkých hľadísk:

- podľa druhu valivých teliesok sa rozdeľujú na guľkové (s bodovým stykom) a na valčekové, súdkové, kuželíkové, ihlové (s priamkovým stykom),
- podľa konštrukčného usporiadania valivých teliesok ich rozdeľujeme na jednoradové, dvojradové a viacradové ložiská,
- podľa smeru pôsobiacej sily delíme ložiská na *radiálne*, *axiálne* a *kombinované*.

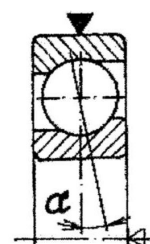
V praxi sú najčastejšie používané tieto druhy valivých ložísk:

- **Jednoradové guľkové ložisko** (obr.39) má na oboch krúžkoch pomerne hlboké obežné dráhy, bez plniaceho otvoru a je rozoberateľné. Optimálnou veľkosťou guľiek a ich primknutím k obežným dráham dosahuje relatívne vysokú únosnosť. Môže zachytávať radiálne i axiálne zaťaženia v oboch smeroch a je vhodné pre vysoké frekvencie otáčania. Je najrozšírenejším druhom valivých ložísk.



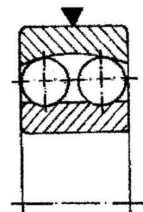
Obr.39: Jednoradové guľkové ložisko

- **Jednoradové guľkové ložisko s kosouhlým stykom** (obr.40) je radiálno-axiálne ložisko v jednom smere. Má obežné dráhy v takej polohe, že spojnice ich styčných bodov s guľkami zvierajú s kolmicou na os ložiska ostrý tzv. stykový uhol. Čím väčší je stykový uhol α , tým väčšia je axiálna únosnosť. Je nerozoberateľné. Vhodné pre veľmi presné uloženia, napr. pre pracovné vretená obrábacích strojov.



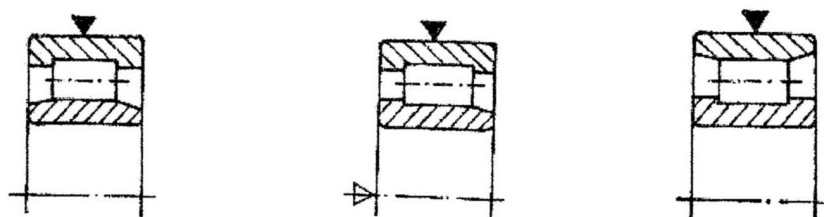
Obr.40: Jednoradové guľkové ložisko s kosouhlým stykom

- **Dvojradové naklápacie (samonastaviteľné) guľkové ložisko** (obr.41) má dva rady guľiek a guľovú obežnú dráhu vo vonkajšom krúžku. Tým je umožnené určité naklopenie vnútorného krúžku voči vonkajšiemu krúžku okolo stredu ložiska bez toho, aby sa tým narušila správna funkcia ložiska. Je nerozoberateľné. Únosnosť je len o málo väčšia než pri jednoradových ložiskách. Používa sa tam, kde sa predpokladá väčšia odchýlka súosovosti dier, prípadne priehyb hriadeľa.



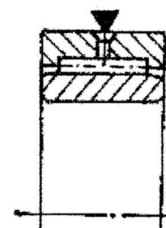
Obr.41: Dvojradové naklápacie (samonastaviteľné) guľkové ložisko

- **Jednoradové valčekové ložisko** (obr.42) v porovnaní s rovnako veľkým guľkovým ložiskom má až o 60% vyššiu únosnosť. Taktiež má aj vyššiu tuhosť, takže je vhodné aj pre premenlivé a nárazové **zaťaženie**. Pri pevnom uložení krúžkov sa môže použiť aj pri vysokých otáčkach, pričom je hlučnejšie.



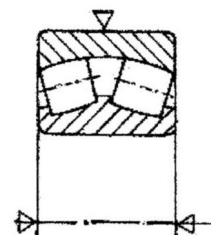
Obr.42: Jednoradové valčekové ložisko

- **Ihľové ložisko** (obr.43) má malú výšku prierezu a relatívne vysokú únosnosť, takže sú vhodné zvlášť pre uloženia s obmedzeným priestorom v radiálnom smere. Sú vhodné pre nižšie otáčky, kývavý pohyb a nárazové zaťaženie, napr. uloženie piestnych čapov, výkyvných pák, kladiek, v ojniciach pre dvojvŕtákové a štvŕtákové motory a pod.



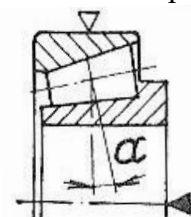
Obr. 43: Ihľové ložisko

- **Dvojradové súdkové ložisko** (obr.44) má dva rady súdkov so spoločnou guľovou dráhou na vonkajšom krúžku. Táto vnútorná konštrukcia ložiska umožňuje vzájomné naklopenie krúžkov. **Ložisko** môže prenášať veľké radiálne a súčasne pôsobiace i axiálne zaťaženia v oboch smeroch. Výroba je náročná a ložiská sú drahé.



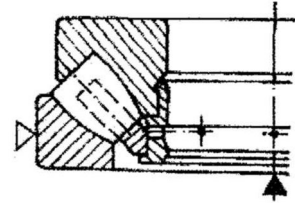
Obr.44: Dvojradové súdkové ložisko

- **Jednoradové kuželikové ložisko** (obr.45) má jeden rad kuželikov, ktoré sa funkčným čelom opierajú o vodiaci nákrúžok vnútorného krúžku. V dôsledku veľkého počtu kuželikov majú tieto ložiská vysokú únosnosť v radiálnom a axiálnom smere. Má rozsiahle použitie, napr. pri kolesách automobilov, traktorov, v prevodovkách a rozvodových skrinách.



Obr.45: Jednoradové kuželikové ložisko

- **Axiálne súdkové ložisko** (obr.46) má veľký počet nesymetrických súdkov s dobrým primknutím k obežným dráham hriadeľového a telesového krúžku, a preto sú vhodné na zachytávanie veľkého zaťaženia pre relatívne vysokej frekvencii otáčania. Vyžaduje mazanie olejom. Používa sa pri veľkých prevodovkách, vertikálnych otáčavých elektrických strojoch, na axiálne vedenia valcov valcovacích stolíc.



Obr.46: Axiálne súdkové ložisko

- **Špeciálne valivé ložiská** sú spravidla nenormalizovaných rozmerov, prípadne sú vyrobené z iného materiálu ako je oceľ na valivé ložiská. Sú určené pre uloženia v strojoch, zariadeniach a v prístrojoch, kde konštruktér z rôznych dôvodov nemôže použiť normalizované ložiská.

Výhody valivých ložísk:

- majú menší trecí moment, preto môžu pracovať aj pri nižších prevádzkových teplotách,
- trenie pri rozbehu nie je prakticky väčšie ako počas prevádzky,
- valivé ložiská (až na výnimky) nepotrebujú zábeh,
- ložiská môžu byť úplne zaťažené aj v pokoji a aj pri všetkých prevádzkových stavoch,
- sú odolnejšie proti zadretiu aj pri dlhom čase bez mazania,
- majú malú spotrebu mazadla,
- schopnosť pracovať pri vysokých prevádzkových teplotách (200-230°C),
- sú normalizované a výmena poškodeného ložiska je jednoduchá,
- majú menšie osové dĺžky ako pri klzných ložiskách.

Nevýhody valivých ložísk:

- väčšie priemery ako klzné ložiská,
- sú hlučné,
- je značná možnosť vzniku kontaktných napätí, a tým obmedzenie životnosti ložiska,
- ložiská vyrábané v malých počtoch sú drahé.

Kontrolné úlohy:

1. Uveďte prednosti valivých ložísk v porovnaní s klznými ložiskami.
2. Z čoho sa skladá valivé ložisko?
3. Ako sa rozdeľujú valivé ložiská?
4. Uveďte výhody a nevýhody valivých ložísk.

1.3.1.2.1.Mazanie valivých ložísk

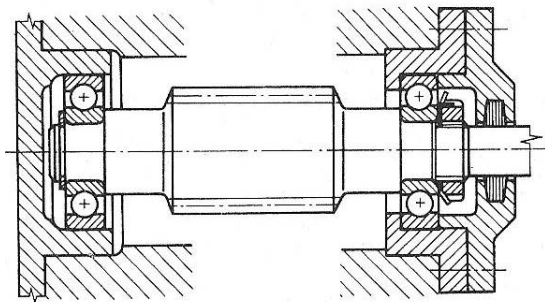
Všetky guľkové a valčekové ložiská okrem axiálnych súdkových ložísk sa môžu mazat' špeciálnym tukom na valivé ložiská alebo minerálnym olejom. Tuk pomáha utesňovaniu, a preto sa olej zvolí iba vtedy, keď je to nevyhnutné. Pri bežnom mazaní olejovým kúpeľom musí sa hladina oleja v pokoji udržiavať pod stredom najnižšieho valivého telesa. Pri vysokej prevádzkovej teplote sa používa mazanie s núteným obehom oleja. Problémy s mazaním a tesnením ložísk pomôže vyriešiť mazanie olejovou hmlou. Olej sa privádza k ložiskám a vzduch unikajúci tesniacou škárou zabráňuje vnikaniu prachu do ložiskových telies. Na zloženie mazadla platia rovnaké podmienky ako pri klzných ložiskách.

Kontrolné úlohy:

1. Uved'te druhy mazadiel, ktoré sú vhodné pre mazanie valivých ložísk.
2. Porozprávajte o prevádzke a údržbe valivých ložísk.

1.3.1.2.2.Uloženie valivých ložísk

Hriadele sa najčastejšie ukladajú v dvoch jednoradových guľkových ložiskách, ktoré sú lacné a majú univerzálne vlastnosti. Na obr.47 je uloženie hriadeľa závitovky. Pravé ložisko je pevne uchytené v skrini a zabezpečuje osovú polohu hriadeľa. Ľavé ložisko je posuvné v axiálnom smere a vyrovnáva teplotné dilatácie hriadeľa. Pevné ložisko prenáša axiálne zaťaženie a má väčší rozmer. Poloha vnútorného krúžku je zabezpečená maticou. Ložiská sa často montujú proti osadeniu hriadeľa bez osobitného axiálneho poistenia vnútorného krúžku. Prípustné je to vtedy, keď sa nevyskytujú axiálne zaťaženia, ktoré by mali snahu stiahnuť ložisko z hriadeľa. Ložiská sú uložené v spoločnom telese a prípadné osové zaťaženie tlačí jedno alebo druhé ložisko proti osadeniu hriadeľa.



Obr.47: Praktická konštrukcia uloženia hriadeľa závitovky

Kontrolné úlohy:

1. Na konkrétnych príkladoch uved'te možnosti uloženia valivých ložísk.
2. Opíšte uloženie hriadeľa závitovky.

1.3.1.2.3.Tesnenie valivých ložísk

Tesnenie ložiskového priestoru je veľmi dôležité, pretože nečistoty, vlhkosť a iné škodlivé látky, ktoré vniknú do ložiska, majú naň vždy škodlivý vplyv a často ho úplne vyradia z prevádzky. Tesnenie má tiež zabrániť unikaniu maziva z ložísk a z úložného priestoru. Preto musí byť tesnenie riešené vždy s ohľadom na prevádzkové podmienky stroja alebo zariadenia, konštrukciu uloženia, spôsob mazania, predpokladané možnosti údržby a ekonomickosť jeho výroby a praktické použitie. V praxi možno uskutočniť tesnenie nasledovnými spôsobmi:

- **Tesnenie bezdotykové**, pri ktorom je medzi neotáčajúcou sa a otáčajúcou sa časťou iba úzka štrbina, ktorá sa niekedy vyplňuje plastickým mazivom. Pri bezdotykovom tesnení nemôže dôjsť k opotrebeniu súčastí v dôsledku trenia, a preto je toto tesnenie možné použiť i pri najvyšších obvodových rýchlostiach a je tiež vhodné pre vysoké prevádzkové teploty. Je to tzv. *štrbinové tesnenie*.
Ďalším veľmi účinným tesnením je labyrintové tesnenie, ktorým je možné zvýšiť tesniaci účinok zvýšením počtu labyrintov, alebo predĺžením tesniacich štrbín.
- **Tesnenie trecie** je vytvorené z pružného alebo mäkkého, avšak dostatočne pevného a nepriepustného materiálu, ktorý je vložený medzi otáčajúcu a neotáčajúcu sa súčasť. Trecie tesnenie je väčšinou jednoduché a lacné a je vhodné pre najrôznejšie konštrukcie. Jeho nevýhodou je klzné trenie dotýkajúcich sa povrchov, a tým i obmedzená možnosť jeho použitia pre vysoké obvodové rýchlosti. Najjednoduchšie je tesnenie s plstenými krúžkami. Je vhodné pre prevádzkové teploty – 40 až +80 °C.

Ďalším veľmi rozšíreným spôsobom tesnenia je tesnenie hriadeľovými krúžkami (guferá). Tieto sa vyrábajú zo syntetickej gumeny a sú vystužené kovovou výstuhou. Hriadeľové krúžky možno použiť pre prevádzkové teploty od -30 až $+110$ °C.

Okrem uvedených najbežnejších tesniacich krúžkov existujú ešte ďalšie konštrukcie trecieho tesnenia s použitím zvlášť tvarovaných tesniacich krúžkov z gumeny, plastov, a pod. alebo špeciálnych pružných kovových krúžkov. Toto tesnenie sa volí buď pre uloženie s veľkými nárokmi na tesnenie ložiskového priestoru (veľké znečistenie okolia, vysoká teplota, vplyv chemických látok), alebo z ekonomických dôvodov pri výrobkoch hromadnej a veľkosériovej výroby.

- **Tesnenie kombinované** sa využíva pri zabezpečovaní zvýšeného tesniaceho účinku kombináciou tesnenia bezdotykového a trecieho. Takéto tesnenie sa využíva v prostrediach s vysokým obsahom nečistôt a vlhkosti, napr. pri valcoch valcovacích stolíc a pod.

Kontrolné úlohy:

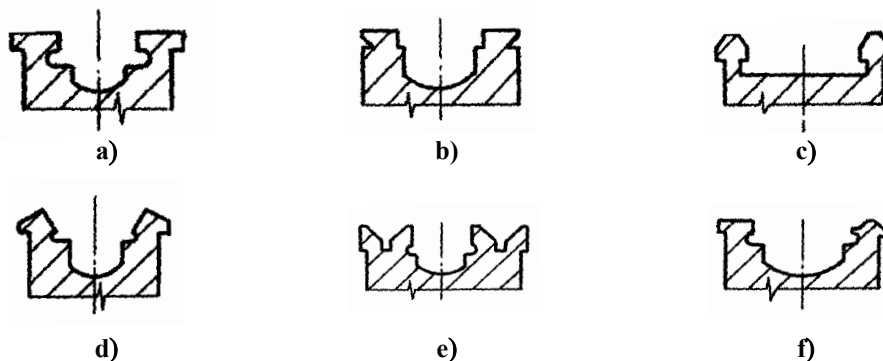
1. Uveďte aký význam má tesnenie valivých ložísk?
2. Vymenujte a popíšte spôsoby tesnenia valivých ložísk pri rôznych možnostiach ich praktického využitia.

1.4. Rovinné vedenia

Vedenie je spojenie dvoch súčiastok, ktoré zabezpečuje posuvný, najčastejšie priamočiary pohyb. Pohyb sa uskutočňuje na vodiacich plochách (dráhach). S vedením sa najčastejšie stretávame na obrábacích strojoch (sústruhoch, frézovačkách, vŕtačkách), na bucharoch, strojových nožniciach, lisoch a pod. Vedenie je umiestnené na lôžku alebo ráme stroja. Sú to tzv. vodiace lôže.

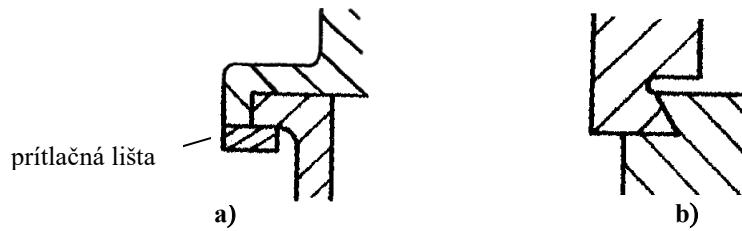
Najčastejšie využívané sú vedenia: klzné, valivé, hydrodynamické, hydrostatické, servostatické a aerostatické.

- **Klzné (šmykové) vedenia** - môžu tvoriť rovinné plochy, valcové plochy (puzdro, stĺpik), vedenia skrutkovými plochami (pohybová, vodiaca skrutka). Klzné plochy bývajú z liatiny, z kalenej ocele, alebo z plastu. K telesám strojov sú klzné plochy priskrutkované. Klzné dráhy sa mastia privádzaním mastiva a jeho rozvádzaním po celej dráhe. Trenie pri malých rýchlostiach pohybujúcich sa súčiastok klzných vedení je polosuché. Pri vyšších rýchlostiach sa medzi stykovými plochami vytvorí olejový film a polosuché trenie prechádza na kvapalinové trenie. Priamočiare klzné vedenia môžu mať rôzne typy dráh (obr.48) napr. plochú, rybinovitú, c - prizmatickou, d - strechovitú, e - tvaru V, f - kombinovanou.



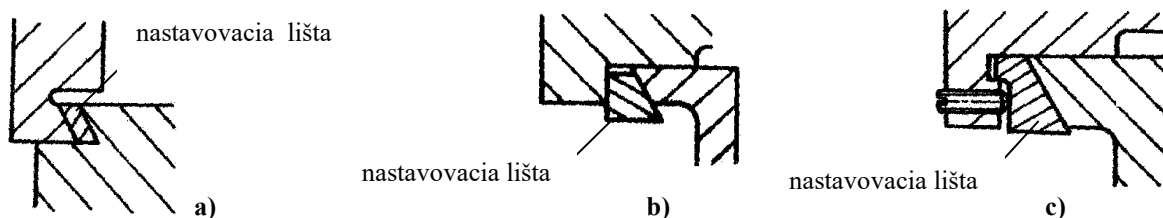
Obr.48: Priamočiare vedenia s dráhou: a - plochou, b - rybinovitou, c - prizmatickou, d - strechovitou, e - tvaru V, f - kombinovanou

Nadvihovaniu súčiastok pri plochom vedení zabraňuje prítlačná lišta (obr.49a). V rybinovom vedení (obr.141b) so sklonom plôch 55° sa ako klzné plochy najčastejšie zvolia dolné plochy.



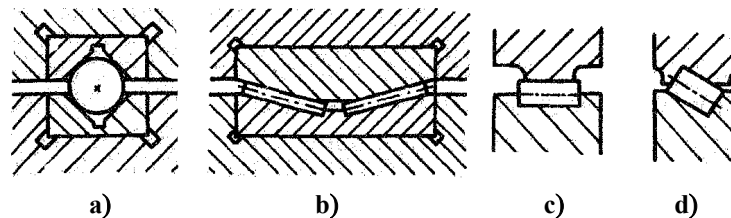
Obr.49: Varianty plochých vedení: a - s prítlačnou lištou, b – pevné rybinovité vedenie

Vedenie môže byť pevné alebo nastaviteľné. Pevné vedenie vyžaduje zdĺhavejšie prilícovanie. Nastaviteľné vedenie má nastavovaciu lištu (obr.50a,b,c) s prierezom tvaru rovnobežníka alebo lichobežníka, pričom sa dá nastavovať vôľa, prípadne aj spevniť vedenie.



Obr.: 50: Ploché vedenia s nastavovacími lištami rôznych tvarov

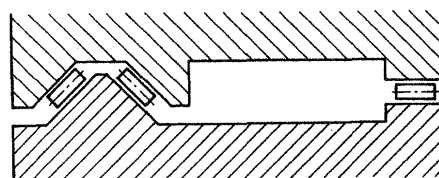
- **Valivé vedenia** (s valivým uložením) - majú medzi vodiacími plochami iba valivé trenie. Valivými telieskami sú guľky, ihly a valčeky (obr.51).



Obr.51: Ploché vedenie s valivým uložením: a) guľkové, b) ihlové c, d) valčekové

Valivé telieska sa umiestňujú do kalených lišt, ktoré sa pripevňujú kolíkmi a skrutkami alebo sa vkladajú medzi kalené oceľové pásy napínané pružinami.

Podľa konštrukcie valivé vedenia sú otvorené (obr.52) alebo uzavreté (obr.53a). Podľa dĺžky dráhy pohybu valivé vedenia môžu byť pre obmedzené a neobmedzené dĺžky.



Obr.52: Schéma otvoreného prizmatického valivého vedenia

Vo valivých vedeniach s neobmedzenými dĺžkami dráh sa používa recyklácia valivých teliesok (najčastejšie guľôčok alebo valčekov). Na vodiacej dráhe sú recykulačné jednotky, ktoré sa nazývajú valivé hniezda. Používajú sa pri rovinných brúskach a pod.. Môžu byť predpäté alebo nepredpäté (obr.53b).

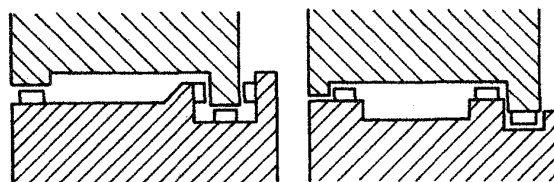


Obr.53: Schéma uzavretého valivého vedenia:

a) prizmatického s predpäťm, b) rovinného bez predpäťia

Valivé vedenie je potrebné mazať podobne ako valivé ložiská.

- **Hydrodynamické vedenia** - konštrukčne sa zhodujú s klznými vedeniami, ale v tomto vedení sa súčiastky pohybujú iba s vyššími rýchlosťami. V týchto vedeniach vznikajú sily, ktoré časť pohybujúceho sa vedenia nadnášajú a preto tu vzniká kvapalinové trenie.
- **Hydrostatické vedenie** - má tlakové jednotky umiestnené medzi stykovými vodiacími plochami. Do hydraulických buniek sa privádza olej pod tlakom a preto pri pohybe medzi plochami vzniká iba kvapalinové trenie (obr.54).



Obr.54: Schémy hydrostatických vedení s hydraulickými bunkami

- **Servostatické vedenie** (s kvapalinovým trením) - vzniká konštrukčnou úpravou hydrostatických vedení. Tlak oleja v tlakových jednotkách automaticky sa reguluje podľa presnosti (prípadne nepresnosti) vodiacich plôch. Nepresnosti vodiacich plôch, ktoré boli spôsobené buď výrobou alebo opotrebovaním sa tým vyrovnávajú.
- **Aerostatické vedenia** (s plynovým trením) - nepoužívajú masivo, ale medzi vodiace plochy sa privádza stlačený vzduch, ktorý prenáša celé zaťaženie. Podobá sa servostatickému vedeniu. Najčastejšie sa používajú na výrobu CNC strojov.

Kontrolné úlohy:

1. Definujte čo je to vedenie a uveďte základné druhy vedenia.
2. Nakreslite tvary dráh klzných vedení.
3. V čom sa odlišuje klzné vedenie s polosuchým trením od hydrodynamického vedenia?
4. Popíšte valivé vedenie.
5. Porovnajzte navzájom hydrostatické, servostatické a aerostatické vedenia.

1.5. Hriadel'ové spojky - princíp, účel, použitie a rozdelenie

Hriadel'ové spojky sú strojové súčiastky, ktoré trvalo alebo dočasne spájajú hnací hriadel' s hnaným, alebo chránia hnací stroj pred preťažením. Slúžia na prenos otáčavého pohybu a krútiaceho (otáčavého) momentu z hnacieho hriadel'a (motora) na hnaný (pracovný stroj), prípadne umožňujú rozpojenie hriadel'ov a tým chránia stroje pred nebezpečným preťažením.

Spojka sa skladá z týchto častí:

- hnacieho člena,
- hnaného člena,
- spojovacieho člena.

Hnací a hnaný člen obopína konce hriadeľa a sú pritom možné všetky druhy spojov hriadeľa s nábojom.

Spojovací člen je súhrn súčiastok (skrutky, čapy, pružiny...) alebo látok (guma, plasty, kvapalina...), ktoré spájajú hnacie členy s hnanými a to využitím vhodných fyzikálnych zákonov.

Veľkosť spojky sa určuje v závislosti od veľkosti prenášaného otáčavého momentu spojkou, ktoré sa uskutočňuje:

- a. *tvárovým stykom* – obidve časti spojky majú vhodné tvarované stykové plochy. Maximálna hodnota prenášaného momentu závisí od pevnosti stykových častí. Táto spojka neumožňuje sklz,
- b. vyvodením trecej sily na stykových plochách – *silovým stykom*. Prenášaný moment závisí od trecích pomerov stykových častí spojok. Tieto spojky dovoľujú krátkodobý sklz, ktorý nepriaznivo pôsobí na opotrebenie trecích plôch spojky,
- c. *hydrostatickou, hydrodynamickou alebo elektromagnetickou silou*. Pri prevádzke vzniká pri týchto spojkách trvalý sklz, ktorého veľkosť závisí od veľkosti prenášaného otáčavého momentu. V týchto prípadoch nedochádza k opotrebeniu spojky vplyvom sklzu.

Možnosti použitia spojok:

- trvalý spoj dvoch hriadeľov,
- prenos krútiaceho momentu medzi hriadeľmi aj vtedy, ak nie sú v jednej osi,
- vyrovňovanie malých odchýlok súosovosti, vyrovnanie pri tepelnej dilatácii,
- ochrana hnacích mechanizmov a strojového zariadenia tlmením nárazov alebo ochranou proti preťaženiu,
- plynulý rozbeh strojov atď.

Podľa spôsobu prenosu krútiaceho momentu sa spojky rozdeľujú na: ***mechanicky neovládané spojky, mechanicky ovládané spojky, hydraulické a elektrické.***

Kontrolné úlohy:

1. Popíšte hriadeľové spojky.
2. Vymenujte, z akých častí je spojka zložená.
3. Vysvetlite, podľa čoho sa určuje veľkosť spojky.
4. Vymenujte možnosti použitia spojok.
5. Vymenujte druhy spojok podľa spôsobu prenosu krútiaceho momentu.

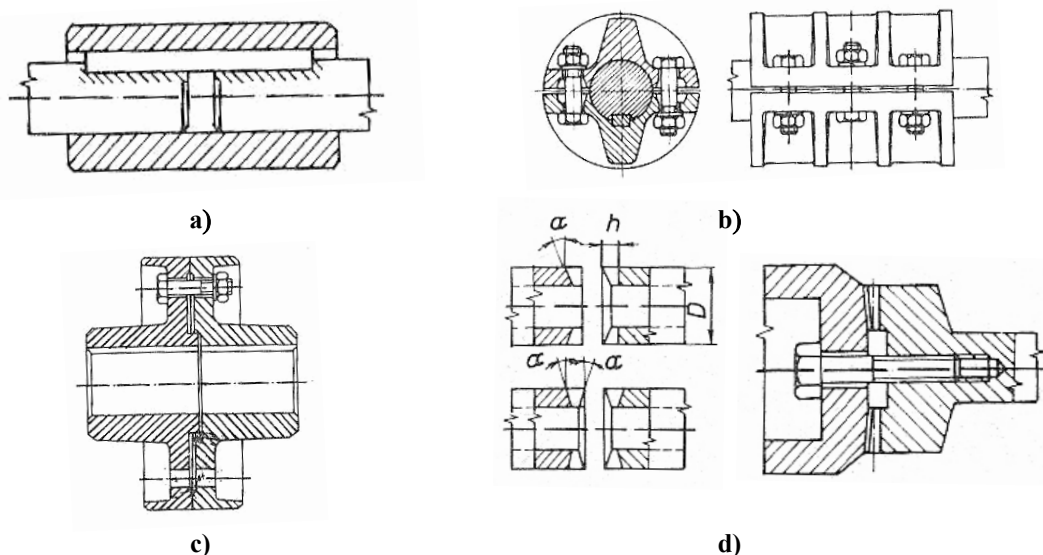
1.5.1.Mechanicky neovládané spojky

Mechanicky neovládané spojky najčastejšie umožňujú iba trvalé spojenie dvoch súosových hriadeľov. Rozdeľujú sa na *nepružné, pružné a vyrovnávacie*.

- **Nepružné spojky** - tieto spojky trvalo spájajú dva súosové hriadele bez možnosti osového posuvu. Krútiaci moment sa prenáša iba prostredníctvom spojovacích členov a má byť konštantný, pretože sa prenáša na hnanú časť bez tlmenia nárazov.

Používajú sa iba výnimočne vzhľadom na ich náročnú montáž. Prenos otáčavého momentu sa realizuje silovým stykom (napr. korýtková spojka) alebo tvarovým stykom (napr. Hirthova spojka).

Z nepružných spojok sa v strojárstve najviac používajú rúrkové, korýtkové, kotúčové spojky a spojka s čelnými zubmi. Príklady vyhotovenia spojok sú znázornené na obr.55

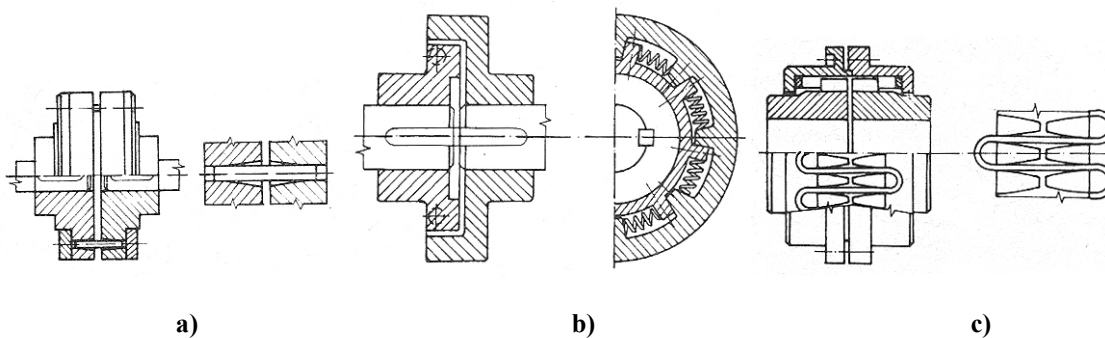


Obr.55: Príklady konštrukčného vyhotovenia neovládaných spojok nepružných:

- a) rúrková spojka so spoločným perom
- b) korýtková spojka
- c) kotúčová spojka (otvorená)
- d) spojka s čelnými zubmi (Hirthova spojka)

- **Pružné spojky** – zabezpečujú spojenie hnacieho hriadeľa s hnaným pomocou jedného alebo viac pružných článkov, ktoré sa vyrábajú z pružinovej ocele, gummy, kože alebo plastov. Toto spojenie tlmí nárazy, dovoľuje osové aj uhlové odchýlky hriadeľov a súčasne aj pootočeniu oboch polovíc spojky proti sebe. Spojky sa používajú na pohony s veľkými nárazmi alebo s kolísaním otáčavého momentu alebo tam, kde sa vyskytujú torzné kmity. Pružné spojky môžu byť vyhotovené:

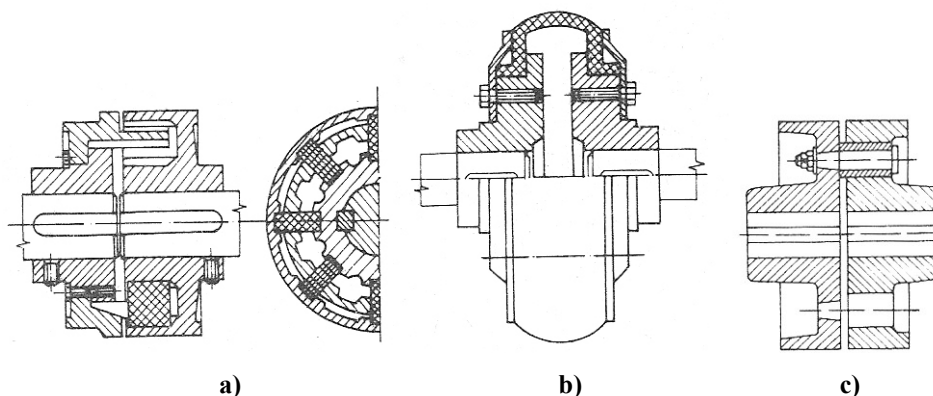
- a) s *kovovými členmi* (obr.56), ktorými môžu byť skrutkovité, tvarové alebo listové pružiny, oceľové puzdrá alebo ihly.



Obr.56: Príklady konštrukčného vyhotovenia pružných neovládaných spojok s kovovými členmi:

- a) ihlová pružná spojka (drôťková)
- b) pružná spojka so skrutkovými pružinami
- c) pružná spojka s hadovitými pružinami (Bibby)

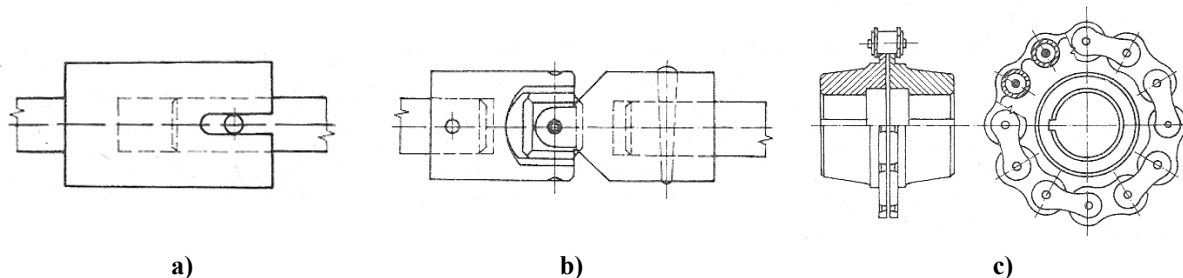
- b) s *nekovovými členmi* (obr.57), ktoré sú vyrobené z gummy, kože alebo plastov. Vyhotovujú sa ako čapy, hranoly, kotúče, obruče. Najpoužívanjšie sú gumové spojovacie články, ktoré majú výhodnú charakteristiku a veľkú tlmiacu schopnosť.



Obr.57: Príklady konštrukčného vyhotovenia pružných neovládaných spojok s nekovovými členmi:
a) pružná spojka s hranolmi
b) obručová pružná spojka
c) pružná spojka s nekovovými puzdrami (čapová)

- **Vyrovnávacie spojky** – prenášajú krútiaci moment bez tlmenia prípadných nárazov. Rozdeľujeme ich do dvoch skupín:
 - a. *dilatačné spojky* – tieto umožňujú posuv v smere osi hriadeľa. Používajú sa najmä pri tepelnej dilatácii dlhých hriadeľov.
 - b. *výkyvné spojky* – umožňujú uhlové výchylky spojovaných hriadeľov, prípadne aj osové dilatácie. Zároveň zabezpečujú vyrovnanie radiálneho posuvu hriadeľov, ktorý vzniká pri pružnej deformácii hriadeľa vplyvom nedokonalého vyváženia rotujúcich hmôt na hriadieli.

Príklady vyhotovenia neovládaných spojok vyrovnávacích sú znázornené na obr.58.



Obr.58: Príklady konštrukčného vyhotovenia neovládaných spojok vyrovnávacích:
a) axiálna rúrková spojka
b) čapová kĺbová spojka
c) reťazová univerzálna spojka

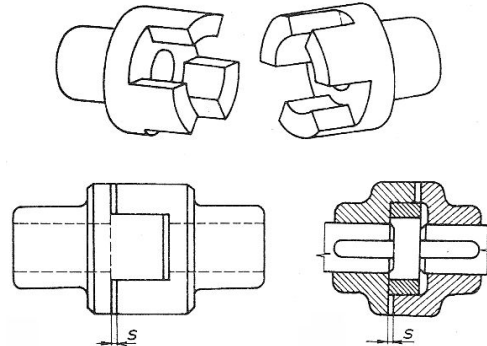
Kontrolné úlohy:

1. Popíšte jednotlivé druhy mechanicky neovládaných spojok.
2. Vysvetlite akým spôsobom sa pri uvedených spojkách uskutočňuje prenos otáčavého momentu.
3. Popíšte ako môžu byť vyhotovené pružné spojky.
4. Uveďte možnosti praktického využitia mechanicky neovládaných spojok v praxi.

1.5.2. Mechanicky ovládané spojky

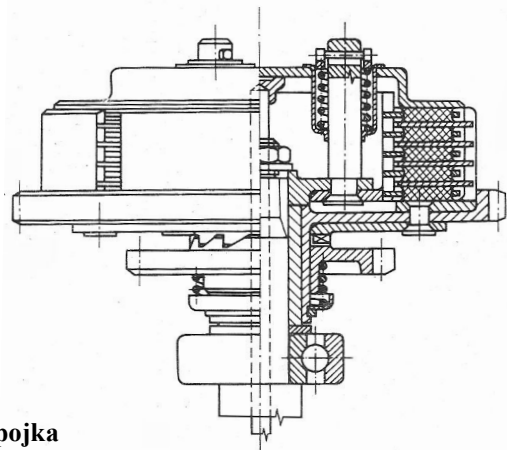
Veľmi často potrebujeme hriadele rozpojiť, a to buď v pokoji alebo pri rozbiehaní pri plnom zaťažení. Na uvedený účel používame výsuvné, poistné, rozbehové a voľnobežné spojky.

- **Výsuvné spojky** – tieto spojky umožňujú spojenie alebo rozpojenie hnacieho a hnaného hriadeľa v pokoji alebo aj za pohybu. Dôležitou požiadavkou je súosovosť. Podľa tvaru stykových elementov sú výsuvné spojky:
 - a. *zubové spojky* – môžu sa zapínať v pokoji alebo pri nízkych rýchlostiach. Pri zábere dosadnú obidve polovice spojky na seba a otáčavý moment sa prenáša tvarovým stykom obr.59,



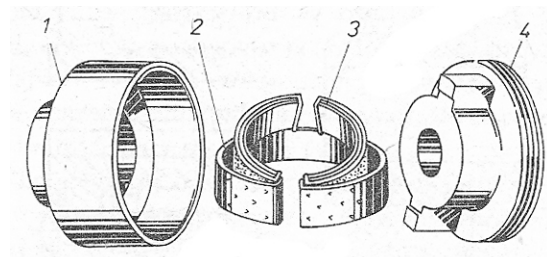
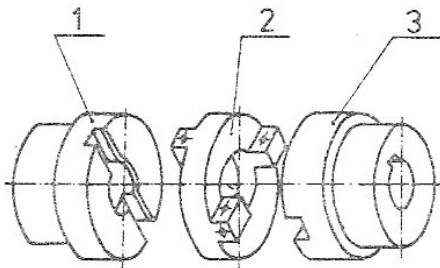
Obr.59: Zubová spojka

- b. *trecie spojky* – umožňujú plynulé spojenie a rozpojenie hnacieho a hnaného hriadeľa v pokoji aj počas prevádzky. Krútiaci moment prenášajú iba trením, ktoré je spôsobené pritlačením hnaného kotúča na hnací napr. trecia výsuvná motocyklová spojka na obr.60.



Obr.60: Trecia výsuvná motocyklová spojka

- **Poistné spojky** – používajú sa v mechanizmoch, kde by vznikajúce preťaženie mohlo zapríčiniť porušenie jednotlivých častí strojov. Taktiež sa uplatňujú ako ochrana proti pôsobeniu veľkých zotrvačných síl, ktoré vznikajú pri spúšťaní alebo brzdení veľkých hmôt. Základnou požiadavkou je rozpojenie hriadeľov pri určitom otáčavom momente a možnosť jeho regulácie.
- **Rozbehové spojky** (obr.61) – pracujú na princípe odstredivej sily. V náboji, ktorý je spojený perom s hnacím hriadeľom, sú v niekoľkých vybraniach voľne uložené tzv. trecie segmenty, ktoré odstredivou silou zaberajú s trecím kotúčom (tento kotúč tvorí hnanú časť spojky).

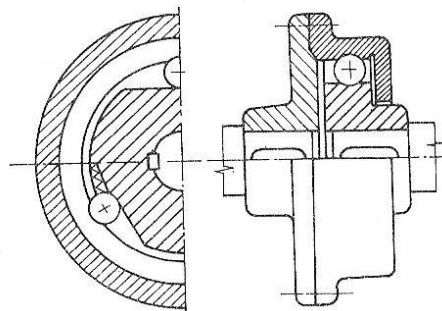


Obr. 61: Rozbehová spojka

1 – hnaná časť s trecím kotúčom, 2 – trecie segmenty, 3 – hnacia časť

Používajú sa na spojenie rýchlobežných hnacích strojov, ktoré sa ťažko rozbiehajú, keď sú zaťažené. Tieto spojky sa rozdeľujú na spojky so záberom: *neriadeným*, *riadeným* a *programovaným*.

- **Voľnobežné spojky** – umožňujú prenášanie otáčavého momentu iba v jednom zmysle. Keď nastane predbiehanie hnanej časti spojky pred hnacou, spojka sa stane voľnobehom a nastane samočinné rozpojenie. Keď hnacia časť predbieha hnanú časť, obidve časti sa spoja do pevnej spojky. Najjednoduchším typom tohto druhu je voľnobežná guľková spojka (obr. 62).



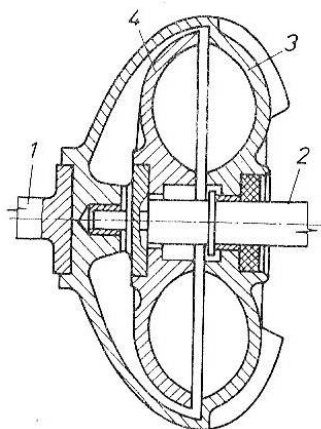
Obr.62: Voľnobežná guľková spojka

Kontrolné úlohy:

1. Vymenujte a popíšte mechanicky ovládané spojky.
2. Uveďte príklady využitia mechanicky ovládaných spojok v praxi.
3. Aký je rozdiel medzi zubovou a trecou spojkou?
4. Aký záber môžu mať rozbehové spojky?

1.5.3. Hydraulické spojky

Podstatou týchto spojok je hydrodynamický účinok kvapaliny v radiálnych lopatkách. **Hydrodynamická spojka** (obr.63) má *hnaciu časť* (turbínové koleso) a *hnanú časť* (čerpacové koleso). Obidve časti majú lopatky, v ktorých je olej. Otáčaním čerpacového kolesa dostáva olej odstredivou silou potrebnú rýchlosť a celá náplň oleja takto získava pohybovú energiu. Olej priteká do turbínového kolesa, kde odovzdáva svoju pohybovú energiu čerpacovému kolesu. Kvapalina obieha z čerpadla do turbíny a späť do čerpadla. Rozdielom tlakov sa prekonávajú odpory proti pohybu v medzilopatkových kanáloch kolies. Preto musí mať čerpacové koleso väčší počet otáčok ako turbínové. Pri plnom chode je medzi otáčkami hnacieho a hnaného kolesa len celkom malý rozdiel, tzv. sklz. Hydrodynamická spojka umožňuje plynulý rozbeh hnaného stroja. Jej využitie je mnohostranné, napr. v automobiloch, dýchadlách, vrtných súpravách, drvičoch, pásových dopravníkoch a pod.



Obr.63: Hydrodynamická spojka

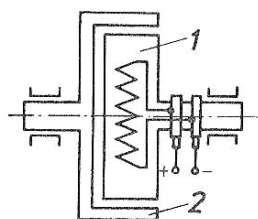
- 1 – hnací hriadeľ,
- 2 – hnaný hriadeľ
- 3 – čerpacové koleso (čerpadlo),
- 4 – turbínové koleso (turbína)

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite podstatu hydraulických spojok.
2. Popíšte prácu hydrodynamickej spojky.

1.5.4. Elektrické spojky

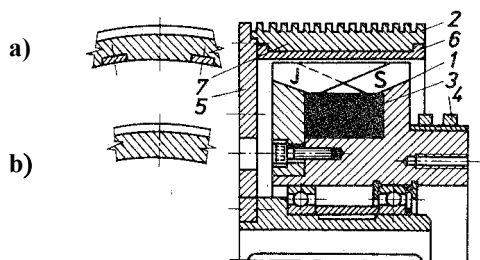
Elektrické spojky od opísaných druhov spojok sa odlišujú tým, že pri nich nenastáva mechanický styk častí spojky, pretože hnacia a hnaná časť je od seba oddelená vzduchovou medzerou. Pri zapnutí prúdu vznikne magnetické pole, ktoré sa otáča s magnetickým kolesom. V kotve sa indukuje elektrický prúd. Vzájomným pôsobením prúdu v kotve a magnetického poľa magnetového kolesa vzniká krútiaci moment (obr. 64).



Obr.64: Schéma elektrickej spojky
1 - magnetické koleso s budiacou cievkou
2 - kotva

V praxi sa používajú elektrické spojky (obr.65):

- **asynchrónne**, ktoré majú sklz 0,5 až 5% a slúžia ako rozbehové alebo poistné spojky. Kotva z izolovaných dynamových plechov má v drážkach uložené klieťkové vinutie z tyčí, spojených na obidvoch koncoch nakrátko. Tyče sú z nemagnetického, elektricky vodivého materiálu.
- **synchrónne**, ktoré môžu pracovať s vyžadovanou zmenou sklzu. Používajú sa na reguláciu otáčok a tiež ako poistné a pružné spojky. Kotvu tvorí hladký oceľový valec a úlohu vinutia zabezpečuje vodivý povrch kotvy. Indukované napätie na povrchu kotvy sa budí v smere osi valca a na čelách sa uzatvárajú ako pri klieťkovom vinutí.



Obr.65: Elektrická spojka
a) asynchrónna, b) synchrónna
1 – magnetické koleso, 2 – kotva,
3 – budiaca cievka, 4 – prírodné krúžky,
5 – nosný štít, 6 – vodiče klieťky,
7 – kruhy nakrátko

Kontrolné úlohy:

1. Popíšte elektrickú spojku.
2. Aký je rozdiel medzi synchrónnou a asynchrónnou elektrickou spojkou?

2. MECHANIZMY

Mechanizmy sú funkčné celky v hnacom alebo hnanom systéme. Premieňajú a prenášajú sily a pohyb dodávané napr. motorom na pracovné mechanizmy tak, aby mohli pracovať podľa stanoveného programu. Mechanizmus môže taktiež aj premieňať jeden druh pohybu na iný, napr. otáčavý pohyb na posuvný.

Rozoznávame tieto základné druhy mechanizmov:

- *kinematické* – menia jeden druh pohybu na iný pomocou mechanických prevodových častí, napr. pohybovými skrutkami, pákami, ťahadlami a pod. Patria sem napr. páky, kĺbové, kľukové, nožnicové, skrutkové, vačkové a ďalšie mechanizmy,
- *elektrické* – napr. rôzne druhy elektromotorov, prístrojov a zariadení založených na elektromagnetizme a pod.
- *hydraulické* – napr. prevody s plynulou zmenou otáčok, hydraulické lisy a zdvíhadlá, regulácia a automatizácia strojov a zariadení a pod.
- *pneumatické* – napr. pneumatické nástroje, servomotory a pod.

Často sa používajú kombinácie uvedených mechanizmov, napr. elektrohydraulické, hydropneumatické mechanizmy a pod. Hydraulické a pneumatické mechanizmy sa nazývajú aj spoločným pojmom: **tekutinové mechanizmy**.

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite význam mechanizmov.
2. Uveďte aké základné druhy mechanizmov poznáte a aký je ich základný princíp.

2.1. Mechanizmy s tuhými členmi – princíp, rozdelenie a použitie prevodových mechanizmov

Všeobecne sú mechanizmy zariadenia na prenos energie medzi hnacím a hnaným členom, pričom sa pohyb môže aj transformovať (premeniť) napr. z otáčavého na posuvný.

Dôležitou skupinou mechanizmov sú **prevodové mechanizmy**, t.j. mechanické prevody, ktoré môžu byť trecie, remeňové, ozubené a reťazové.

Prevody, čiže *prevodové mechanizmy* prenášajú, prípadne rozdeľujú energiu privádzanú z hnacieho stroja (motora) cez spojky a prevodovku na hnaný (pracovný) stroj.

Pri prenose rotačného pohybu medzi hriadeľmi sa môže meniť smer otáčania a uhlová rýchlosť (otáčky), a tým aj krútiaci moment; ale pri prenose bez strát zostáva prenášaný výkon rovnaký.

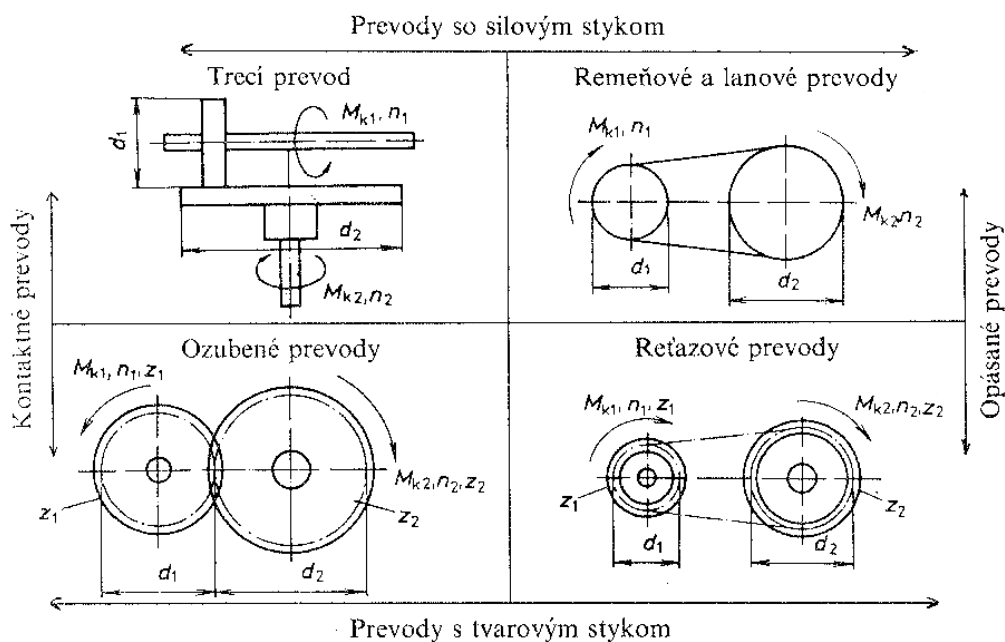
Pri mechanických prevodoch sa na prenos krútiaceho momentu z hriadeľa na hriadeľ používajú kolesá, ktoré sú navzájom spojené buď nepriamo *opášaním* alebo priamo *kontaktným stykom*.

V oboch prípadoch môže byť *spojenie silové* alebo *tvarové* (tab.4).

Prevody s *tvarovým stykom* sú presné a otáčky pri nich nemôžu kolísať.

Pri prevodoch so *silovým stykom* sa môžu otáčky hnaného hriadeľa vplyvom preklzu mierne meniť.

Základné rozdelenie prevodových mechanizmov uvádza tab. 3:



Tabuľka č.3: Rozdelenie prevodových mechanizmov

Kontrolné úlohy:

1. Popíšte význam prevodov.
2. Aké druhy prevodových mechanizmov poznáte?
3. Vysvetlite, aký je rozdiel medzi kontaktným a opášaným prevodom.
4. Ktoré druhy prevodov patria do skupiny prevodov so silovým stykom a ktoré patria do skupiny prevodov s tvarovým stykom?

2.1.1.Trecie prevody

Trecie prevody (obr.66) sa používajú na prenos menších výkonov trením medzi hriadeľmi s malou vzdialenosťou osí ako napr. pri pohone obrábacích strojov, trecích skrutkových lisov, menších zdvíhadiel a rôznych prístrojov (magnetofóny). Osi hriadeľov môžu byť rovnobežné alebo rôznobežné. Usporiadané môžu byť ako prevody so stálym prevodovým pomerom alebo s plynulo meniteľným prevodom tzv. **variátory**.

Najjednoduchšie trecie prevody sa skladajú z nasledovných častí:

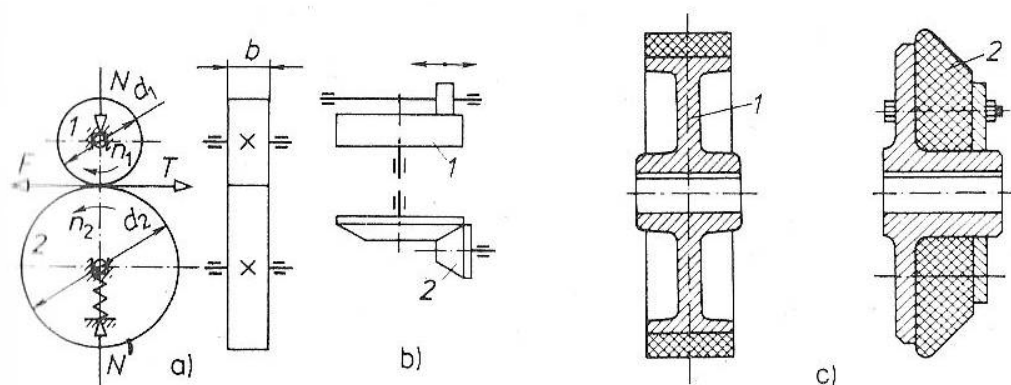
- hnacieho kotúča,
- hnaného kotúča,
- prítlačného zariadenia.

Kotúče môžu byť čelné (valcové), líčne a kužeľové. Kotúče určené na prenos väčších krútiacich momentov majú na obvode klinové drážky. Prítlačnú silu vyvodzuje pružina alebo závažie.

Prenášaný krútiaci moment závisí od materiálu hnacieho a hnaného kolesa. Ak sú kolesá vyrobené z tvrdého materiálu (kalená oceľ na kalenej oceli) treba mať väčšiu prítlačnú silu. Použitím zmiešaných materiálov (napr. guma – oceľ alebo guma - liatina) zníži sa v dôsledku vyššieho súčiniteľa trenia potrebná prítlačná sila. Majú veľmi tichý chod. Trecie kolesá z mäkkého materiálu (koža – drevo, guma - guma) umožňujú podstatne znížiť prítlačnú silu. Trvanlivosť kolies je menšia, ale trecie obloženie možno vymieňať.

Výhodou trecích prevodov je, že pri kolísavom alebo nárazovom zaťažení, pri zmene rýchlosti alebo pri obrátení zmyslu otáčania tlmí nárazy tým, že preklzavajú, dá sa pri nich jednoducho meniť prevodový pomer, majú tichý chod a sú lacné.

Nevýhodou je nepresný, kolísavý prevod. Potrebná je veľká prítlačná sila, ktorá sa prenáša do ložísk a tým spôsobuje ich značné opotrebenie a aj opotrebenie trecích plôch kolies.



Obr.66: Trecie prevody

- Schéma jednoduchého trecieho prevodu a silové pomery,
- Usporiadanie trecích prevodov: 1 – súkolesie s lícny m kolesom, 2 – súkolesie s kužel'ovými kolesami,
- Konštrukčné vyhotovenie trecích kolies: 1 – čelné koleso s gumovým obložením, 2 – kužel'ové koleso s xylolitovou vložkou

Kontrolné úlohy:

- Aká môže byť vzájomná poloha osí hriadeľov pri trecích kolesách?
- Vymenujte výhody a nevýhody trecích prevodov.
- Z čoho sa skladá najjednoduchší trecí prevod?
- Z akých materiálov je možné vyrobiť kolesá trecích prevodov?

2.1.2.Remeňové prevody

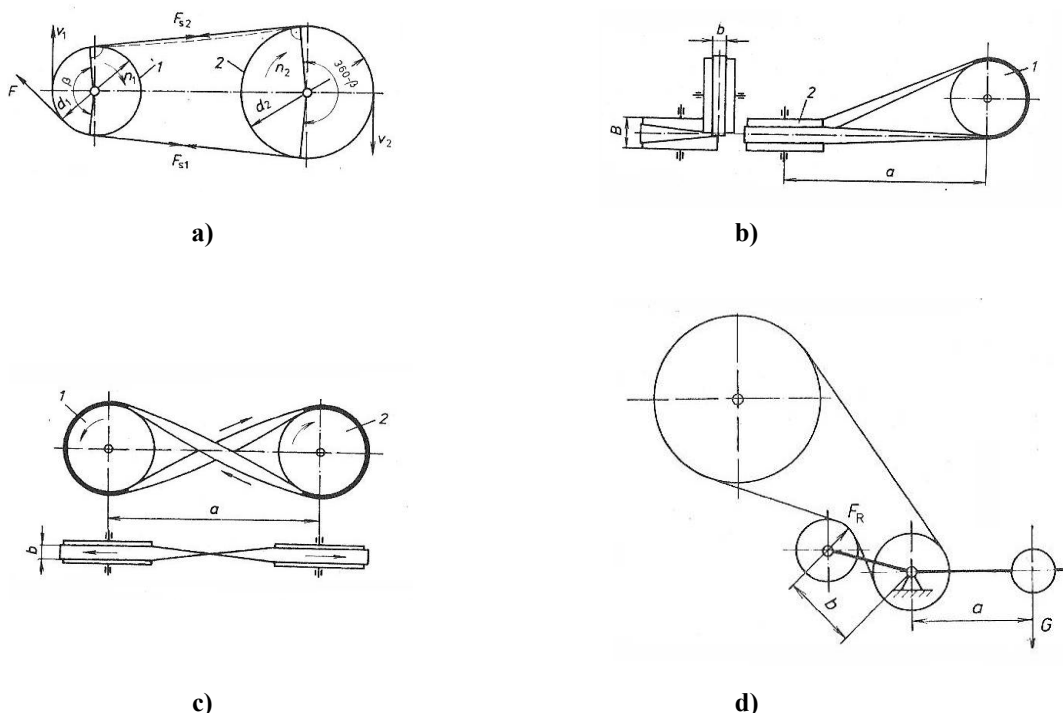
Pri remeňovom prevode krútiaci moment sa prenáša z hnacieho hriadeľa na hnaný pásom, ktorý je opásaný okolo remenic. Pri otáčaní hnacej remenice vzniká na ploche styku medzi remenicou a pásom trenie (silový styk), ktoré umožňuje prenesenie otáčavého pohybu a silového zaťaženia na pás a z neho na hnanú remenicu.

Jednoduchý remeňový prevod sa skladá z *remeňa* a dvoch *remenic*, z ktorých jedna je naklinovaná na hnacom a druhá na hnanom hriadeľi.

Rozoznávame tieto druhy remeňových prevodov:

- **otvorené opásanie** (obr.67a), pri ktorom rovnobežné hriadele majú rovnaký zmysel otáčania. Horná časť remeňa je ochabnutá a dolná časť remeňa je napnutá,
- **skrížené opásanie** (obr.67b), pri ktorom rovnobežné hriadele majú opačný zmysel otáčania a veľký uhol otáčania kotúčov,
- **poloskrížené opásanie** (obr.67c), pri ktorom mimobežné hriadele majú rovnaký zmysel otáčania,
- **otvorené opásanie** s napínacou kladkou (obr.67d), pri ktorom rovnobežné hriadele majú malú vzdialenosť remenic a prevodový pomer môže byť podstatne väčší.

Remeňový prevod sa používa pri tých zariadeniach, kde nemusí byť presný prevod, kde záleží na pružnom zachytení a tlmení rázov a kde je pre iný druh prevodu vzdialenosť osí hriadeľov veľmi veľká.



Obr.67: Druhy remeňových prevodov:
a) otvorené opásanie
b) skrížené opásanie
c) poloskrížené opásanie
d) otvorené opásanie s napínacou kladkou

Výhodou remeňového prevodu je jednoduchá a lacná výroby, ľahká údržba, možnosť súčasne poháňať niekoľko hriadeľov a tichý chod.

Nevýhodou sú väčšie tlaky na ložiská (predpätie pásu), sklz pásu, zlá odolnosť voči vysokým teplotám, vlhkosti, prachu, nečistotám a oleju.

Pri remeňovom prevode sa ako *ťažné členy* (obr.68a) **používajú remene**. Rozoznávame tieto druhy remeňov:

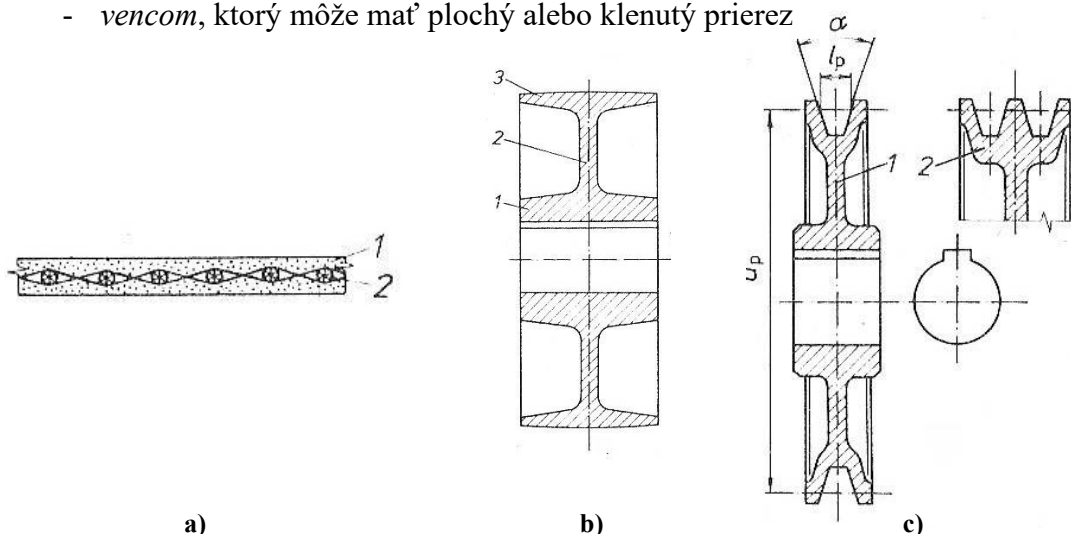
- ploché remene* môžu byť zhotovené z kože, gumy, textilných materiálov alebo z kombinácie niekoľkých materiálov. Gumové remene majú 3 až 6 tkaných vložiek zakrytých gumou. Vyrábajú sa buď z pásov tkaných na určitú šírku alebo sú odrezané zo širokých pruhov. Majú vysokú pevnosť. Spájajú sa lepením alebo spojkami,
- klinové remene* majú súmerný lichobežníkový prierez s uhlom bokov 40°. Podľa materiálu, spôsobu výroby a určenia v prevádzke rozlišujeme:
 - remene pre rýchlobežné stroje, pri ktorých textilná časť sa skladá z povrázokov syntetického hodvábu,
 - remene na pohon priemyselných strojov a na prenášanie vyšších výkonov, pri ktorých textilnú časť tvorí niekoľko vrstiev kordovej tkaniny zo syntetického hodvábu.

Klinové remene sa musia v prevádzke udržiavať čisté a musia sa chrániť pred priamym pôsobením mazadla, vody a pod.,

- úzke remene* majú podobnú konštrukciu ako remene pre rýchlobežné stroje. Prenášajú veľké výkony pri vysokých rýchlostiach a malých rozmeroch,
- široké ozubené remene* zhotovujú sa z polyamidu, liateho polyuretánu alebo z olejovzdornej a kyselinovzdornej gumy. Ozubené remene spájajú výhody prevodu remeňom a prevodu reťazou. Pretože pohyb medzi remeňom a remenicou sa prenáša záberom zubov remeňa v zubových medzerách remeníc, pracuje prevod bez sklzu.

Remenica (obr.68 b, c) je vytvorená:

- nábojom,
- ramenami (pri malých remeniciach platňou),
- vencom, ktorý môže mať plochý alebo klenutý prierez



Obr.68: Ťažné členy a remenice

a) tkaný materiál: 1 – styková vrstva alebo medzivrstva (guma, polyuretán), 2 – ťažná vrstva (tkanina z polyamidu alebo polyesteru)

Konštrukčné vyhotovenie remeníc:

b) odlíata remenica väčšieho priemeru: 1 – náboj, 2 – platňa alebo ramená, 3 – veniec;

c) remenice pre klinové remene: 1 – s jednou drážkou, 2 – s dvoma drážkami

Remenice sa zhotovujú zo sivej liatiny, hliníka, alebo ocele na odliatky (rýchlobežné prevody). Ocelové remenice väčších priemerov sa zvarujú z ocelových plechov. Plechové lisované remenice vznikajú z výliskov spojených bodovými zvarmi. Na malé remenice stačí drevo, papierovina, fiber alebo plasty.

Kontrolné úlohy:

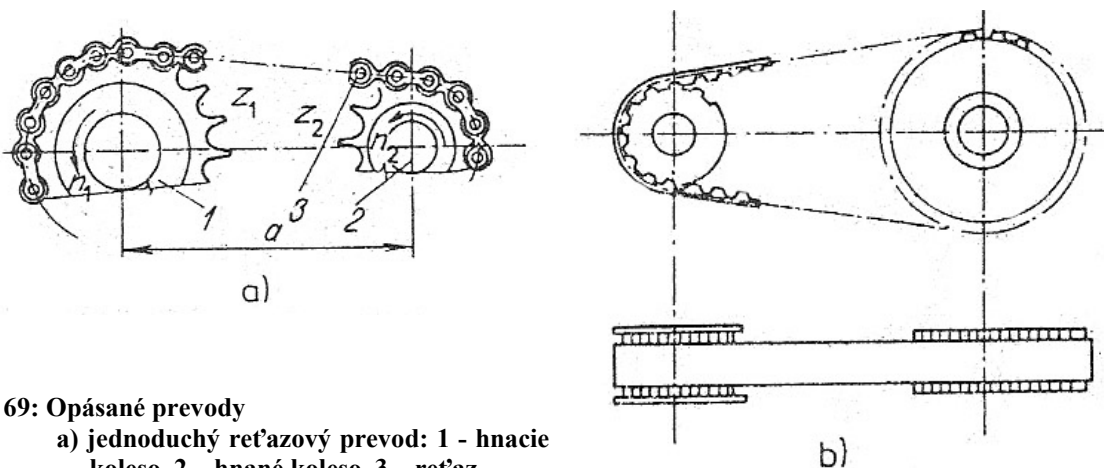
1. Popíšte princíp remeňového prevodu.
2. Vymenujte výhody a nevýhody remeňových prevodov.
3. Z čoho sa skladá najjednoduchší remeňový prevod?
4. Vymenujte a popíšte aké druhy remeňov poznáte.
5. Vysvetlite z čoho je vyrobená remenica a čo ju tvorí.

2.1.3. Reťazové prevody a prevody ozubenými remeňmi

Pri reťazovom prevode sa obvodová sila prenáša tvarovým stykom z hnacieho ozubeného kola na reťaz alebo ozubený remeň a z neho na hnané koleso. Môže prenášať aj veľké krútiace momenty z jedného hriadeľa na druhý aj pri malom počte otáčok. Hriadele musia byť rovnobežné a kolesá sa musia montovať v jednej rovine.

Jednoduchý reťazový prevod je zložený z hnacej reťaze, hnacieho a hnaného reťazového kola.

Používajú sa vo všetkých odvetviach strojárstva, napr. pri zdvihačoch, transportéroch, stavebných, textilných, poľnohospodárskych strojoch a pod. a so špeciálne vyhotovenými reťazami aj pri linkách v hromadnej výrobe a pohyblivých schodištiach. Vhodné sú na rovnomerný prenos krútiaceho momentu na stredné vzdialenosti. Opísané prevody s tvarovým stykom sú znázornené na obr. 69.



Obr. 69: Opásané prevody

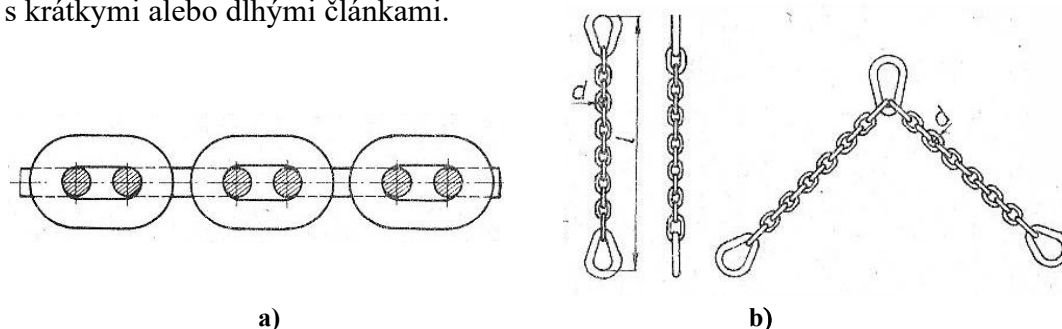
- a) jednoduchý reťazový prevod: 1 - hnacie koleso, 2 – hnané koleso, 3 – reťaz,
b) prevod ozubeným remeňom

Výhodou je, že výroba a montáž nemusia byť také presné ako pri ozubených kolesách. Prevod je presný, bez sklzu a do istej miery pružný. Hriadele a ložiská sú menej namáhané ako pri remeňových prevodoch. Jednou reťazou sa dá poháňať niekoľko hriadeľov.

Nevýhodou je, že po opotrebovaní článkov sa zväčšuje dĺžka celej reťaze, a preto musí byť vzdialenosť kolies meniteľná, alebo prevod musí mať napínaciu kladku. Chod prevodu počas otáčky nie je rovnomerný. Ďalšími nevýhodami je, že musí byť namontovaný presne v rovine, má veľkú hmotnosť a malé dovolené rýchlosti.

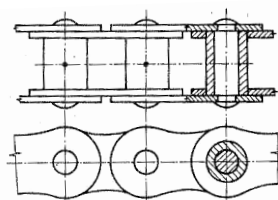
Podľa druhu použitia rozoznávame:

- **Zvárané reťaze** majú jednoduché články zvyčajne v tvare oválneho oka z ocele kruhového prierezu (obr.70). Sú pohyblivé vo všetkých smeroch. Zvárané reťaze používame pri ručných zdvíhadlách a to tak na zviazanie bremien ako aj nosné reťaze. Ich výhodou je, že dobre znášajú vysoké teploty. Nevýhodou je ich veľká hmotnosť a malé dovolené rýchlosti. Vyrábajú sa v normalizovaných veľkostiach s krátkymi alebo dlhými článkami.



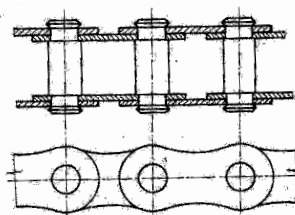
Obr.70: Reťaze: a - zváraná, b - jej použitie ako viazanie

- **Kĺbové reťaze** majú články zložené z platničiek a z čapov. Najčastejšie používané sú:
 - *Gallova reťaz* (obr.71), ktorej články majú čapy a na ich osadených koncoch sú otočne uložené vnútorné a vonkajšie platničky. Jeden článok má 2 až 10 platničiek. Čapy sú na koncoch roznitované. Gallove reťaze sú vhodné pre pomalé výtahy, ručné kladkostroje na veľké bremená a pod.



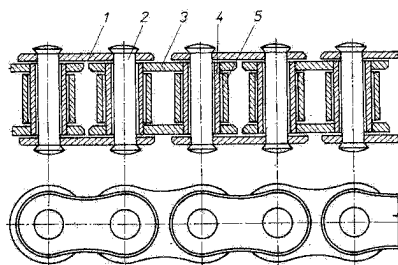
Obr.71: Gallova reťaz

- *Puzdrová reťaz* (obr.72) má vnútorné platničky pevne spojené s oceľovými puzdrami. Platničky vonkajších článkov sú spojené s čapmi voľne prechádzajúcimi otočnou dierou puzdra. Konce čapov sú rozširované. Pretože styková plocha puzdra a čapu je väčšia ako pri Gallových reťaziach, môžu puzdrové reťaze prenášať väčšie zaťaženie pri vyšších rýchlostiach. Puzdrá a čapy sú kalené.

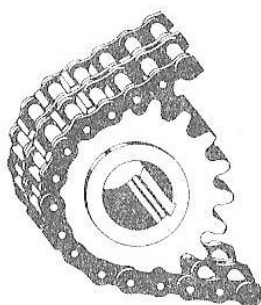


Obr.72: Puzdrová reťaz

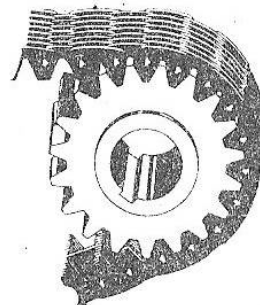
- *Valčková reťaz* sa skladá z vnútorných a vonkajších článkov (platničiek) spojených svorníkom. Táto reťaz sa od predchádzajúcich odlišuje tým, že má na puzdrách voľne otočne nasadené kalené valčeky. Tým sa zmenšuje trenie medzi reťazou a reťazovým kolesom a súčasne aj hluk pri zábere reťaze. Podľa počtu radov rozoznávame valčkové reťaze jednoradové (obr.73) a niekoľkoradové (obr.74), ktoré sa používajú na pohon rozvodu pri spaľovacích motoroch.



Obr.73: Jednoradová valčková reťaz: 1 – vonkajšia platnička, 2 – čap, 3 – vnútorná platnička, 4 – puzdro, 5 – otočný valček



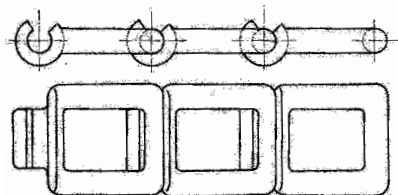
Obr.74: Pohon dvojradovou valčkovou reťazou



Obr.75: Pohon zubovou reťazou

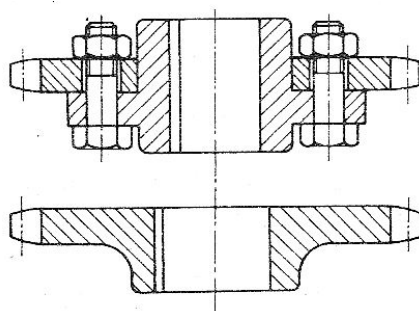
- **Zubové reťaze** (obr.75) sú ťažšie a drahšie ako kĺbové reťaze. Používajú sa napr. na pohon rozvodu pri spaľovacích motoroch a taktiež aj na najvyššie namáhanie a rýchlosti, napr. v olejovom kúpeli až 30 m/s.
- **Špeciálne reťaze** - v praxi sa používajú najčastejšie tieto druhy:

- *Ewartove reťaze* (obr.76) sú v podstate klbové reťaze, ktoré majú články z temperovanej liatiny. Sú celistvé a reťaz sa dá ľahko rozoberať. V praxi sú vhodné na pohon dopravníkov a poľnohospodárskych strojov s rýchlosťou reťaze 1 m/s. Prevod je však hlučný a málo presný.
- *Špeciálne valčekové reťaze* majú vhodne upravené platničky na udržanie súčiastok rôznych dopravníkov.



Obr.76: Ewartova reťaz

Reťazové kolesá sa najčastejšie vyrábajú z liatiny alebo z ocele na odliatky a v ostatnom čase aj z plastov s jednostranným nábojom (obr.77), s obojstranným nábojom delenej konštrukcie, alebo v kombinácii s trecou spojkou, s poistnou spojkou a pod.



Obr.77: Konštrukcia reťazového kolesa

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite význam reťazového prevodu.
2. Vymenujte výhody a nevýhody reťazových prevodov.
3. Uveďte základné druhy reťazí.

2.1.4. Prevody ozubenými kolesami

Ozubený prevod prenáša otáčavý pohyb a mechanickú energiu z jedného hriadeľa na druhý tvarovým stykom bez sklzu. Vyznačuje sa veľkou účinnosťou, spoľahlivou funkciou, veľkou životnosťou a jednoduchou obsluhou. Výroba ozubených kolies vyžaduje špeciálne nástroje a obrábacie stroje.

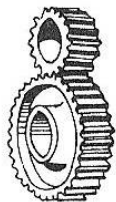
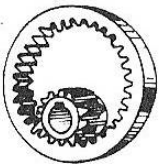
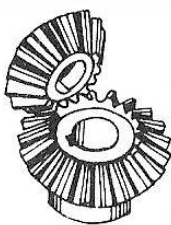
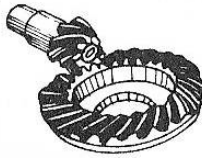
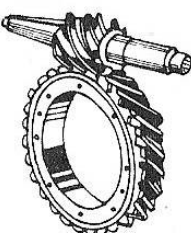
Pri ozubených súkolesiach sa menšie koleso nazýva *pastorok* a väčšie *koleso*. Dve spoluzaberajúce kolesá tvoria **súkolesie**. Zuby na ozubených súkolesiach môžu byť rovné, šikmé alebo zakrivené.

Ozubené súkolesia sa rozdeľujú podľa vzájomného pohybu, vzájomnej polohy osí, tvaru kolies a zubov (tab.4) na tieto druhy:

- **Čelné súkolesie s vonkajším ozubením** sa používa najčastejšie. Vonkajšie ozubenie prvého kolesa zaberá s vonkajším ozubením druhého kolesa. Kolesá majú opačný zmysel otáčania.
- **Čelné súkolesie s vnútorným ozubením**. Vonkajšie ozubenie malého kolesa zaberá s vnútorným ozubením veľkého kolesa. Obidve kolesá majú rovnaký zmysel otáčania.
- **Kuželové súkolesie s vonkajším ozubením** majú najčastejšie uhol osí 90°. Spoluzaberajúce kolesá majú opačný zmysel otáčania.

- **Kuželové súkolesie so zakrivenými zubmi** má pozvoľný záber, tichý chod a väčšiu trvanlivosť. Vyžaduje starostlivú montáž.
- **Valcové skrutkové súkolesia** sa skladajú z dvoch čelných kolies so šikmými zubmi s rovnakým zmyslom stúpania skrutkovice. Zuby sú časťami skrutkových závitov.
- **Závitovkové súkolesie** sa skladá zo závitovky (hnacie koleso) a závitovkového kolesa. Vhodné je na prevody medzi mimobežnými hriadeľmi.

Tabuľka č. 4 Vzájomná poloha osí spoluzaberajúcich kolies

 a)	 b)	Rovnobežné a) čelné súkolesia s vonkajším ozubením b) čelné súkolesia s vnútorným ozubením
 c)	 d)	Rôznobežné c) kuželové súkolesia d) kuželové súkolesia
 e)	 f)	Mimobežné e) valcové skrutkové súkolesia f) závitovkové súkolesia

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite princíp prevodu ozubenými kolesami.
2. Popíšte čo je to súkolesie.
3. Aké druhy ozubených súkolesí poznáte? Uveďte druhy strojov a druh súkolesia.
4. Popíšte akú vzájomnú polohu osí spoluzaberajúcich kolies môžu mať súkolesia.
5. Prečo nazývame čelné a kuželové súkolesia valivými súkolesiami?

2.1.4.1. Materiál a konštrukcia ozubených kolies

Na voľbu materiálu, konštrukčné riešenie kolies a spôsob ich výroby má vplyv veľa činiteľov, napr. veľkosť prenášaných síl a obvodových rýchlostí, požadovaná trvanlivosť a bezpečnosť, cena a hmotnosť, počet vyrábaných kusov, vplyv pracovného prostredia, prípustná hlučnosť a iné.

Pri malom počte zubov kolesa sa zuby zväčša vyhotovia priamo na hriadeľi napr. pri pastorku. Väčšie kolesá s väčším počtom zubov sa vyrábajú samostatne a potom sa nasadzujú na hriadeľ.

Pri závitovkových súkolesiach býva závitovka vyrobená z ocele vhodnej na cementovanie alebo na povrchové kalenie.

Na telesá veľkých a zložených kolies sa najčastejšie používa sivá liatina a oceľ na odlátky.

Kolesá z konštrukčných a ušľachtilých ocelí sa zhotovujú z výkovkov, výliskov alebo sa zvarujú.

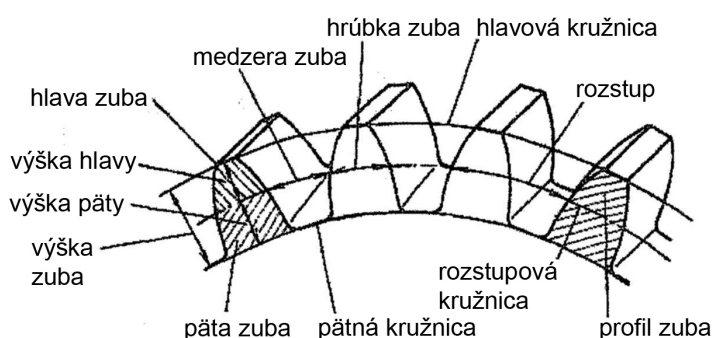
Aby pri vysokých obvodových rýchlostiach neboli kolesá tak hlučné, zhotovuje sa malé koleso z ocele a veľké koleso z plastov. Plasty používané na ozubené kolesá sú tvrdené tkaniny, polyamidy, polykarbonáty a plasty na báze uhl'ovodíkov.

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite podľa čoho sa volí materiál a konštrukcia ozubených kolies?
2. Aké druhy materiálov sú vhodné na výrobu ozubených kolies?

2.1.4.2. Základné pojmy pre charakteristiku ozubených kolies

Na obr.78 je znázornená časť ozubenia čelného kolesa so základným názvoslovím.



Obr.78: Základné názvoslovie ozubenia

Ozubené koleso má na obvode **zuby**. Čelný tvar zuba sa nazýva **profil zuba**.

Výšku zuba h rozdeľujeme na **výšku päty zuba** - h_f a **výšku hlavy zuba** - h_a .

Hlavová kružnica D_a - je vonkajšia kružnica pri vonkajšom ozubení.

Pätná kružnica D_f - je vnútorná kružnica prechádzajúca spodkom zuba.

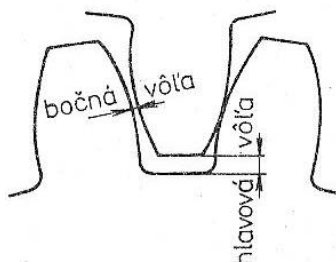
Rozstupová kružnica D - sa nachádza medzi hlavovou a pätnou kružnicou. Rozstupové kružnice dvoch spoluzaberajúcich ozubených kolies sa dotýkajú a pri otáčaní kolies sa po sebe odvalujú. Pre výrobu ozubených kolies je priemer rozstupovej kružnice základnou veličinou. Na rozstupovej kružnici meriame **rozstup**, **hrúbku** a **medzeru medzi zubmi**.

Rozstup t - je časť rozstupovej kružnice, ktorá pripadá na jeden zub kolesa, alebo vzdialenosť rovnobáhlých bokov dvoch susedných zubov.

Hrúbka zuba s a **veľkosť medzery zuba** s_u - sa udávajú oblúkom na rozstupovej kružnici.

Modul m - je časť priemeru rozstupovej kružnice pripadajúcej na jeden zub kolesa. Je to rad čísel napr. 0,6 – 0,8 – 1,0 – 1,25 – 1,5 – 2,0 – 2,25 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 10 – 12 atď. Preto sú hodnoty modulu normalizované, aby sa rôzne veľkosti ozubenia dali vyrobiť s minimálnym počtom nástrojov.

Spodok zuba je pri normálnom ozubení zvyčajne vyšší ako vrchná časť zuba. Preto vzniká tzv. **hlavová vôľa** (obr.79), ktorá sa vytvára medzi hlavou a päťou zubov hrebeňa a kolesa.



Obr.79: Vôľa v zuboch súkolesia

Pre výpočet základných rozmerov vonkajšieho ozubení s priamymi zubmi platia nasledovné vzťahy:

- hlavová vôľa: $c_a = 0,25m$
- výška hlavy zuba: $h_a = m$
- výška päty zuba: $h_f = m + c_a = 1,25m$
- výška zuba: $h = h_a + h_f = 2m + c_a = 2,25m$
- rozstup: $t = \pi \cdot m$
- priemer hlavovej kružnice: $D_a = D + 2h_a = D + 2m$
- priemer pätej kružnice: $D_f = D - 2h_f = D - 2(m + c_a) = D - 2,5m$
- priemer rozstupovej kružnice: $D = z \cdot m$
- hrúbka zuba: $s = \frac{t}{2} = \pi \cdot \frac{m}{2}$
- medzera medzi zubmi: $s = s_u$

Pomer otáčok hnacieho a hnaného kola udáva **prevodový pomer** - **i**. Môžeme ho vyjadriť aj pomerom počtu zubov hnaného a hnacieho kola. Medzi obidvoma pomermi je nepriama úmernosť.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad n_1, n_2 - \text{otáčky hnacieho/hnaného kola}$$

z_1, z_2 - počet zubov hnacieho/hnaného kola

Keď $i < 1$ ide o prevod do pomala a keď $i > 1$ ide o prevod do rýchla.

Ozubenie kola môže byť:

- *evolventné* – krivka profilu pri tomto ozubení je evolventa, ktorá vzniká pri odvaľovaní tvoriacej priamky po základnej kružnici. Evolventné ozubenie sa dá vyrobiť jednoducho presným nástrojom napr. hrebeňovým obrázcím alebo kotúčovým nožom, prípadne odvaľovacou frézou. Tento profil sa používa najčastejšie.
- *cykloidné* – krivka profilu ozubení sa skladá s cykloid. Cykloida vzniká pri odvaľovaní tvoriacej kružnice po priamke. Takéto ozubenie sa používa napr. pri kolesách zubových dúchadiel, kolieskach hodínok a i.

Kontrolné úlohy:

1. Uveďte základné názvoslovie ozubení.
2. Aké vzťahy platia pre výpočet základných rozmerov vonkajšieho ozubení s priamymi zubmi?
3. Vypočítajte základné rozmery vonkajšieho ozubení podľa normalizovaných hodnôt modulu.
4. Čo je to prevodový pomer?
5. Čo je to evolventa? Ako vznikne?
6. Aké je to cykloidné ozubenie?

2.1.4.3. Prevodovky a mazanie prevodov

Prevodovka je to technická realizácia prevodového mechanizmu vo forme samostatného pod systému strojov.

V podstate je to jedno alebo viac súkolesí uložených v **prevodovkovej skrini**. Skriňa prevodovky sa skladá z *veka* a zo spodnej časti, ktorá súčasne slúži ako *olejová vaňa*. Súkolesie v prevodovke i ložiská musíme mazať. Účelom mazania je zníženie trenia medzi bokmi zubov a chladenie. Správna voľba druhu a prietoku mazadla má podstatný význam. Najčastejšie je používané mazanie *rozstrekaným olejom*. Veniec veľkého kola sa brodí v olejovom kúpeli v skrini prevodovky a rozstrekuje olej.

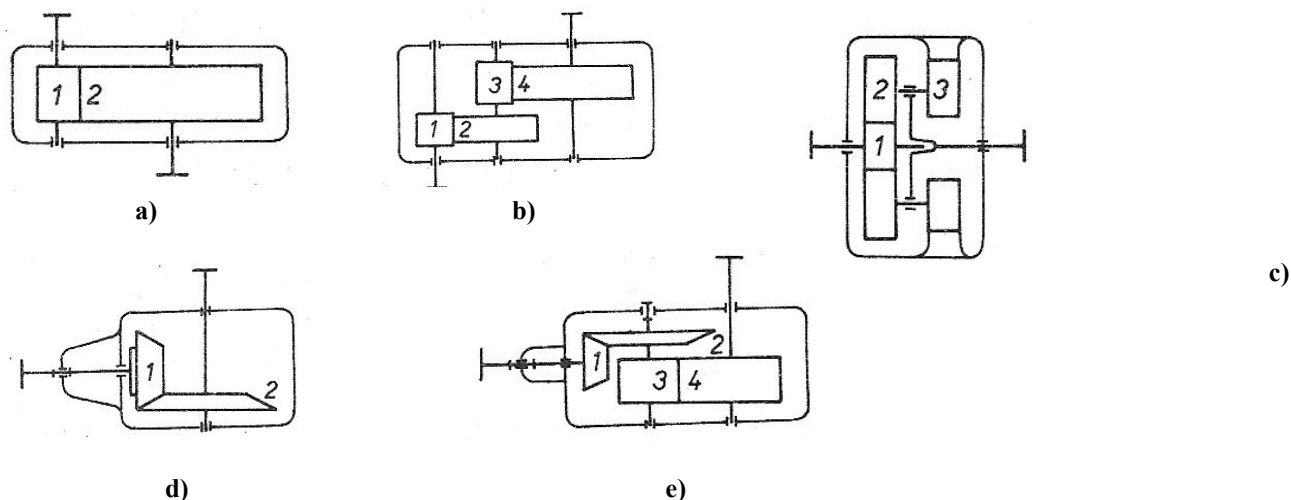
Pri prevodovkách, ktoré prenášajú veľké výkony a pracujú s veľkými obvodovými rýchlosťami používame *obežné mazanie*. Pri tomto spôsobe mazania sa olej nasáva zubovým čerpadlom zo spodku skrine a následne vytláča potrubím do ložísk a na ozubené kolesá do miest ešte pred začiatkom záberu.

Prevodovky sa používajú tam, kde je potrebné prispôbiť charakteristiku pohybu poháňajúceho zariadenia (napr. motora) požadovanej charakteristike pohybu pracovného stroja (napr. otáčky frézy pri obrábaní), alebo podmienkam prevádzky (napr. jazda automobilu do kopca).

Najčastejšie sa v praxi používajú:

- **mechanické prevodovky** – na premene pohybu sa podieľajú len mechanické časti,
- **hydromechanické prevodovky** – na premene pohybu sa podieľajú mechanické aj hydraulické časti,
- **špeciálne prevodovky** – sú určené na špeciálne účely a patria sem tieto typy prevodoviek:
 - *rozdeľovacia prevodovka* – rozdeľuje pohon medzi prednú a zadnú nápravu vozidla,
 - *diferenciálna prevodovka* – rozdeľuje pohon na ľavé a pravé koleso nápravy,
 - *reduktor* – je určený na zníženie otáčok vstupného hriadeľa,
 - *multiplikátor* – je určený na zvýšenie otáčok vstupného hriadeľa.

V prevodovke môžu byť uložené rôzne druhy súkolesí (obr.80).



Obr.80: Schéma prevodovky:

- a) s jedným párom čelných kolies,
- b) s dvoma párami čelných kolies,
- c) čelné planétové
- d) s jedným párom kužeľových kolies,
- e) s jedným párom kužeľových a čelných kolies,

Kontrolné úlohy:

1. Čo je to prevodovka? Z čoho sa skladá?
2. Aký účel má mazanie prevodoviek?
3. Vymenujte a opíšte jednotlivé druhy mazania?

2.2. Mechanizmy na transformáciu pohybu – princíp, rozdelenie a použitie

Tieto mechanizmy okrem prenosu energie menia aj druh pohybu, napr. rotačný pohyb na priamočiary alebo kývavý. Majú veľmi široké použitie, napr. pri konštruovaní obrábacích

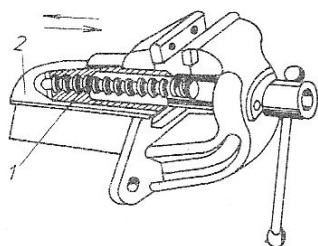
strojov, manipulátorov, robotov, zdvihákov, kompresorov, spaľovacích motorov, ale aj v presnej mechanike a elektrotechnike.

Základom každého mechanizmu je *člen*, napr. ojnica, vačka, kľuka, ťahadlo. Člen mechanizmu, ktorý je v pokoji sa nazýva *rám*.

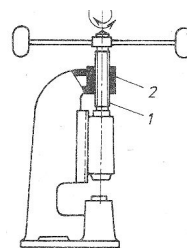
Jednotlivé členy mechanizmu sa spájajú do *kinematických dvojíc* a môžu byť *rotačné, posuvné, valivé a všeobecné*, ktoré zároveň vymedzujú pohyblivosť spojených členov. Člen má v rovine tri a v priestore šesť stupňov voľnosti pohybu i. Kinematické dvojice môžu odobrať členu v rovine jeden alebo dva stupne voľnosti, v priestore jeden až päť stupňov voľnosti.

Podľa konštrukčných znakov a funkcie kinematické mechanizmy rozdeľujeme na: *skrutkové, pákové, kľbové, kľukové, kulisové, vačkové* a iné mechanizmy.

- **Skrutkový mechanizmus** – tvorí ho *pohybová skrutka a matica*. Pohybovými skrutkami obyčajne meníme otáčavý pohyb na posuvný ako je to napr. pri zveráku (obr.81), kde môžeme pozorovať otáčavý pohyb skrutky, pričom sa matica posúva s pohyblivou časťou zveráka. Pri ručnom lise (obr.82) sa skrutka otáča a zároveň aj posúva. Posuvným pohybom skrutka stláča baran lisu nadol.

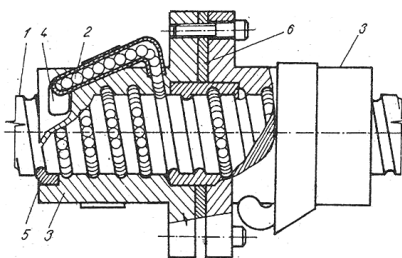


Obr.81: Pohybová skrutka zveráka
1 – pohybová skrutka, 2 – matica



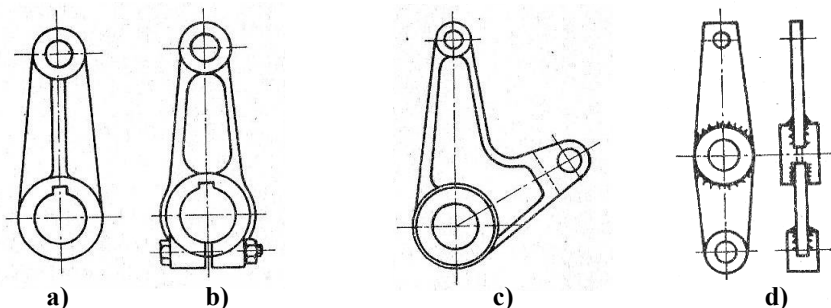
Obr.82: Ručný lis
1 – pohybová skrutka, 2 – matica

Účinnosť skrutkových mechanizmov možno podstatne zvýšiť z bežných 30 až 50% na 90 až 93% pri skrutkovom mechanizme s valivými telieskami, spravidla guľôčkami, čím sa zmení klzné trenie na valivé (obr.83).



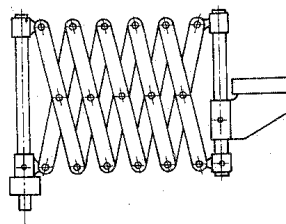
Obr. 83: Príklad konštrukčného vyhotovenia guľôčkovej skrutky:
1 – vreteno skrutky s brúsenými guľôčkovými dráhami,
2 – obežné guľôčky,
3 – matica,
4 – spätný prechod guľôčiek,
5 – stierač, 6 – príložka

- **Pákové mechanizmy** – sa v praxi používajú veľmi často. Páky (obr.84) sú strojové súčiastky otočné na čape, ktorými sa mení veľkosť, smer alebo zmysel sily, prípadne sa mení otáčavý pohyb na priamočiary.



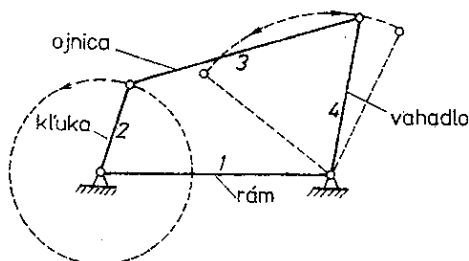
Obr.84: Páky: a), b) – jednoramenné, c), d) – dvojramenné

Nožnicový pákový mechanizmus (obr.85), ktorý slúži ako nosič menších prístrojov, na osvetľovacie telesá a pod.



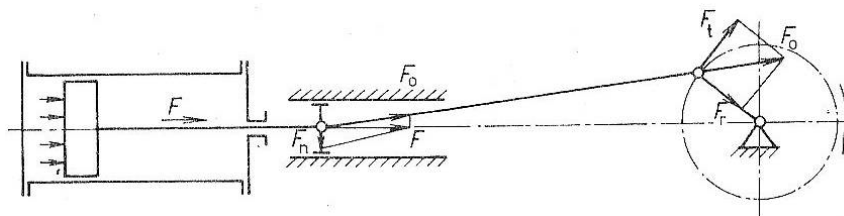
Obr.85: Nožnicový pákový mechanizmus

- Kĺbové mechanizmy** – majú najmenej štyri tuhé členy spojené otočnými alebo posuvnými kĺbmi a najmenej jednu nehybnú spojnicu. Používajú sa ako prevodové alebo vodiace, prípadne kombinované. Často sa vyskytujú na mnohých strojoch a zariadeniach napr. na poľnohospodárskych a textilných strojoch, spaľovacích piestových motoroch a pod. Jednoduchý štvorčlenný kĺbový mechanizmus je na obr.86. Pevným členom je rám. Hnacím členom je kľuka. Pohyb od kľuky prenáša ojnica. Hnaný člen je vahadlo, ktoré vykonáva iba kývavý pohyb.



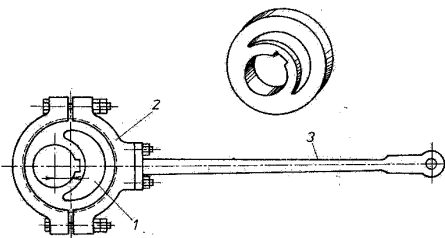
Obr. 86: Mechanizmus kĺbový (kľukovo-vahadlový)

- Kľukový mechanizmus** – mení priamočiary pohyb na plynulý otáčavý alebo naopak, napr. v piestových strojoch (obr.87). Uplatňuje sa predovšetkým pri spaľovacích motoroch, piestových kompresoroch a čerpadlách. Kľukový mechanizmus tvoria tieto časti: piest, piestny čap, ojnica, kľuka a kľukový hriadeľ.



Obr.87: Kľukový mechanizmus (stredový)

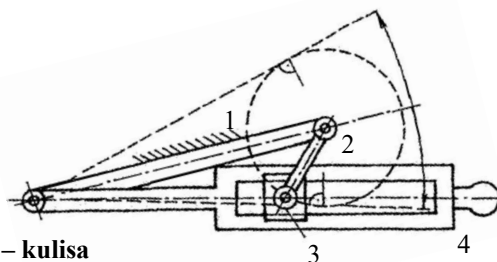
Pre malé zdvihy a na prenášanie malých síl sa namiesto kľuky používa výstredník (obr.88). Mechanizmus sa skladá z výstredníkového kotúča, z dvojdielnej objímky a výstredníkovej tyče.



Obr.88: Výstredník: 1 – kotúč, 2 – dvojdielna objímka, 3 – výstredníková tyč

- Kulisový mechanizmus** – mení otáčavý pohyb na priamočiary vratný. Podstatná časť mechanizmu je kulisa, v ktorej sa pohybuje štvorhran, nazývaný kameň.

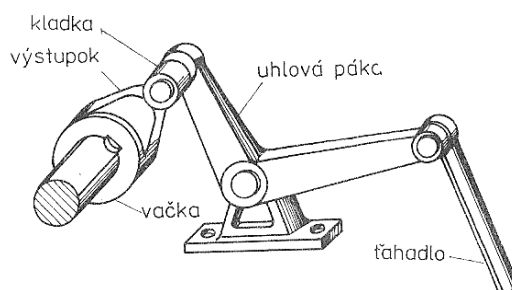
(obr.89). Kulisové mechanizmy majú krátku kľuku, ktorá sa otáča, pričom kulisa koná vratný kývavý pohyb. Kyvný kulisový mechanizmus má vodorovnú obrážačku.



Obr. 89: Kyvný kulisový mechanizmus:

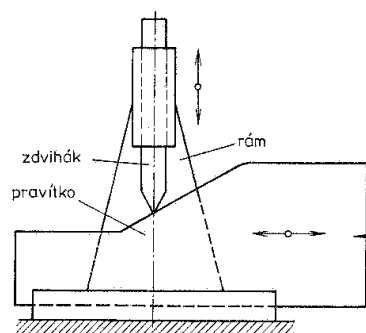
1 - rám, 2 - kľuka, 3 - kameň, 4 - kulisa

- **Vačkový mechanizmus** – mení buď rotačný pohyb na vratný posuvný alebo kývavý, alebo utvára prevod medzi dvoma posuvnými pohybmi (obr.90). Podstatou mechanizmu je vačka – kotúč s výstupkom takého tvaru, aby zodpovedal veľkosti i času trvania zdvihu, ktorý je vopred stanovený. Vačky sa používajú pri rôznych kopírovacích obrábacích strojoch a sústružníckych automatoch a pod.



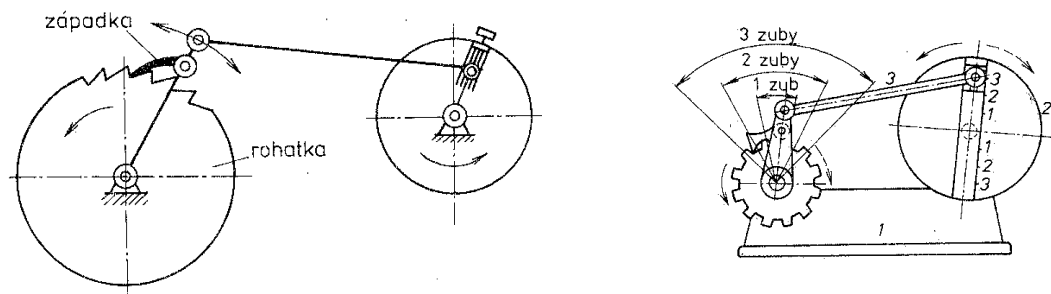
Obr.90: Vačkový mechanizmus

- **Krивkové mechanizmy** (obr.91) – menia smery priamočiarych pohybov kolmo na seba tam, kde sa má rýchlosť počas pohybu meniť, a kde sa má opakovať pohyb s rovnakou dráhou (zdvihom). Používame ich pri textilných, polygrafických, baliacich a iných strojoch.



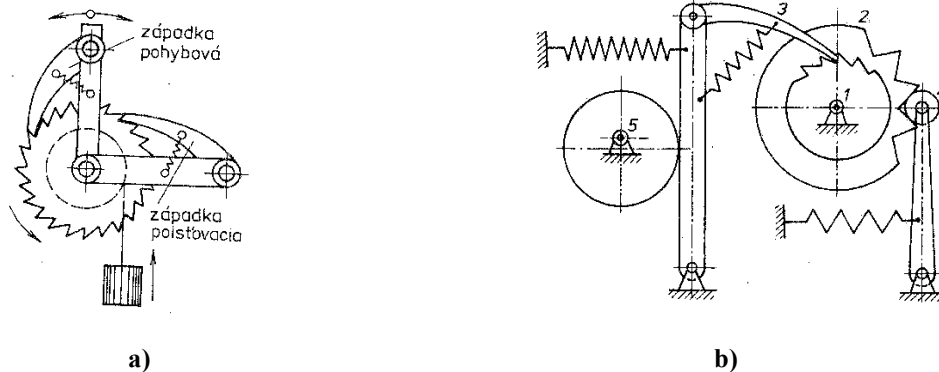
Obr.91: Rovinný krivkový mechanizmus

- **Mechanizmy s prerušovaným pohybom** – menia kývavý alebo plynulý otáčavý pohyb na prerušovaný, a to otáčavý alebo posuvný. Na obr.92 je západkový podávací mechanizmus s jednou západkou. Zdvih (krok) západky možno meniť výstrednosťou čapu na hnacom kolese.



Obr.92: Západkový podávací mechanizmus s jednou západkou

Na obr.93 je západkový mechanizmus s dvoma západkami. Druhá západka má poist'ovaciu funkciu. Najčastejšie sa používajú v presnej mechanike, v elektrotechnike a v hodinárstve.

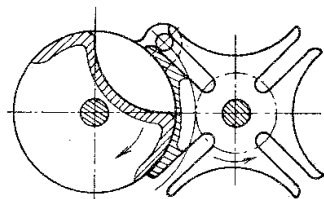


Obr.93: Západkový mechanizmus

a.s dvoma západkami

b.so stálou hodnotou pootočenia a s poist'ovacou rohatkou: 1 – rohatka, 2 – poist'ovacia rohatka, 3 – západka, 4 – kladka, 5 – výstredne uložený kotúč

Na obr.94 je jednozubový nastavovací mechanizmus s maltézskym krížom, ktorý sa používa na prerušovanie pohybu o určitý uhol. Hnací členom je kľuka s cievovým zubom zapadajúcim do výrezu hnaného maltézskeho kríža. Po každom prechode zuba sa hnaný hriadeľ poistí proti otáčaniu zablokovaním.



Obr. 94: Jednozubový nastavovací mechanizmus s maltézskym krížom

Kontrolné úlohy:

1. Charakterizujte mechanizmus na transformáciu pohybu.
2. Aké druhy skrutkových mechanizmov poznáte a aké uplatnenie majú v praxi?
3. Popíšte kulisový a vačkový mechanizmu a uveďte aké majú použitie v praxi.
4. Aký účel plnia mechanizmy s prerušovaným pohybom?

2.3. Tekutinové mechanizmy

Tekutinové mechanizmy sú zariadenia na prenos energie medzi vstupným a výstupným členom. Vo vstupnom člene sa mechanická energia prevádza na energiu tekutiny a vo výstupnom člene sa uskutočňuje premena energie tekutiny na mechanickú energiu. Riadiacimi prvkami riadime tlak a prietok tekutiny.

Do skupiny tekutinových mechanizmov patria:

- **hydraulické mechanizmy**, ktoré využívajú na prenos energie kvapaliny,
- **pneumatické mechanizmy**, ktoré využívajú na prenos energie vzduch.

Využíva sa v nich najmä tlaková a pohybová energia.

Ak sa na prenos väčšinou využíva *tlaková energia*, rozlišujeme mechanizmy:

- **hydrostatické** - napr. obrábacie a tvárniace stroje, mechanizačné zariadenia výrobných strojov, automobilové žeriavy, nakladače a pod.,
- **pneumostatické** - napr. priemyselné roboty a manipulátory, automatizačné zariadenia výrobných strojov a iné.

Ak sa na prenos využíva najmä *pohybová energia* rozlišujeme mechanizmy:

- **hydrodynamické** - napr. pohony veľkých strojov, autobusy, lokomotívy a pod.,
- **pneumodynamické** - napr. riadiace systémy.

Kontrolné úlohy:

1. Čo sú to tekutinové mechanizmy?
2. Ako sa rozdeľujú tekutinové mechanizmy?
3. Vymenujte v ktorých mechanizmoch sa využíva tlaková a v ktorých pohybová energia.
4. Uveďte konkrétne príklady tekutinových mechanizmov.

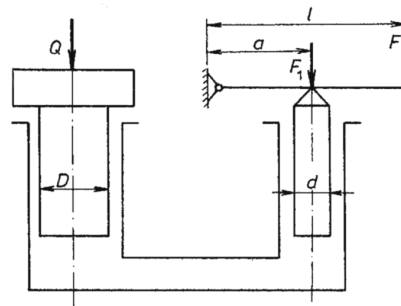
2.3.1. Hydraulické mechanizmy

Hydraulické mechanizmy prenášajú silu a pohyb pomocou *pracovnej kvapaliny*. Táto kvapalina sa v niektorých mechanizmoch stláča, v iných rozvádza a v ďalších, ktoré sú spojené s mechanickými časťami stroja, sa zasa využíva na vyvedenie síl alebo pohybov. Tieto pohyby môžu byť priamočiare alebo otáčavé.

Hydraulické mechanizmy sú pre svoju činnosť zabezpečené radom prvkov určených na riadenie tlaku, prietoku a na rozvod kvapaliny. Proti preťaženiu sa používajú rôzne druhy ventilov, z ktorých najdôležitejšie sú nasledovné typy:

- **poistný ventil** – je v činnosti len v tom prípade, keď sa poruší niektorý hydraulický prvok. Hlavnou funkčnou časťou ventilu býva guľka alebo kuželík,
- **prepúšťací ventil** – je nastavený na prevádzkový tlak a chráni obvod pred preťažením. Jeho konštrukcia je podobná poistnému ventilu,
- **redukčný ventil** - slúži na znižovanie pracovného tlaku v obvode.

Najpoužívanejšou montážnou pomôckou sú hydraulické zdvíhaky (obr.95). Zdvíhanie bremena sa dosahuje tlakovou kvapalinou, v ktorej sa vytvorí tlak piestom priemeru d . Kvapalina sa vytláča pod piest priemeru D cez výtláčny ventil. Tlakovou kvapalinou býva olej alebo zmes vody a glycerínu. Nevýhoda malého zdvihu môže byť odstránená dvoma piestmi zasúvajúcimi sa do seba teleskopicky a ešte skrutkovým vretenom, ktoré možno ľubovoľne vyskrutkovať z vnútorného piestu. Na plynulé zdvíhanie bremena sa používa dvojpiestové čerpadlo.



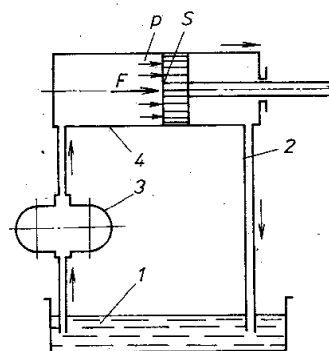
Obr.95: Schéma hydraulického zdvíháka

Podľa toho, ktorý druh energie u hydraulických mechanizmov prevažuje, rozdeľujeme ich na *hydrostatické* a *hydrodynamické mechanizmy*.

Hydrostatické mechanizmy – využíva sa pri nich prevažne tlaková energia. Založené sú na poznatku o rovnomernom šírení tlaku v kvapaline (Pascalov zákon).

Na prenos ich výkonu sú najvhodnejšie minerálne oleje, syntetické oleje, emulzia: voda – glykol a pod. Tieto kvapaliny majú dobré mazacie schopnosti, malé vnútorné trenie, odolnosť proti chemickým zmenám, malú zmenu viskozity pri zmene teploty a chránia kovové časti pred koróziou.

Princíp hydrostatického mechanizmu je znázornený na obr.96, pričom hlavnými časťami sú *hydromotor* a *hydrogenerátor* (čerpadlo).



Obr.96: Schéma hydrostatického mechanizmu:
1 – nádrž s kvapalinou, 2 – potrubie,
3 – hydrogenerátor, 4 – hydromotor

Výhodou hydrostatických mechanizmov je dosiahnutie veľkých výkonov, ľahký rozvod kvapaliny, jednoduché ovládanie, plynulá zmena rýchlosti, smeru pohybu a veľká životnosť.

Nevýhodou je náročnosť na čistotu, zložitosť konštrukcie a drahá výroba.

Hydromotor je hydrostatický prevodník určený na prevod energie zo stĺpca kvapaliny na pevné časti. Je to pracovná časť mechanizmu. Na ovládanie hydromotora slúži *rozvádzač* tlakovej kvapaliny, ktorý môže byť posúvačový alebo ventilový. Možno ho nastaviť do niekoľkých polôh. Podľa počtu prívodov sú dvojcestné, trojcestné a viaccestné.

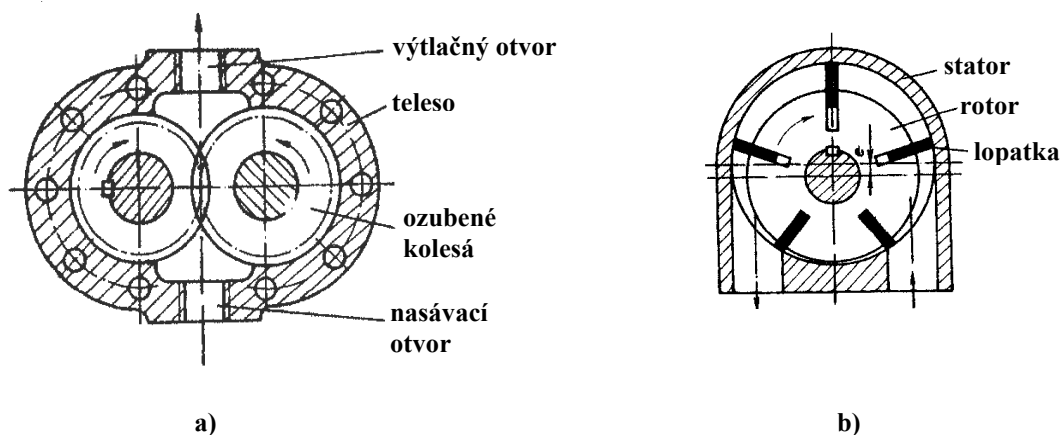
Podľa pohybu výstupného člena rozlišujeme:

- *rotačné hydromotory* – je pre nich charakteristický prietok a rozdeľujú sa na zubové, skrutkové, lamelové a piestové,
- *priamočiare hydromotory* – vstupný člen vykonáva priamočiary vratný pohyb. Sú spoľahlivé, majú malé rozmery, malú hmotnosť a pracujú s vysokou účinnosťou hlavne v *mechanizačných*, automatizačných zariadeniach a stavebných strojoch,
- *hydromotory s kývavým pohybom* – výstupný člen môže vykonávať otáčavý pohyb v menšom rozsahu ako 360°.

Hydrogenerátor (čerpadlo) je hydrostatický prevodník určený na prenos energie z pevných častí na stĺpec kvapaliny. Väčšina hydrogenerátorov je konštruovaná na rotačný vstupný pohyb, čo umožňuje pohyb bežnými elektromotormi. Je zdrojom tlakovej energie.

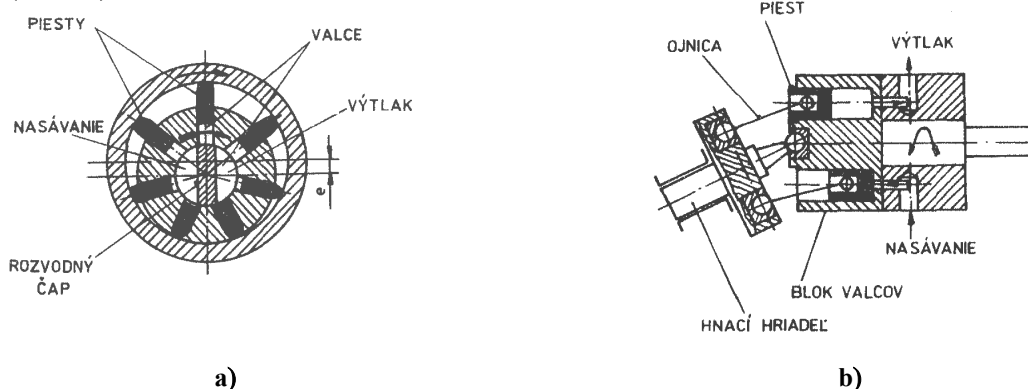
Podľa zloženia rozlišujeme:

- *zubové hydrogenerátory* (obr.97a) - používajú sa najčastejšie. Základ tvorí pár *spoluzaberajúcich* ozubených kolies, ktoré sú uložené s malými vôľami v telese. Pri otáčaní ozubených kolies zuby vo vstupnom priestore vychádzajú zo záberu a zubové medzery sa zaplňajú kvapalinou. Sú hlučné, neregulačné s núteným rozvodom,
- *lamelové hydrogenerátory* (obr.97b) - majú rotor, v ktorého zárezoch sú posuvne uložené lamely a stator umiestnený výstredne vzhľadom na rotor. Lamely sledujú dráhu statora a súčasne rozdeľujú *pracovný* priestor hydrogenerátora na niekoľko komôr. Majú tichý chod a priaznivý pomer prietoku k vonkajším rozmerom,

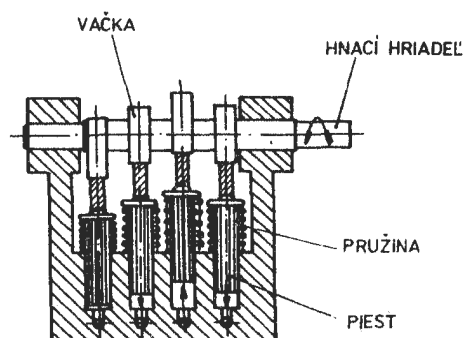


Obr.97: Hydrogenerátory: a – zubový, b - lamelový

- *piestové hydrogenerátory* - charakterizuje ich vratný pohyb piestov vo valcoch, ktorých pracovné priestory sú rozvodom striedavo pospájané so vstupným alebo výstupným priestorom. Podľa usporiadania piestov vzhľadom na os čerpadla rozoznávame tri základné druhy piestových čerpadiel: radiálne (obr.98a), axiálne (obr.98b) a radové (obr.99),

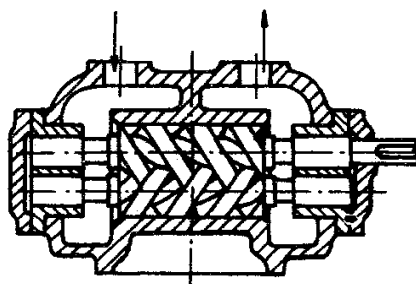


Obr.98: Piestové čerpadlo: a – radiálne, b – axiálne



Obr.99: Radové piestové čerpadlo

- *skrutkové hydrogenerátory* (obr.100) – ich podstatou sú spoluzaberajúce vretená, ktoré sú s malými vôľami uložené v telese. Pri otáčaní vretien sa kvapalina posúva medzi závitmi a premiestňuje sa zo vstupného do výstupného priestoru. Sú neregulačné, majú rovnomerný prietok a tichý chod.



Obr.100: Skrutkový hydrogenerátor

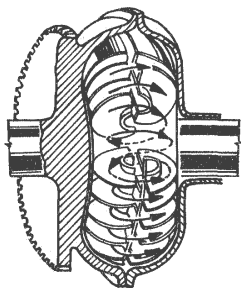
Hydrodynamické mechanizmy – prenášajú mechanickú energiu pomocou pohybovej energie kvapaliny. Na získanie potrebnej pohybovej energie prúdiacej kvapaliny využívajú odstredivú silu.

V súčasnosti sa používajú najmä na prenos krútiaceho momentu zo spaľovacieho motora na klasickú prevodovku. Ako ďalší príklad možno použiť aj hydrodynamickú spojku a hydrodynamický menič.

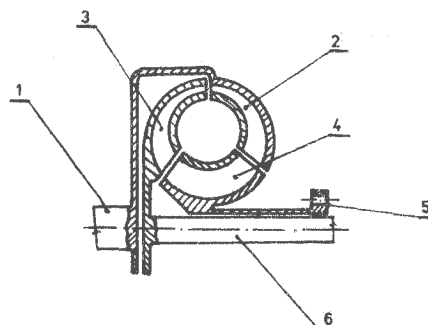
Hydrodynamická spojka (obr.101) má hnaciu a hnanú časť s vodiacimi lopatkami. Skladá sa z dvoch častí – z čerpadla a turbíny. Na zmenšenie straty trením pri prechode kvapaliny, sú obidve časti v bezprostrednej blízkosti uzatvorené v spoločnej skrini. Na utesnenie stačí jediná upchávka na výstupnom hriadeľ. Otáčaním hnacej časti sa olej odstredivou silou

urýchľuje a celá olejová náplň získava pohybovú energiu. Pri plnom chode vzniká medzi otáčkami hnacej časti a otáčkami hnanej časti malý rozdiel – sklz.

Hydrodynamický menič momentu (obr.102) má nielen rozpojovacie vlastnosti spojky, ale mení aj pomer otáčok hnacej a hnanej časti. Aby olej pri prechode hnanou časťou nevtekal do lopatiek hnacej časti nesprávnym smerom, jeho tok je usmerňovaný nehybnou lopatkovou časťou – reaktorom. Takto vzniká prúdový menič krútiaceho momentu, ktorý môžeme považovať za automatický prevod s plynulou zmenou otáčok.



Obr.101: Hydrodynamická spojka



Obr.102: Hydrodynamický menič momentu
1 – pohon od motora, 2 – čerpadlo,
3 – turbína, 4 – reaktor,
5 – vol'nobežka, 6 – výstupný hriadeľ

Kontrolné úlohy:

1. Opište hlavné časti hydrostatického mechanizmu.
2. Aké druhy hydrogenerátorov poznáte a z čoho sa skladajú?
3. Popíšte na akom princípe pracujú hydrodynamické mechanizmy.
4. Uved'te príklady hydrodynamických mechanizmov a popíšte ich.

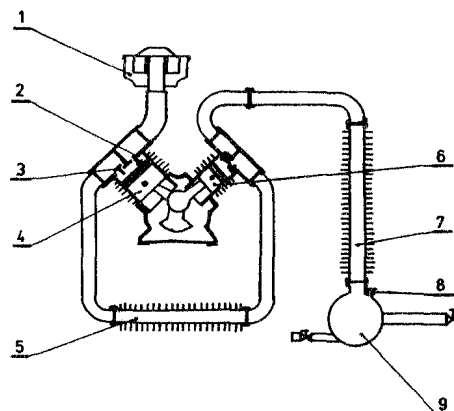
2.3.2. Pneumatické mechanizmy

Tieto mechanizmy prenášajú silu a pohyb pomocou *stlačeného vzduchu*.

Podľa toho, ktorý druh energie v mechanizme prevažuje, rozdeľujeme pneumatické mechanizmy na:

- **pneumostatické** – pri nich sa prevažne využíva tlaková energia,
- **pneumodynamické** - na prenos sily využívajú prevažne pohybovú energiu.

Nositeľom energie pneumatických mechanizmov je stlačený vzduch, ktorý sa obvyčajne dodáva pomocou **kompresora**.



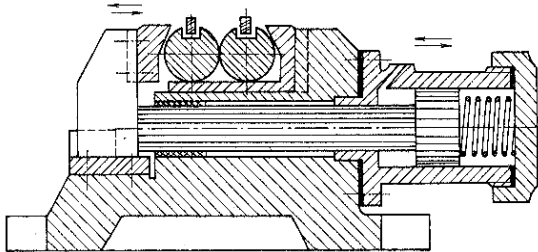
Obr.103: Schéma piestového kompresora

- 1 – čistič vzduchu, 2 – nasávací ventil,
- 3 – výtláčny ventil, 4 – I.stupeň kompresora,
- 5 – medzichladič, 6 – II.stupeň kompresora,
- 7 – dochladzovač, 8 – poistný ventil,
- 9 – vzdušník

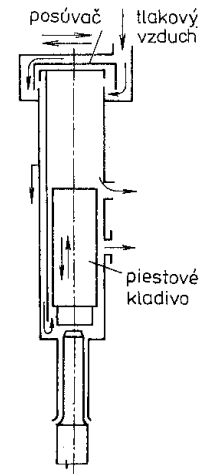
Prípojky spotrebičov vedú do hlavného potrubia vždy hore a majú uzatváracie kohúty. Tlakový vzduch sa do kompresora nasáva cez filter a v čističi sa zbavuje nečistôt, potom sa redukuje na požadovanú hodnotu a pred vstupom do rozvádzača sa nasycuje olejovou hmlou. Napokon sa vedie cez riadiace prvky do pneumatického motora, najčastejšie piestového. Na

obr.103 je v schéme znázornený piestový kompresor, pri ktorom sa zmena objemu nasávaného vzduchu, a tým aj zvýšenie tlaku dosahuje priamočiarym vratným pohybom piesta vo valci. Piestové kompresory sa vyrábajú v rôznych vyhotoveniach od najmenších až po najväčšie.

Pneumatické mechanizmy sa uplatňujú aj pri upínaní obrobkov (obr.104) napr. pri obrábaní polovýrobkov – frézovanie drážok, ale taktiež aj pri rôznych pneumatických nástrojoch ako je napr. zbíjacie pneumatické kladivo na obr.105.



Obr. 104: Pneumatický mechanizmus na upínanie obrobkov



Obr. 105: Schéma zbíjacieho pneumatického kladiva →

V nakreslenej polohe zbíjacieho pneumatického kladiva klesol tlak vzduchu nad valcovým kladivom, pričom rozdielom tlakov sa presunie posúvač vľavo. Vzduch prúdi kanálkom pod kladivo, zdvihne ho, a po odkrytí pravého dolného výfukového otvoru tlak vo zvislom kanáliku klesne. Posúvač sa presunie do pravej polohy, vzduch ide nad kladivo, zrazí ho dole – a celý proces sa opakuje.

Kontrolné úlohy:

1. Aké druhy pneumatických mechanizmov poznáte?
2. Vymenujte z akých častí sa skladá kompresor?
3. Popíšte princíp činnosti piestového kompresora.
4. Popíšte prácu zbíjacieho pneumatického kladiva.

Použitá literatúra

Mičkal K. – Holoubek Z.- Král K.: Strojníctvo I pre študijné odbory SOU, vydavateľstvo Alfa, Bratislava, 1992

Doleček J. – Holoubek Z.: Strojníctvo pre 1.ročník SOU, vydavateľstvo Alfa, Bratislava, 1988

Glézl Š.– Pažák A., Srnánek M. – Lacko P.: Základy strojnictva, vydavateľstvo Alfa, Bratislava, 1989

Hájíček J. – Komíž S.: Technológia strojového obrábania III pre 4.ročník SOU študijný odbor mechanik nastavovač, vydavateľstvo Alfa, Bratislava, 1987

HeidingerK.: Technológia opráv strojov a zariadení pre 2. a 3. ročník SOU, vydavateľstvo Alfa, Bratislava, 1987

Huška Z.: Strojové súčiastky pre SPŠ nestrojnícke, vydavateľstvo Alfa, Bratislava, 1990

Heller J. – Huška Z.: Časti strojov II pre SPŠ strojnícke, vydavateľstvo Alfa-press, Bratislava, 2008

Bartoš J. – Novák V. – Štégl M.: Strojové súčiastky I, vydavateľstvo Alfa, Bratislava, 1968

Bartoš J.– Novák V.– Štégl M.: Časti strojov II-III, vydavateľstvo Alfa Bratislava, 1978

Hluchý M. – Beneš J.: Strojárska technológia pre SPŠ nestrojnícke, vydavateľstvo Alfa-press, Bratislava, 2009

Křešnička J.: Technológia pre 2. a 3. ročník OU a UŠ učebný odbor nástrojár, vydavateľstvo Alfa Bratislava, 1964

Outrata J.: Technológia II a III zámočník, vydavateľstvo Alfa Bratislava, 1966

Porovnávací tabulky označení valivých ložísk, vydala INVESTA a.s. Praha Československo