

Strojníctvo

1. ročník

Ing. Mária Jakubechová

Považská Bystrica 2011

Názov: Strojníctvo 1. ročník

Autor: Ing. Mária Jakubechová

Odborný garant: Ing. Michal Vokoun

Vydavateľ: Stredná odborná škola strojnícka, Považská Bystrica

Obsah

1. NORMALIZÁCIA	5
1.1. Význam normalizácie	5
1.2. Použitie noriem	6
2. SPOJE A SPOJOVACIE SÚČIASTKY	8
2.1. Spoje so silovým stykom	8
2.1.1. Skrutkové spoje, druhy a použitie	8
2.1.1.1. Druhy závitov, ich charakteristika	12
2.1.1.2. Druhy namáhania skrutkových spojov	13
2.1.2. Zverné spoje, druhy a použitie	16
2.1.3. Tlakové spoje, druhy a použitie	17
2.1.4. Klinové spoje, druhy a použitie	18
2.1.5. Pružné spoje, druhy a použitie	20
2.1.6. Nitové spoje, druhy a použitie	22
2.1.6.1. Druhy silového zaťaženia nitových spojov	23
2.2. Spoje s tvarovým stykom	24
2.2.1. Kolíkové spoje, druhy a použitie	24
2.2.1.1. Druhy zaťaženia kolíkových spojov	25
2.2.2. Čapové spoje, druhy a použitie	27
2.2.2.1. Druhy namáhania čapového spoja	27
2.2.3. Perové spoje, druhy a použitie	28
2.2.3.1. Druhy namáhania perových spojov	29
2.3. Spoje s materiálovým stykom	30
2.3.1. Zvarové spoje - spôsoby vyhotovenia zvarových spojov	30
2.3.1.1. Zvarové spoje – základné typy zvarov	31
2.3.1.2. Druhy namáhania zvarových spojov	33
2.3.2. Spájkované spoje, druhy a použitie	34
2.3.2.1. Spôsoby vyhotovenia spájkovaných spojov	35
2.3.2.2. Druhy namáhania spájkovaných spojov	37
2.3.3. Lepené spoje	37
3. POTRUBIE A ARMATÚRY	39
3.1. Potrubie	39
3.1.1. Základné veličiny určujúce potrubie a jeho časti	39
3.2. Druhy a spájanie rúr	40
3.2.1. Izolácia, ochrana a uloženie potrubia	43
3.3. Uzatváracie, regulačné, poistné a meracie armatúry	44
4. UTESŇOVANIE SÚČIASTOK A SPOJOV	47
4.1. Utesňovanie rozoberateľných spojov	47
4.2. Utesňovanie pohybujuúcich sa častí	48
4.2.1. Upchávkky	48
4.2.2. Tesniace krúžky	49
4.2.3. Labyrintové tesnenie	50

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 normalizáciou, s dôležitými druhmi spojov a spojovacích súčiastok a ich využitím v praxi; potrubiami, armatúrami, spôsobmi a druhmi utesňovania rozoberateľných spojov a pohybujúcich sa častí.

Učebnica je určená študentom 1. ročníka SOŠ strojníckej pre odbor mechanik nastavovač – programátor CNC strojov a predpokladá aj súčasné 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. NORMALIZÁCIA

Rast objemu výroby a produktivity práce si vyžaduje znižovať vlastné náklady a dosahovať čo najväčšiu úsporu materiálov a zlepšovať celkovú hospodárnosť.

Hospodárnosť možno jednoducho vyjadriť ako pomer medzi maximálnym úžitkom a vynaloženou prácou na vyhotovenie určitých výrobkov. Z tohto pomeru vyplýva, že hospodárnosť bude vtedy najväčšia, keď sa dosiahne čo najväčší úžitok alebo keď sa vynaloží čo najmenšia práca.

Toto možno zabezpečiť zavádzaním novej techniky a pokrokovej technológie do všetkých odvetví národného hospodárstva, výrobou nových dokonalejších strojov a zariadení, a taktiež aj využívaním prostriedkov hospodárnej výroby ako napríklad: mechanizácie, automatizácie, typizácie, špecializácie a unifikácie, čo v podstate tvorí normalizáciu.

1.1. Význam normalizácie

Normalizácia má veľký význam v každej oblasti priemyslu. Prakticky sa využíva v nasledovných formách:

- **Mechanizácia** je základným prostriedkom hospodárnej výroby. V podstate je to nahradzovanie ľudskej manuálnej práce strojom. Táto činnosť je podstatne efektívnejšia, pričom sa nielen odstraňuje značné fyzické úsilie, ale zvyšuje sa aj celková bezpečnosť výroby.

Podľa toho, kde nastáva takéto nahradzovanie, hovoríme o mechanizácii:

- určitej práce, napr. pri doprave, zdvíhaní alebo prekladaní materiálu,
- výrobného procesu, napr. pri výrobe ojníc, klzných ložísk, ozubených kolies, valivých ložísk, spojok a pod.,
- celého odboru, napr. vo všeobecnom strojárstve, v chemickom priemysle, v poľnohospodárstve atď.

- **Automatizácia** je vyšším stupňom mechanizácie, pri ktorom zariadenie (automat) môže vykonávať rôzne úkony, napr. riadiť chod stroja (spúšťať, brzdiť, zastavovať alebo spätne pohybovať), zabezpečovať prevádzku, resp. kontrolovať výrobu. Podľa stupňa, v ktorom sa automatizácia uplatňuje, môže byť:

- čiastočná napr. poloautomatická,
- úplná, celková alebo totálna.

Automatizácia je základom produktívneho spôsobu výroby nazývaného prúdovou, pásovou, hromadnou alebo sériovou výrobou. Zavádzanie automatizácie do výroby súvisí s novým riešením organizácie výrobných procesov, ale aj s deľbou práce a koncentráciou výroby. Úroveň produktivity výsledných výrobných procesov závisí od ich zvládnutia modernými a účinnejšími prostriedkami, čiže aj od úrovne projekčných a a konštrukčných oddelení.

- **Typizácia** sa zameriava na výrobné postupy, zariadenia a organizačné otázky, pričom úspešne slúži ako príprava na normalizáciu. Simplifikáciou čiže zjednodušením sa upraví niektorá činnosť alebo obmedzí počet doteraz vyrábaných výrobkov na niekoľko základných druhov – typov, ktoré čo do tvaru, veľkosti, jednoduchosti, vyhotovenia a výkonu najlepšie vyhovujú daným požiadavkám a vylučujú abnormálne výrobky. Typizáciou sa vyrábajú nové výrobky, a to na základe skúseností zo staršej a nekonsolidovanej výroby. Typizované výrobky majú potom všetky najlepšie vlastnosti, lebo vznikli výberom najvhodnejšieho a najhospodárnejšieho vyhotovenia predchádzajúcich výrobkov, zlúčením jednotlivých kvalitných prvkov do jedinej

konštrukcie a prekontrolovaním tvaru vzhľadom na najmenšie výrobné, materiálové a prevádzkové straty. Sú to výrobky rovnakého druhu, ktoré sa odlišujú rôznym konštrukčným vyhotovením, napr. rozmermi, hmotnosťou, otáčkami, výkonom a pod.

Podľa okruhu činnosti typizácia sa rozdeľuje na:

- *závodnú a podnikovú* – ak sa uplatňuje v jednom závode alebo podniku, čiže má svoju samostatnú a charakteristickú pôsobnosť,
- *mimozávodnú* – ak ide o viaceré závody, čiže ak sa typizované výrobky vyrábajú vo viacerých závodoch alebo podnikoch,

Novovykonalštruoaná súčiastka alebo stroj je novým typom, ktorý sa určí na ďalšiu výrobu, ale konštrukčne ani výrobné sa už nemení. Výroba nového typu začne pomerne rýchle, pretože už netreba brať ohľad na predchádzajúcu výrobu, pričom vždy je rozhodujúcim faktorom účel, cena a potreba výrobku.

- **Špecializáciou** sa výrobný program obmedzuje na určitý druh výrobkov alebo iba na jediný výrobok. Špecializovaná výroba využíva špeciálne stroje, nástroje a pomôcky – modernizuje výrobu. To zvyšuje dokonalosť, ale aj kvalitu výrobkov a aj zjednodušuje a zlacňuje celú výrobu. Špecializácia závisí od druhu, veľkosti a rozvoja výrobkov. Je to najúčinnější prostriedok zlepšenia a aj zväčšenia množstva kvalitných výrobkov. Špeciálna výroba vyžaduje dôkladnú a svedomitú prípravu, zvýšenú kontrolu, ale viac meracích a kontrolných prístrojov. Špecializácia podporuje vznik odborných – špecializovaných podnikov, usmerňuje celú výrobu, či už zo stránky vývoja alebo aj samotnej prevádzky, pre určité výrobné odvetvia alebo iba pre určitý výrobok.

- **Unifikácia** tvorí podstatu, formu a metódu normalizačnej činnosti, ale pri tom sa uplatňujú aj prvky *typizácie, simplifikácie, špecifikácie a agregácie*.

Pri *unifikácii* ide o zjednocovanie, pri ktorom sa vhodne obmedzuje mnohotvárnosť druhov, tvarov a rozmerov výrobku. Okrem toho sa upravuje usporiadanie predmetov a označovanie výrobkov, ale aj zjednocovanie výrobkov a zvýšenie ich funkčnej upotrebitelnosti a vymeniteľnosti.

Pri *typizácii* sa zdôrazňuje vyberanie a vytváranie účelného počtu typov určitých výrobkov tak, aby zodpovedali potrebám hospodárstva a požiadavkám exportu.

Simplifikáciou sa zjednodušuje technológia výroby, príslušné organizačné a pracovné postupy, skúšobné metódy a rôzne technické riešenia.

Pri *špecifikácii* sa presne určujú vlastnosti a usporiadanie predmetov, spôsob práce a opatrenia na kontrolu činnosti.

Pri *agregácii* ide o vytváranie stavebnicového systému, ktorý dovoľuje zo súboru väčšinou normalizovaných dielcov, súčiastok alebo montážnych skupín konštruovať, resp. zostavovať rôzne stroje a zariadenia.

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite ako možno dosiahnuť maximálnu hospodárnosť výroby.
2. Uveďte v akých základných formách v priemyselnej výrobe sa využíva normalizácia.
3. Uveďte konkrétne príklady normalizácie, ktoré sa vyskytujú v bežnom živote.

1.2. Použitie noriem

Technická normalizácia sa uplatňuje nielen v technických, konštrukčných a výrobných podkladoch, ale aj prostredníctvom technických noriem. Ako dôležitá zložka systému riadenia prispieva tvorbou noriem aj svojimi metódami v projekcii, v konštrukcii, vo výskume a výrobe k celkovému rozvoju.

Technické normy ako štandardy sa vytvorili po starostlivom prešetrovaní a hodnotení činnosti dôležitých úloh. Najvýhodnejšie riešenie sa schváli po prerokovaní za normu podľa zákona o technickej normalizácii, pričom musí spĺňať základné požiadavky normalizácie: akosť, bezpečnosť, hospodárnosť a životnosť. Náplňou a predmetom technických noriem sú:

- suroviny, materiál, polovýrobky, výrobky a zariadenia opakovanej kusovej, ale najmä hromadnej výroby. K nim patria aj konštrukčné prvky a ich parametre, tvary a rozmery a aj rôzne fyzikálne, chemické a iné vlastnosti,
- opakujúca sa technická činnosť, ku ktorej patrí manipulácia so surovinami a výrobkami, ich balenie, uskladňovanie, skúšanie, označovanie a údržba, ďalej sú to aj rôzne návody, technické práce a technologické postupy,
- všeobecné technické záležitosti a veličiny, ako jednotky, názvy, pojmy, značky, výkresy, lícovací údaje, základy, ale aj výpočtové metódy,
- pokyny pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci a aj tvorba, ochrana a zlepšovanie životného prostredia.

Druhy technických noriem možno charakterizovať nielen podľa obsahu, ale aj podľa rozsahu platnosti.

Podľa obsahu sú to nasledujúce technické normy:

- a.*normy všeobecné*, ktoré triedia a definujú pojmy, jednotky, názvoslovie a veličiny, určujú tvary a veľkosti konštrukčných prvkov atď.,
- b.*normy činnosti*, ktoré predpisujú spôsob a postup práce pri výrobe, balení, uskladňovaní, skúšaní a používaní výrobkov, vrátane príslušných bezpečnostných predpisov.

Podľa rozsahu platnosti a stupňa dôležitosti rozdeľujú sa technické normy na:

- a.*podnikové normy*, orientujú sa na prípravu výrobkov a technickú činnosť v rámci podniku alebo výrobnej hospodárskej jednotky,
- b.*odborové normy*, dotýkajú sa úpravy výrobkov a technickej činnosti, problémov určitého odboru, pri ktorých je normalizácia dôležitá vo vzájomných vzťahoch medzi organizáciami z o hľadiska účelnej kooperácie,
- c.*štátne normy*, ako napr. STN, GOST, DIN, TGL a p aľ sa vzťahujú na prípravu výrobkov a technickú činnosť so značným významom pre štát alebo aspoň viac odborov,
- d.*medzinárodné normy*, ako sú EN, ISO majú všeobecnú medzinárodnú platnosť a v rámci normalizačného odporúčania zavádzajú a využívajú sa v národnej normalizačnej oblasti.

K technickým normám nepatria technicko-hospodárske normy (THP), výkonové normy zásob, spotreby a pod. Tieto normy sú záväzné len pri výrobkoch a odberateľov v zmysle vzájomnej dohody o výrobkoch, ktoré nie sú normalizované. Nesmú byť v rozpore s platnými technickými normami, ale ani s inými platnými bezpečnostnými a právnymi predpismi.

Kontrolné úlohy:

1. Vymenujte čo všetko môže byť obsahom technickej normy.
2. Nájdite označenia na zakúpenom tovare podľa akej technickej normy bol vyrobený.

2. SPOJE A SPOJOVACIE SÚČIASTKY

Každý stroj a strojové zariadenie je zložené z určitého množstva spojovaných častí a spojovacích súčiastok, ktoré spolu tvoria celok.

Časti, ktoré sa majú spolu spojiť, nazývame spojované časti. Miesto, kde sa spája spojovacia a spojovaná časť sa nazýva spoj.

Strojové súčiastky, ktoré spájajú dve alebo viac spojovaných častí strojov alebo zariadení, nazývame spojovacie súčiastky. Spojovacie súčiastky sú normalizované.

Spojenie súčiastok môže byť uskutočnené:

- ako **pohyblivé spojenie**, ktoré umožňuje vzájomný pohyb spojených častí, napr. spojenie pomocou ložísk, kĺbov a pod.,
- ako **nepohyblivé spojenie**, ktoré neumožňuje vzájomný pohyb spojených častí napr. spoj zvarový, spájkovaný a pod.

Z hľadiska rozoberateľnosti rozdeľujeme spoje do dvoch základných skupín:

- **rozoberateľný spoj** je taký spoj, ktorý môžeme kedykoľvek rozobrať a znovu zmontovať bez poškodenia spojovanej alebo spojovacej časti, napr. spoj skrutkový, kolíkový, čapový, zverný, klinový a ďalšie spoje,
- **nerozoberateľný spoj** je taký spoj, ktorý sa nedá rozobrať bez poškodenia spojovanej alebo spojovacej časti, napr. spoj lepený, nitový, zváraný a spájkovaný. Tento spoj volíme na trvalé spojenie.

Do prechodnej oblasti medzi skupinami rozoberateľných a nerozoberateľných spojov patria tlakové spoje.

Z hľadiska fyzikálnej podstaty funkcie spoja rozlišujeme spoje na:

- spoje *so silovým stykom* (skrutkové, zverné, tlakové, klinové, pružné a nitové),
- spoje *s tvarovým stykom* (kolíkové, čapové a perové),
- spoje *s materiálovým stykom* (zvárané, spájkované a lepené).

Kontrolné úlohy:

1. Definujte spojované časti, spojovacie súčiastky a spoj.
2. Uveďte aké môže byť spojenie súčiastok vzhľadom na vzájomný pohyb spojených častí.
3. Charakterizujte základné druhy spojov z hľadiska rozoberateľnosti.
4. Ako rozdeľujeme spoje z hľadiska fyzikálnej podstaty funkcie spoja?

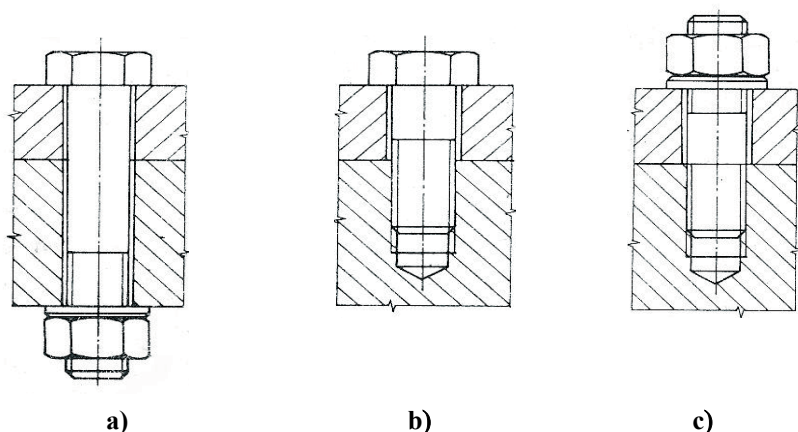
2.1. Spoje so silovým stykom

Spoje, ktoré vyžadujú silové pôsobenie na spojované časti, zahrňujeme do skupiny spojov so silovým stykom. Patria sem spoje skrutkové, zverné, tlakové, klinové, pružné a nitové.

2.1.1. Skrutkové spoje, druhy a použitie

Skrutkové spoje sú najčastejšie používané strojové spojovacie súčiastky. Skrutkové spoje možno vyhotoviť tromi základnými druhmi skrutiek (obr.1):

- a. skrutkami s maticou,
- b. skrutkami s hlavou,
- c. závrtnými skrutkami.



Obr. č.1: Základné typy skrutkových spojov

Podľa funkcie sa skrutky delia na dve základné skupiny: pohybové a spojovacie.

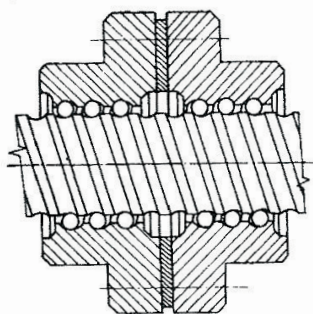
Pohybové skrutky slúžia na premenu otáčavého pohybu na priamočiary pohyb, ako napr. pri pracovných stoloch obrábacích strojov, zverákoch a pod.

Vyrobené sú z konštrukčnej ocele obvyklých akostí triedy 10 a 11 a pre väčšie namáhanie z ušľachtilej konštrukčnej ocele triedy 12 a 14. Môžu mať rovnoramenný lichobežníkový závit na prenášanie pohybu v oboch smeroch, alebo nerovnoramenný lichobežníkový závit na prenášanie pohybu iba v jednom smere.

Skrutky s väčším stúpaním majú niekoľkochodový závit a používajú sa pri vretenových lisoch.

V koníku sústruhu je pohybová skrutka uložená v prírubovom ložisku, takže pri jeho otáčaní sa matica s objímkou koníka osovo posúva.

Do skupiny pohybových skrutiek patrí aj guľôčková skrutka (obr.2), ktorá má malé trenie, vysokú tuhosť, väčšiu tvrdosť a zabezpečuje malé opotrebovanie. Je určená na polohovanie a transport. Vo vysokorýchlostných obrábacích centrách guľôčková skrutka zabezpečuje pracovné pohyby stolov a suportov s vysokou presnosťou, nakoľko sa vytvorí predpätie medzi maticou a skrutkou.



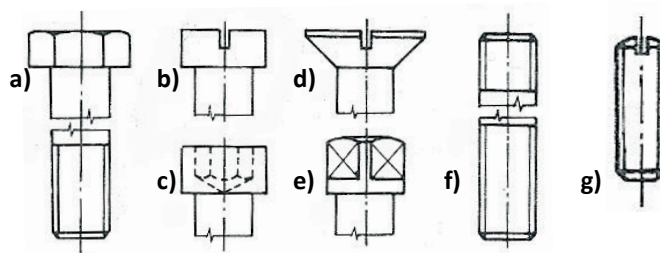
Obr. č. 2: Guľôčková skrutka

Spojovacími skrutkami sa spájajú dve alebo viac súčiastok do jedného rozoberateľného celku napr. skrutka a matica.

Spojovacie skrutky rozdeľujeme podľa viacerých hľadísk:

- podľa druhu materiálu rozlišujeme skrutky oceľové a ostatné (mosadzné a pod.),
- podľa technológie výroby môžu byť skrutky tvárnené za tepla, za studena, sústružené, frézované, atď.,

- podľa tvaru (profilu) závitú rozoznávame skrutky so závitom metrickým, lichobežníkovým, Whitworthovým alebo oblým,
- podľa použitia rozdeľujeme skrutky do kovu a do dreva,
- podľa spôsobu uťahovania rozlišujeme skrutky na:
 - skrutky pre ručné uťahovanie (môžu mať hlavu ryhovanú alebo krídlovú),
 - uťahovanie pomocou rôznych druhov skrutkovačov (možno nimi uťahovať zápusťné skrutky, skrutky s hlavou valcovou, plochou, šošovkovitou, nastavovacie skrutky so zárezom a i.),
 - uťahovanie pomocou rôznych druhov kľúčov (skrutky so šesťhrannou, alebo štvorhrannou hlavou),
- podľa tvaru (obr.3) rozoznávame skrutky na:
 - skrutky s hlavou:
 - presné a hrubé skrutky so šesťhrannou hlavou (3a),
 - skrutky s valcovou hlavou skrutky (3b) a s valcovou hlavou s vnútorným šesťhranom zápusťné skrutky (3c),
 - zápusťné skrutky s rovnou hlavou (3d),
 - skrutky s polguľovou hlavou (vratové),
 - upínacie skrutky (3e),
 - skrutky bez hlavy:
 - závrtné skrutky (3f),
 - nastavovacie skrutky so zárezom (3g).

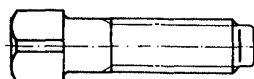


Obr. č. 3: Rôzne druhy skrutiek do kovu

Skrutkami so šesťhrannou hlavou sa pripevňujú rozličné súčiastky napr. telesá skríň k stojanom a lôžkam obrábacích strojov.

Súčiastky z plochých tyčí a plechov sa pripevňujú k väčším strojovým súčiastkam skrutkami s valcovou hlavou, zápusťnými skrutkami a skrutkami s polguľovou hlavou so závitom k hlave.

Skrutky s valcovou hlavou s vnútorným šesťhranom sú použité na obrábacích strojoch. Pomocou upínacích skrutiek s osadeným koncom, s nákrúžkom a s čapíkom (obr.4) sa upínajú do upínacieho zariadenia nástroje ako napr. sústružnícke a hobl'ovacie nože.



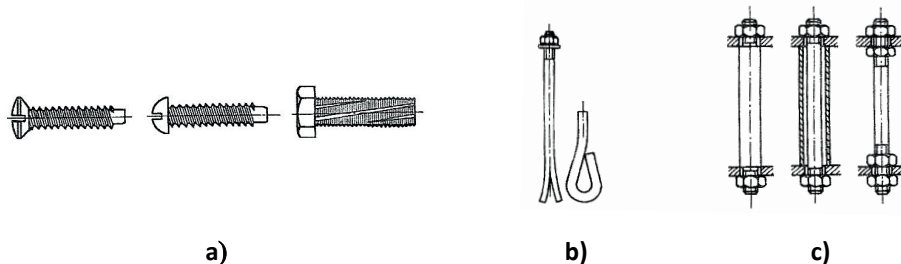
Obr. č. 4: Upínacia skrutka s osadeným koncom

Závrtnými skrutkami sa upevňujú prestaviteľné lišty, ktoré sú súčasťou vedenia šmýkadiel saní, baranov a pod.

Nastavovacími skrutkami so zárezom sa nastavujú a poisťujú súčiastky do žiadanej polohy.

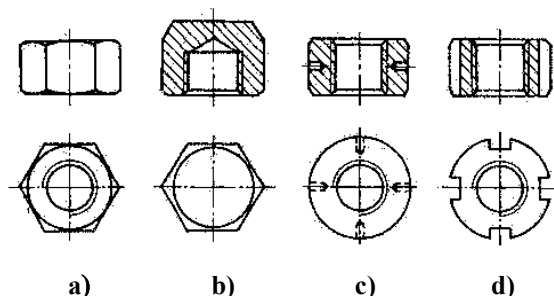
Závitorezné skrutky majú husté ostré závity, ktoré si sami režu závit v predvŕtaných hladkých dierach (5a).

Na špeciálne účely sa vyrábajú skrutky základové (5b) a rozpieracie (5c).



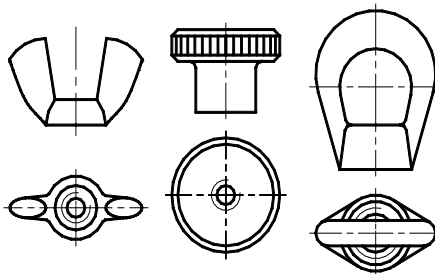
Obr. č. 5: Druhy skrutiek: a – závitorezné, b – základové, c – rozpieracie

Matice sa používajú hlavne pri skrutkách prístupných z oboch strán ako druhá spojovacia súčiastka napr. pri spoji prírubových rúr. Najčastejšie sa používajú matice šesťhranné (6a), s otvorom (6b), so zárezmi (6c) alebo s výrezmi na obvode (6d).



Obr. č. 6: Základné druhy matíc

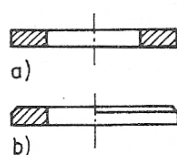
V praxi často používame aj rôzne druhy matíc, ktoré uťahujeme iba ručne (obr.7).



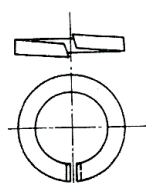
Obr. č. 7: Matice pre ručné uťahovanie

Podložky poistujú skrutkový spoj proti uvoľneniu. V praxi sa najčastejšie používajú tieto druhy podložiek:

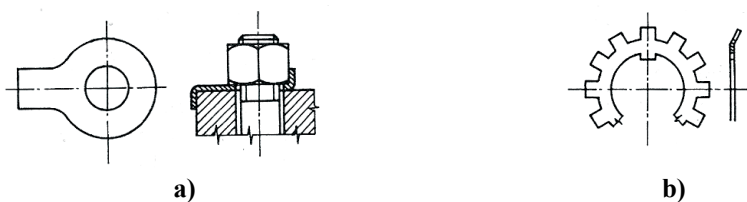
- podložky so šesťhrannou hlavou, ktoré môžu byť lisované alebo sústružené (obr.8),
- pružné podložky (obr.9),
- poistné podložky (obr.10).



Obr. č. 8: Podložky pre skrutky:
a) lisované, b) sústružené



Obr. č. 9: Pružná podložka



Obr. č. 10: Poistné podložky:

- a) poistná podložka s jazýčkom a jej použitie,
b) poistná podložka k maticiam upínacích puzdier

Kontrolné úlohy:

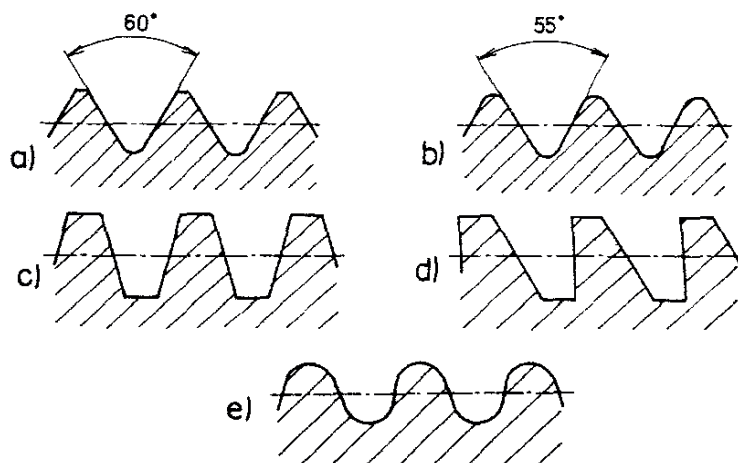
1. Vysvetlite čím sa od seba odlišujú základné typy skrutkových spojov.
2. Nájdite možnosti použitia pohybových a spojovacích skrutiek v praxi.
3. Podľa akých hľadísk možno rozdeliť skrutky?
4. Vymenujte s akými druhmi matic a podložiek ste sa už zoznámili a kde konkrétne boli použité?

2.1.1.1. Druhy závitov, ich charakteristika

Funkčným prvkom skrutkového spoja je závit. Podstatou závitu je naklonená rovina, navinutá na vonkajšiu valcovú plochu skrutky alebo na vnútornú valcovú plochu matice.

Druhy závitov rozlišujeme podľa viacerých hľadísk:

- podľa počtu chodov skrutkovice rozlišujeme závity jednochodové a viacchodové,
- podľa smeru stúpania skrutkovice rozdeľujeme závity na pravé a ľavé,
- podľa tvaru profilu (obr.11) rozoznávame závity metrické, Whitworthove, lichobežníkové, oblé a rúrkové.



Obr. č. 11: Druhy závitov:

- a) metrický, b) Whitworthov, c) lichobežníkový rovnoramenný, d) lichobežníkový nerovnoramenný, e) oblý

Metrický závit má profil rovnoramenného trojuholníka s vrcholovým uhlom 60° . Označuje sa písmenom M, za ktoré sa uvedie veľkosť veľkého priemeru závitu v milimetroch, napr. M10.

Whitworthov závit má podobný profil ako metrický závit. Odlišuje sa iba veľkosťou vrcholového uhla, ktorý je 55° a zaoblením hrán profilu. Označuje sa písmenom W, za ktoré

sa uvedie veľkosť veľkého priemeru závitov v anglických palcoch ($1'' = 25,4 \text{ mm}$), napr. $W1/2''$.

Lichobežníkový profil závitov sa používa najmä pri pohybových skrutkách. Profil má tvar rovnoramenného alebo nerovnoramenného lichobežníka.

- *Rovnoramenný lichobežníkový závit (trapézový)* sa označuje písmenami Tr. K značke sa pripisuje veľký priemer závitov násobený stúpaním v mm, napr. Tr 50 x 8. Osová sila môže pôsobiť v oboch smeroch. Používa sa ako pohybová skrutka.
- *Nerovnoramenný lichobežníkový závit* sa používa tam, kde tlaková sila pôsobí v jednom smere, napr. pri vretenových lisoch. Označuje sa písmenom S. Za značkou závitov sa uvádza veľkosť veľkého priemeru závitov, veľkosť rozstupe a prípadne aj počet chodov závitov napr. S 65 x 10/2.

Oblý závit je vhodný pre skrutky, ktoré sú vystavené nárazom, prašnému prostrediu a poveternostným vplyvom. Preto sa používajú napr. pri spojkách železničných vozňov, pri spojovaní potrubia. Označuje sa písmenami Rd a veľkosťou veľkého priemeru závitov v mm, napr. Rd 35.

Oblé závitov sa používajú aj pre označovanie elektrotechnických súčiastok napr. závitov žiaroviek a objímok. Označujú sa E (Edisonov závit) napr. E 14.

Rúrkový (valcový) závit má rovnaký profil ako Whitworthov závit. Priemer sa vyjadruje v palcoch a označuje sa G napr. G 2"

Profily, rozmery a vyhotovenie závitov sú normalizované.

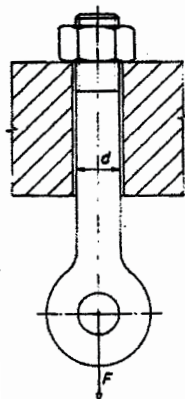
Kontrolné úlohy:

1. Aké profily závitov poznáte a ako sa označujú?
2. Uveďte príklady použitia jednotlivých druhov závitov.
3. Nájdite v strojných tabuľkách jednotlivé druhy závitov.

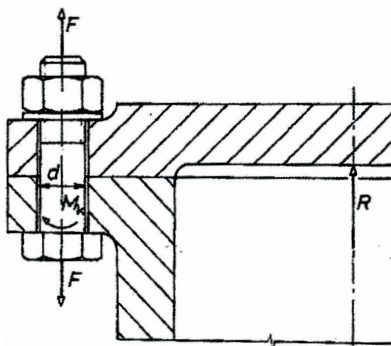
2.1.1.2. Druhy namáhania skrutkových spojov

Spojovacie skrutky sú často namáhané **t'ahom** (obr.12), kde skrutka je zaťažená iba vonkajšou osovou silou F a jej driek je namáhaný iba t'ahom, resp. tlakom; prípadne sú namáhané kombináciou **t'ahu a krútenia** (obr.13).

Pri súčiastkach, ktoré sa v prevádzke veľmi ohrievajú (napr. príruby parného potrubia), namáhanie skrutky teplotnou rozťažnosťou ďalej vzrastá. Pevnosť veľmi namáhaných skrutiek sa zväčšuje nahradením ostrých prechodov pozvoľnými, napr. kužeľovým prechodom medzi driekom a malým priemerom závitov alebo medzi driekom a hlavou skrutky.

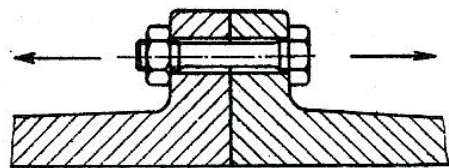


Obr. č. 12: Skrutka zatvážená t'ahom



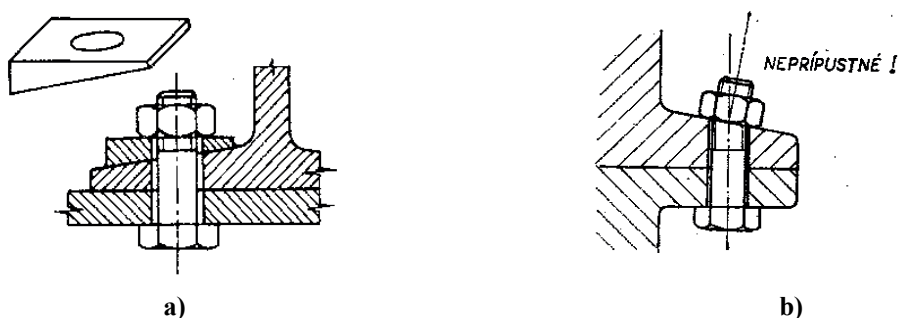
Obr. č. 13: Skrutka zatvážená kombináciou t'ahu a krútenia

Pre skrutkové spoje namáhané rázmi alebo striedavým namáhaním ťahom a tlakom sa osvedčujú skrutky so stenčným driekom (obr.14). Takéto skrutky sú pri svojej väčšej štíhlosti viac rozťažné, takže striedavé namáhanie vyrovnávajú ako pružiny.



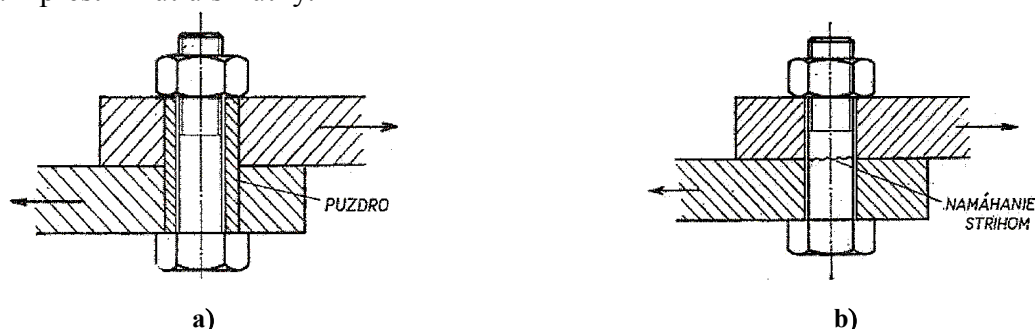
Obr.14: Skrutka so stenčným driekom

Ak pri pritiahovaní skrutkových spojov nie je os drieku skrutky kolmá na povrch spojovaných súčiastok, skrutka je namáhaná **ohybom** (obr.15). V takomto prípade sa driek ohne a jeho mnohonásobne zväčšené namáhanie môže pri trvalom zaťažení zapríčiniť jeho lom. Takémuto namáhanie skrutky sa predchádza použitím klinovitej podložky s primerane veľkým úkosom.



Obr. 15: Skrutka namáhaná ohybom: a) použitie podložky, b) neprípustné použitie bez podložky

Pokiaľ je to možné, treba sa vyhnúť silám pôsobiacim kolmo na os skrutky, lebo namáhajú skrutku **strihom** (obr.16a). V týchto prípadoch sa musí pritiahnutím skrutky dosiahnuť také veľké trenie medzi spojovanými súčiastkami, aby sa strižné sily nemohli uplatniť. Tam, kde strižným silám nemožno zabrániť, treba použiť kolíky alebo puzdrá (obr.16b), ktorými sa zabráni prestrihnutiu skrutky.

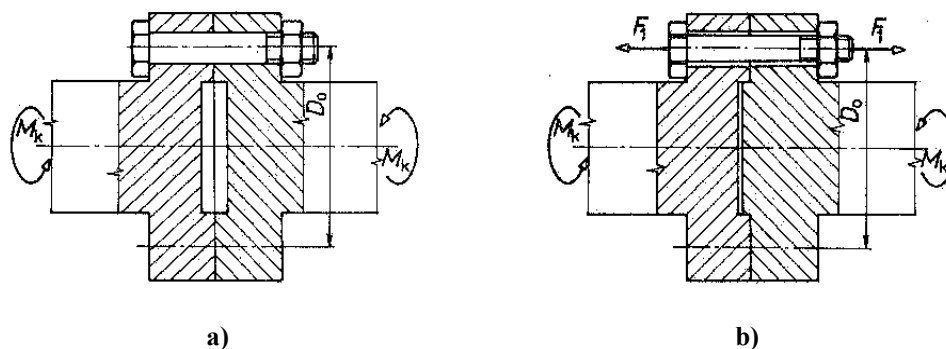


Obr.16: Skrutka namáhaná strihom: a – pôsobenie kolmých síl, b - vystuženie skrutky (puzdro)

Skrutkový spoj, ktorý prenáša krútiaci moment sa vyskytuje napr. pri prírubových a kotúčových spojkách.

Ak krútiaci moment prenášajú lícované skrutky (obr.17a), tak spojovacie skrutky sú namáhané šmykom.

V prípade, že na prenos krútiaceho momentu sa použijú bežné skrutky (obr.17b), musia byť utiahnuté tak, aby trenie vznikajúce na čelných plochách spojky bolo schopné preniesť celý krútiaci moment. V tomto prípade budú spojovacie skrutky namáhané len **t'ahom**.



Obr. 17: Skrutkové spoje prenášajúce krútiaci moment:

- a) použitie lícovanej skrutky
- b) použitie bežnej skrutky

V prevádzkových podmienkach sú skrutkové spoje väčšinou zaťažované dynamicky, kedy zaťaženie mení veľkosť aj smer pôsobenia v závislosti od času. Okrem toho skrutku treba považovať za strojovú súčiastku s vrubmi, čo nepriaznivo vplýva na skutočné rozloženie a veľkosť napätia v nebezpečnom priereze skrutky.

Z uvedených dôvodov treba skrutky kontrolovať so zreteľom na dynamické zaťaženie a tvarovú pevnosť. Obyčajne sa postupuje tak, že rozmery skrutky sa navrhnu podľa základných vzťahov platných pre statické zaťaženie a následne sa vykoná kontrola z dvoch hľadísk:

- *dynamického namáhania* – výpočet skrutiek sa uskutočňuje pomocou Smithových diagramov. V tomto prípade ak pracovný bod konkrétnej skrutky leží vo vnútri príslušného Smithovho diagramu, rozmery skrutky sa vyhotovujú aj so zreteľom na dynamické namáhanie,
- *tvarovej pevnosti* – pri tejto kontrole zisťujeme najväčšie tzv. špičkové napätie, ktoré v dôsledku koncentrácie napätia vzniká v mieste vrubu (osadenia, ukončenia závit, drážky a pod.) V tomto prípade špičkové napätie porovnávame s dovoleným napätím. Ak špičkové napätie je menšie alebo sa rovná dovolenému napätiu skrutka z hľadiska tvarovej pevnosti vyhovuje. V opačnom prípade je nutné rozmery skrutky zväčšiť, prípadne aj vhodne upraviť tvar vrubu.

V prípade závitú skrutky uskutočňujeme kontrolu na **otlačenie** a pri matici urobíme kontrolu na **šmyk**.

Ak je rovnomerné rozloženie zaťaženia na jednotlivé závity, porovnávame skutočné napätie s dovoleným napätím.

Ak skrutka aj matica sú vyrobené z rovnakého materiálu, kontrolujeme na **šmyk** iba skrutku.

Kontrolné úlohy:

1. Vymenujte druhy namáhania skrutkových spojov a uveďte príklady.
2. Ako sú namáhané skrutkové spoje prenášajúce krútiaci moment?
3. Kedy vzniká dynamické zaťaženie skrutkového spoja?
4. Vysvetlite ako je namáhaný závit skrutky a ako matica.

2.1.2. Zverné spoje, druhy a použitie

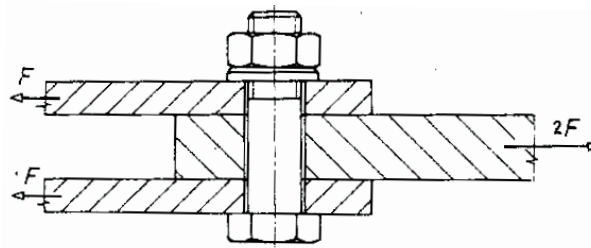
Podstatou funkcie všetkých zverných spojov je trenie, ktoré vzniká v stykových plochách spojovaných častí. Zverné spoje sa používajú na rýchle spojenie dvoch alebo viacerých častí a na zabezpečenie ľahkej zmeny ich vzájomnej polohy.

Podľa spôsobu vyhotovenia rozoznávame tieto druhy zverných spojov:

- **zverné spoje so skrutkou** – používajú sa na spojenie valcových častí jednou skrutkou s maticou (obr.18a), prípadne dvoma skrutkami s maticami (obr.18b) a na spojenie plochých častí (obr.19).

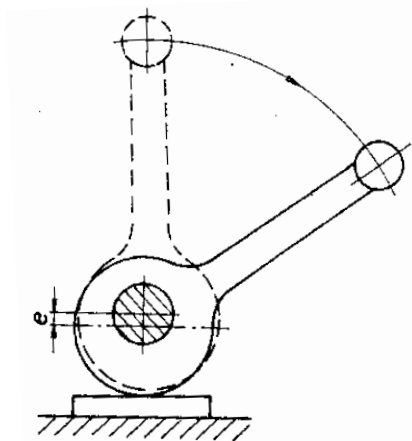


Obr.18: Zverný spoj zhotovený: a) s jednou skrutkou, b) s dvoma skrutkami



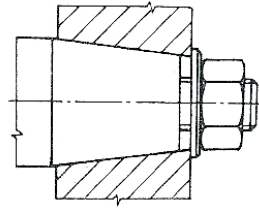
Obr.19: Zverný spoj so skrutkou na spojenie plochých častí

- **zverné spoje s výstredným kotúčom** – sú vhodné na rýchle a ľahké upnutie a uvoľnenie spojovaných častí (obr.21) v rôznych úpravách pri prípravkoch. Spoj vznikne trením od pritlačenia výstredníka na súčiastku.



Obr.21: Zverný spoj s výstredným kotúčom

- **zverný spoje s kužeľom** – používajú sa na spojenie rotačných častí (obr.20). Kužeľový koniec čapu alebo hriadeľa sa skrutkou alebo maticou vtáhuje do diery v náboji, čím sa dosiahne pevné zovretie,



Obr. 20: Zverný spoj s kužeľom na spojenie rotačných častí

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite čo je podstatou zverného spoja.
2. Vymenujte jednotlivé druhy zverných spojov.
3. Na internetových stránkach nájdite príklady použitia zverných spojov v praxi.

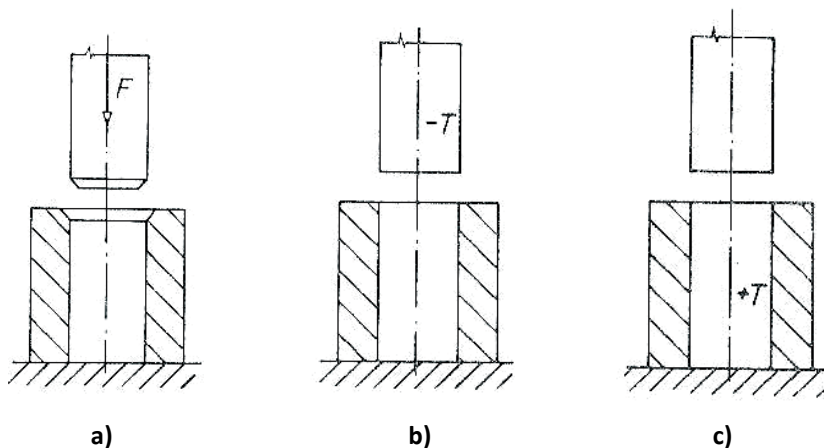
2.1.3. Tlakové spoje, druhy a použitie

Podstatou funkcie tlakových spojov je trenie, ktoré vzniká v stykovej ploche spojovaných častí. Spojenie sa uskutočňuje bezprostredne, bez použitia spojovacích častí.

Podľa spôsobu vyhotovenia rozoznávame tieto druhy tlakových spojov:

- **Tlakové spoje lisovaním** (obr.22a) vzniknú nalisovaním čapu do náboja na mechanických alebo hydraulických lisoch za studena. Pri tomto spôsobe spojenia treba zvoliť relatívne malé presahy, aby sa pri lisovaní nepoškodili spojované časti.
- **Tlakové spoje zmrštením alebo rozťahnutím** (obr.22b,c) vzniknú ohriatím vonkajšej súčiastky alebo ochladením vnútornej súčiastky. Niekedy sa používa kombinácia oboch spôsobov. Po vyrovnaní teplôt oboch spojovaných častí vznikne pevný spoj, schopný prenášať krútiaci moment aj osové zaťaženie.

Spôľahlivosť tlakových spojov závisí najmä od veľkosti presahu, ktorý sa určuje v závislosti od veľkosti vonkajšieho zaťaženia, prenášaného tlakovým spojom.



Obr.22: Tlakové spoje: a – lisovaním, b – zmrštením, c – rozťahnutím

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite podstatu funkcie tlakových spojov.
2. Aké druhy tlakových spojov poznáte a ako vznikajú?

2.1.4. Klinové spoje, druhy a použitie

Klinové spoje, ktoré sa používajú na prenos krútiacich momentov ťažných a tlačných síl sa vyhotovujú použitím klinov.

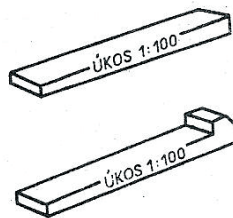
Výhodou klinového spojenia je pomerne jednoduchá konštrukcia, nevýhodou namáhavá montáž a zmenšenie nosného prierezu hriadeľa a náboja.

Najčastejšie sa používajú v týchto prípadoch:

- na prenášanie rotačného pohybu a silového zaťaženia z jednej súčiastky na druhú napr. spojenie hriadeľa s nábojom kola,
- na nastavenie vzájomnej polohy dvoch strojových častí (nastavovacie klíny),
- na zabránenie posunutia jednej súčiastky voči druhej (spojovacie klíny).

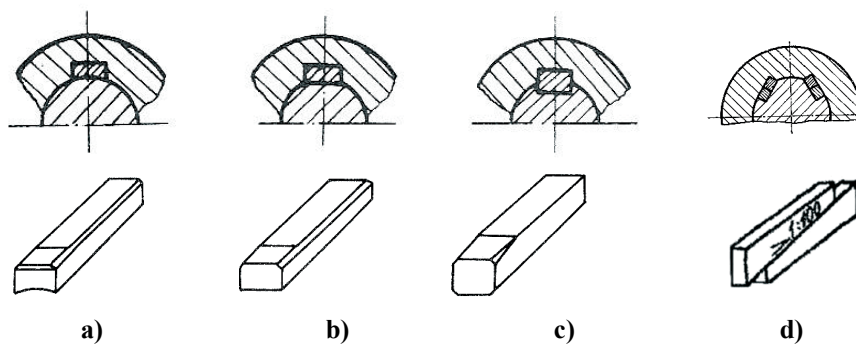
Podľa tvaru a funkcie rozoznávame tieto druhy klinov:

- **Pozdĺžne klíny** - v pozdĺžnom smere majú úkos 1:100. Môžu byť zhotovené bez nosa alebo s nosom (obr.23). Používajú sa na pevné spojenie častí, ktoré prenášajú krútiaci moment, napr. kotúčov a pák na hriadeľ. Zarážajú sa kladivom do drážky v náboji alebo aj v hriadeľi. Po zarazení klína vznikne medzi stykovými plochami trecia sila.



Obr.23: Pozdĺžne klíny bez nosa a s nosom

Podľa účelu a použitia rozoznávame pozdĺžne klíny trecie, ploché, drážkové a tangenciálne (obr.24).



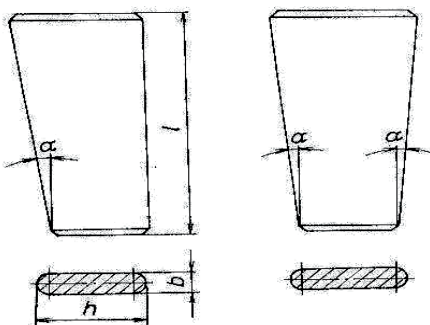
Obr.24: Základné druhy pozdĺžnych klinov: a – trecí, b – ploškový, c – drážkový, d – tangenciálny

- Trecie (torzné) klíny** – prenášajú len malé krútiace momenty trením v oblej časti. Pri veľkých momentoch môže nastať preklzávanie spoja. Môžu byť s nosom alebo bez nosa a ich dosadacia plocha je vydutá.
- Ploché klíny** – trením môžu prenášať väčšie krútiace momenty. Proti sklúznutiu sú zabezpečené dosadacou plochou klína s rovnou plôškou na hriadeľi, ktorá bráni vzájomnému pootočeniu hriadeľa a klína. Môžu byť s nosom alebo bez nosa.
- Drážkové klíny** – prenášajú veľké krútiace momenty trením a bokmi. Klin môže mať nos, ktorý slúži na narážanie prípadne vyrážanie. Keď nos prečnieva strojovú súčiastku, musí sa zakryť.

V praxi sa často používajú aj vsadené drážkové klíny, ktoré sú bez nosa, majú zaoblené konce a sú pevne zapustené do drážky v hriadeli. V tomto prípade sa súčiastka naráža na klin.

d. **Tangenciálne klíny**- prenášajú veľké krútiace momenty pri veľkých zotrvačných silách ako aj pri nárazovom zaťažení. Tieto klíny sú v podstate dve dvojice klinov umiestnené na hriadeli pod uhlom 120° . Klíny na seba dosadajú úkosom 1 : 100.

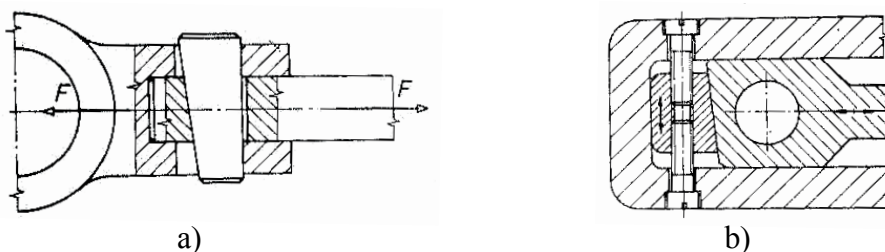
- **Priečne klíny** – prenášajú sily kolmé na ich pozdĺžnu os, napr. prenášanie vratného pohybu pri piestnej tyči spojenej s križiakom. Pri použití kliny sú kolmé na os spojovaných súčiastok. Môžu mať jednostranný alebo obojstranný úkos (obr.25).



Obr.25: Priečný klin s jednostranným a obojstranným úkosom

Podľa účelu a použitia rozoznávame priečne klíny:

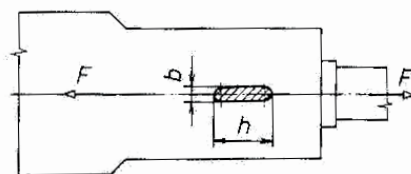
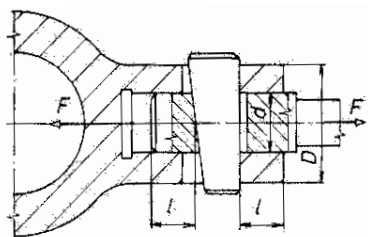
- spojovacie** (obr.26a), ktoré sa používajú na rozoberateľné spojenie súčiastok namáhaných striedavými silami, napr. na spojenie dvoch tyčí. Prierez týchto klinov je obdĺžnikový, najčastejšie majú zaoblené hrany, pretože ostré rohy by mohli zapríčiniť v kútoch diery trhliny. Vzhľadom k tomu, že tento spoj je namáhaný veľkou silou, ktorá pôsobí v stykových plochách, môže klin z otvoru vysunúť. Klin preto musí byť samosvorný,
- nastavovacie** (obr.26b), ktoré sa používajú na nastavovanie a pridržovanie panví ojníčnych hláv, kľukových ložísk, križiakových panví alebo sa nimi poist'uje správna poloha dvoch súčiastok, napr. ložísk na základových doskách.



Obr. 26: Príklady použitia priečných klinov: a - spojovací klin, b - nastavovací klin

Klinový spoj s priečnym spojovacím klinom môže byť vyhotovený ako nepredpätý alebo predpätý.

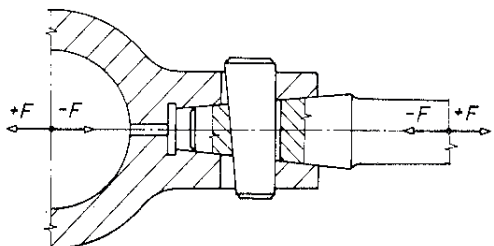
Nepredpäté spojenie (obr. 27) môže prenášať iba zaťaženie pôsobiace stále v jednom smere.



Obr. 27: Nepredpätý klinový spoj s priečnym klinom

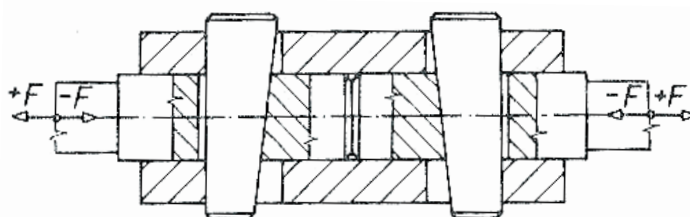
Predpätý klinový spoj môže prenášať vonkajšie zaťaženie v oboch smeroch, preto je vhodný na prenášanie dynamického zaťaženia.

Najčastejšie sa používa predpäté klinové spojenie s kužeľom (obr.28), s nákrúžkom (obr.29) alebo predpäté klinové spojenie vytvorené dvoma klinmi (obr.30).



Obr.28: Predpäté klinové spojenie s kužeľom

Obr.29: Predpäté klinové spojenie s nákrúžkom



Obr.30: Predpäté klinové spojenie s dvoma klinmi

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite v akých prípadoch je vhodné použiť klinový spoj.
2. V strojnických tabuľkách nájdite základné druhy klinov.
3. Aké druhy pozdĺžnych klinov poznáte?
4. Aký je rozdiel medzi spojovacím a nastavovacím klinom?

2.1.5. Pružné spoje, druhy a použitie

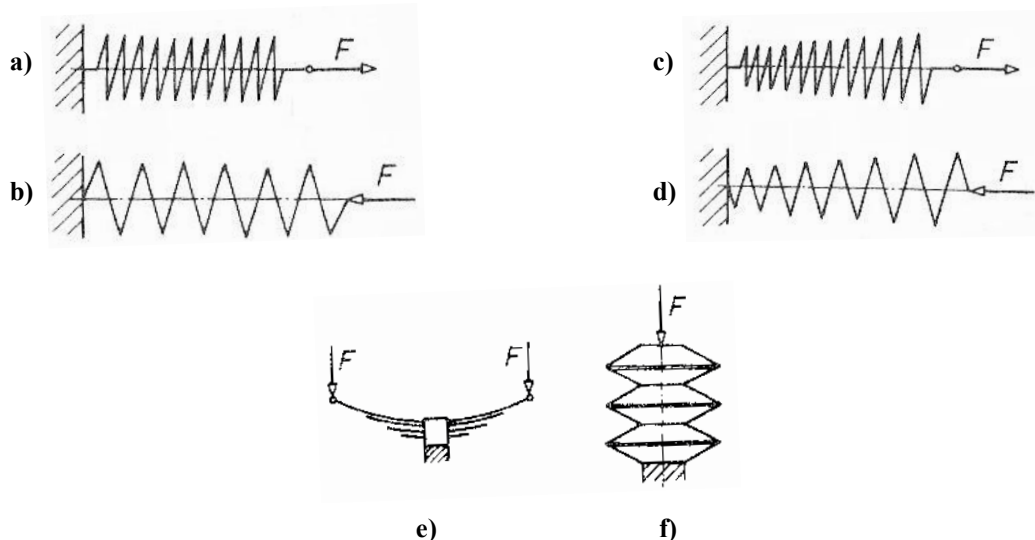
Pružné spojenie dvoch strojových súčiastok tzv. pružný spoj sa dosiahne vložením kovovej pružiny alebo inej pružnej súčiastky, napr. gumovej platničky. Tento spoj potom umožňuje určitý funkčný pohyb spojovaných častí. Na výrobu pružných spojov sa používajú ocele triedy 13.

Výhodou pružných spojov je, že vonkajšie zaťaženie a zotrvačné sily sa z jednej časti na druhú neprenášajú okamžite, teda „tvrd“, ale s určitým časovým posunom, teda „mäkko“. Tieto spoje sa preto výhodne používajú pri dopravných prostriedkoch na zmiernenie dynamických účinkov. Ďalšia výhoda pružných spojov je daná schopnosťou pružných prvkov (pružín) pri deformácii akumulovať mechanickú energiu a potom ju späťne uvoľňovať. Táto

vlastnosť sa výhodne využíva pri poistných pružinových ventiloch, na zabezpečenie vratného pohybu ventilov spaľovacích motorov a pod.

Podľa tvaru a zaťaženia rozoznávame nasledovné druhy pružín:

- **Vinuté pružiny**, ktoré podľa spôsobu namáhania prenášajú sily ťahové, tlakové, ohybové a krutové. Pri silách treba brať zreteľ na to, či pôsobia na pružiny staticky alebo dynamicky. Dovoľené napätia sú pri statickom namáhaní väčšie ako pri dynamickom namáhaní. Tenké pružiny znášajú väčšie napätie v materiáli ako hrubé. Pri všetkých pružinách môžu byť maximálne sily len také veľké, aby namáhanie pružiny bolo pod medzou úmernosti.
Podľa tvaru môžu byť pružiny valcové (obr.31a,b) alebo kužeľové (obr.31c,d), ktoré ďalej podľa silového pôsobenia rozdeľujeme na ťažné (obr.31a,c) a tlačné (obr.31b,d).
- **Listové pružiny a zväzky pružníc** sa vyskytujú v automobiloch, vagónoch, bucharoch, textilných strojoch a pod. Zväzok listových pružín predstavuje približne nosník rovnakej pevnosti v ohybe. V prostriedku je spojený svorníkom, strmeňom alebo objímkou (obr.31e).
- **Tanierové pružiny** (obr.31f) sú určené pre veľké zaťaženia. Pri deformáciách majú malý zdvih a konštrukčne vyžadujú malý priestor. Používajú sa na zmiernenie rázových síl v automobiloch.
- **Gumové pružiny** používajú sa najmä na tlmenie nárazov, chvenia a hluku. Použitím gumových pružín sa konštrukcie podstatne zjednodušia, lebo guma sa môže spojiť bezprostredne s oceľou, neželeznými kovmi alebo inými materiálmi. Pri spojovaných súčiastkach treba zraziť ostré hrany, prípadne odstrániť výronky, ktoré môžu gumu počas deformácie poškodiť. Gumové pružiny nie sú vhodné na väčšie dráhy pruženia pri vyššej frekvencii, lebo deformačnou prácou sa vyvíja veľké množstvo tepla, ktoré skracuje životnosť gumy. Prípustné zohriatie gumových pružín je maximálne 60°C.



Obr.31: Základné druhy pružín: a,b,c,d – vinuté pružiny, e – listové pružiny, f – tanierové pružiny

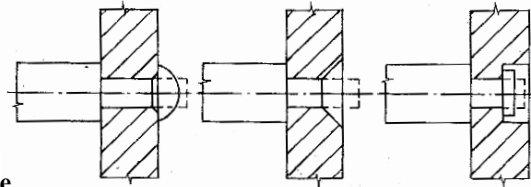
Kontrolné úlohy:

1. Aký je význam a účel pružných spojov?
2. Vymenujte hlavné druhy pružín a popíšte ich.
3. Aký je rozdiel medzi tlačnou a ťahnou pružinou?
4. Nájdí príklady praktického použitia pružných spojov vo svojom okolí.

2.1.6. Nitové spoje, druhy a použitie

Nitové spoje patria medzi nerozoberateľné spoje. Nitový spoj sa dá utvoriť dvoma spôsobmi.

- Zo spojovaných častí uskutočníme tzv. **priame nitovanie** (obr.32), pri ktorom sa z jednej spojovanej časti utvorí driek (osadenie) a v druhej časti spojovaného materiálu sa vyvrtá diera. Roznitovaním drieku vznikne záverná hlava, ktorá obidve časti spojí. Záverné hlavy môžu mať rôzne tvary. Takto sa spájajú napr. súčiastky stavebného kovania a súčiastky v presnej mechanike.



Obr. 32: Priame nitovanie

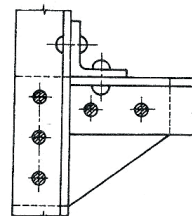
- Znitovaním spojovaných častí nitmi je tzv. **nepriame nitovanie**, pri ktorom sa rôznymi druhmi nitov (konštrukčné, kotlové, zápuštné, rúrkové, výbušné a i.) spájajú plechy a tyče rôznych prierezov. Podstatou nitovaných spojov je zovretie spojovaných častí medzi hlavami nitov. Nit sa vkladá driekom do vyvrtanej alebo prestrihutej diery a ručným alebo strojovým roznitovaním prečnievajúceho konca drieku sa za studena alebo pri väčších nitoch za tepla utvorí zákerná hlava nitu.

Nepriame nitovanie sa podľa účelu delí na:

- a. **pevné nitovanie (konštrukčné)** – (obr.33) – je to bežný spôsob spojovania oceľových konštrukcií, napr. mostov, žeriavových nosníkov, stožiarov a pod. pomocou konštrukčných nitov,



a)



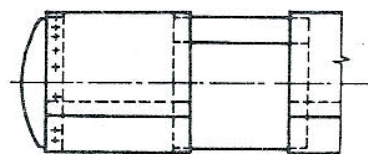
b)

Obr. 33: Pevné nitovanie: a - konštrukčný nit, b - konštrukčný spoj

- b. **nepriepustné nitovanie** – vyskytuje sa pri spájaní plechov, pásov a tyčí rôznych nádrží a tekutiny bez pretlaku alebo len s malým pretlakom, kde sa kladie hlavná požiadavka na tesnosť,
- c. **pevné a nepriepustné nitovanie (kotlové nity - obr.34)** - používa sa pri výrobe nádob s vnútorným pretlakom pomocou kotlových nitov. Zaťažujú sa spravidla za tepla, pretože spoje musia byť pevné a nesmú nimi prenikať stlačené plyny a kvapaliny.



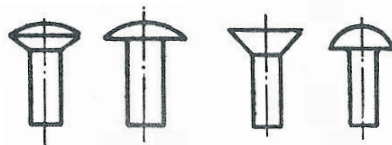
a)



b)

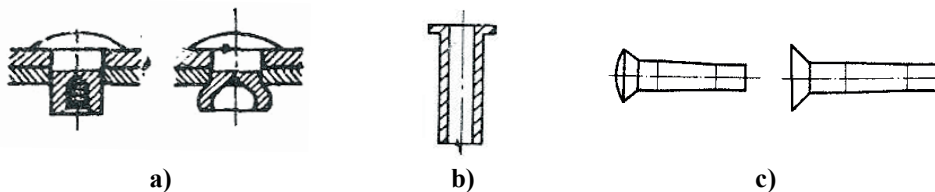
Obr.34: Pevné a nepriepustné nitovanie: a - kotlový nit, b - nitovaný kotol

Na spojovanie plechov a drobných súčiastok slúžia rôzne druhy **drobných nitov**, ktoré môžu mať rôznym spôsobom zhotovenú hlavu (obr.35). Spájanie materiálov drobnými nitmi sa uskutočňuje pomocou nitovacích klieští.



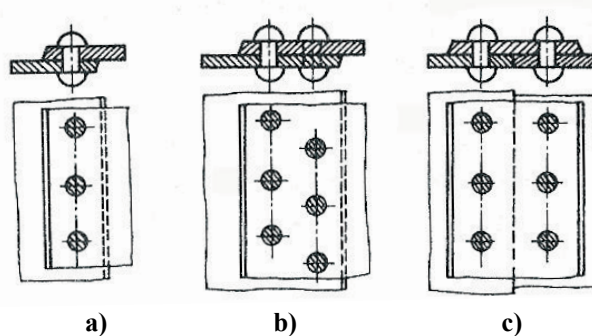
Obr.35: Rôzne typy drobných nitov

Medzi **špeciálne nity** (obr.36) patria výbušné nity, používané v leteectve na spájanie tenkých plechov jednostranne prístupných; rúrkové, zápusťné a ďalšie nity.



Obr.36: Špeciálne nity: a – výbušné, b - rúrkové, c - zápusťné

Nitový spoj môže byť preplátovaný so stykovou platňou s jedným radom nitov alebo s dvoma (obr.37a,b), alebo so stykovou platňou, jednou (obr.37c) prípadne aj dvoma.



Obr.37: Nitový spoj: a - preplátovaný jednoradový, b - preplátovaný dvojradový, c - s jednou stykovou platňou

Kontrolné úlohy:

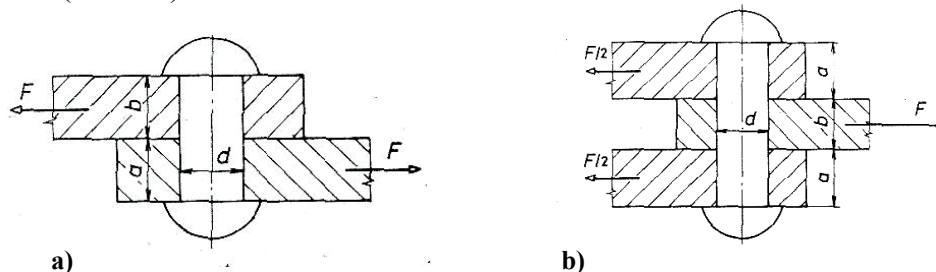
1. Uveďte podstatu nitovania a jeho jednotlivé spôsoby.
2. Načrtnite nitové spoje priameho a nepriameho nitovania a opíšte ich.
3. Aký je podstatný rozdiel medzi priamym a nepriamym nitovaním?
4. Aké požiadavky sa kladú na nitové spoje oceľových konštrukcií a tlakových nádob?
5. Uveďte príklady súčasných konštrukcií s nitovanými spojmi.

2.1.6.1. Druhy silového zaťaženia nitových spojov

Spojenie dvoch alebo viacerých častí nitmi sa má uskutočniť tak, aby sa vonkajšie silové zaťaženie prenášalo iba trením, čiže silovým stykom. Ale toto je prakticky uskutočniteľné iba pri nitovaní za tepla, kde sú nity po vychladnutí utiahnuté tak, že medzi spojovanými časťami skutočne nastáva silový styk.

Pri spojoch nitovaných za studena sa vonkajšie zaťaženie väčšinou prenáša nitmi, ktoré sú preto namáhané na strih a otláčenie. Z tohto hľadiska možno tieto nitové spoje zaradiť medzi spoje s tvarovým stykom.

Nitové spoje môžeme vyhotoviť ako jednoradové, dvojradové alebo viacradové, pričom nity môžu byť namáhané silou kolmou na os nitu namáhané jednostrizne (obr.38a) alebo dvojstrizne (obr.38b).



Obr.38: Schémy zaťaženia nitu: a - jednostrizne zaťaženého nitu, b - dvojstrizne zaťaženého nitu

Za predpokladu, že vonkajšie zaťaženie je rovnomerne rozložené na všetky nity, môžeme zisťovať veľkosť namáhania na šmyk a následne uskutočniť kontrolu na otláčenie.

Spojované časti sa kontrolujú na ťah, a to v nebezpečnom priereze, čiže v mieste zoslabenia prierezu otvormi pre nity.

Kontrolné úlohy:

1. Aký je rozdiel v namáhaní nitových spojov zhotovovaných za tepla a za studena?
2. Uveďte praktické príklady namáhania nitových spojov.

2.2. Spoje s tvarovým stykom

Spoje, ktoré vyžadujú spojenie dvoch častí pomocou drobných tvarových súčiastok, zahrňujeme do skupiny spojov s tvarovým stykom. Patria sem kolíkové, čapové a perové spoje.

2.2.1. Kolíkové spoje, druhy a použitie

Kolíky sú strojové súčiastky na pevné, rozoberateľné spojenie dvoch súčiastok. Podľa funkcie, na ktorú kolík používame rozdeľujeme kolíky na:

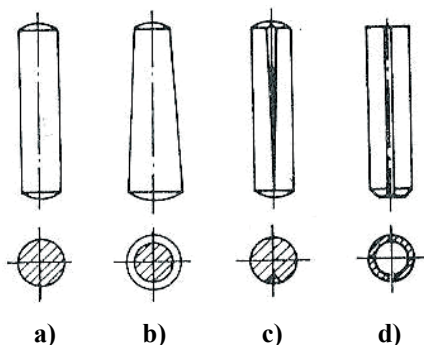
- *dosadacie kolíky* – používajú sa na zabezpečenie vzájomnej polohy dvoch súčiastok spojených skrutkami,
- *zabezpečovacie kolíky* – používajú sa na zamedzenie otáčania alebo posuvu jednej súčiastky voči druhej,
- *spojovacie kolíky* - používajú sa ako spojovacie čapy.

Podľa tvaru rozdeľujeme kolíky na valcové, kužeľové, ryhované a pružné.

1. **Valcové kolíky** (obr.39a) - používajú sa na zabezpečenie vzájomnej polohy dvoch súčiastok spojených skrutkami, ktoré prechádzajú dierami voľne tak, aby kolíky dovoľovali rýchle rozobratie bez toho, že by ich bolo treba vyberať. Musia mať priemer nepatrne väčší, ako je priemer otvoru, do ktorého sa zarazia. Napriek tomu sa v niektorých prípadoch môžu uvoľniť. Zabrániť sa tomu dá použitím ryhovaných alebo pružných kolíkov, ktoré patria taktiež do skupiny valcových kolíkov a používajú

sa pri menších nárokoch na presnosť, pretože sa môžu montovať do menej presných dier, čo má ekonomické výhody.

2. **Kužel'ové kolíky** (obr.39b) - majú podobné použitie ako valcové kolíky. Kužel'ovitosť kolíkov zabezpečuje ich samozvernosť a zabezpečuje ich aj proti uvoľneniu. V nepriechodných otvoroch sa používajú kolíky, ktoré majú na konci závit uľahčujúci demontáž. Najčastejšie sa používajú na pevné spojenie nastavovacích krúžkov, malých ozubených kolies, pák s hriadeľom a menších čapov s pákou. Taktiež ich možno použiť aj na zabezpečenie presnej vzájomnej polohy dvoch súčiastok, ktoré na sebe spočívajú hladko obrobenými plochami a sú spojené pomocou skrutiek prechádzajúcich voľne dierami, na zachytenie posúvajúcej sily pri súčiastkach spojených skrutkami, ktoré prechádzajú voľne dierami a na zabránenie vzájomného pootočenia nalisovaných súčiastok.
3. **Ryhované kolíky** (obr.39c) - majú tri pozdĺžne ryhy rovnomerne rozdelené po obvode. Ryhy majú po celej dĺžke rovnakú alebo aj nerovnakú hĺbku, a sú buď po celej dĺžke, alebo len v časti dĺžky kolíka. Vytlačením rýh vzniknú na kolíku výstupky, ktoré sa po zarazení kolíka do diery stlačia a pružnosťou vyvolajú veľký radiálny tlak. Ryhované kolíky sú preto odolné proti uvoľneniu. Nehodia sa však pre spoje, ktoré sa často rozoberajú.
4. **Pružné kolíky** (obr.39d) - sú kalené kolíky. Vonkajší priemer kolíka je o niečo väčší než je priemer diery do ktorej sa kolík zaráža, takže kolík v diere pruží. Vhodný je na spoje, ktoré sú vystavené otrasom a nárazovému zaťaženiu. Ich spoľahlivosť sa demontážou nezmenšuje.



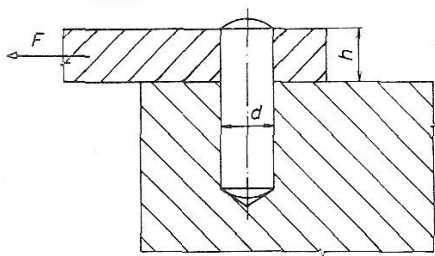
Obr.39: Základné druhy kolíkov: a – valcový, b – kužel'ový, c – ryhovaný, d - pružný

Kontrolné úlohy:

1. Uved'te druhy kolíkov podľa funkcie, na ktorú kolík používame.
2. Uved'te hlavné druhy kolíkov podľa tvaru a popíšte ich.
3. V strojných tabuľkách nájdite jednotlivé druhy kolíkov.

2.2.1.1. Druhy zaťaženia kolíkových spojov

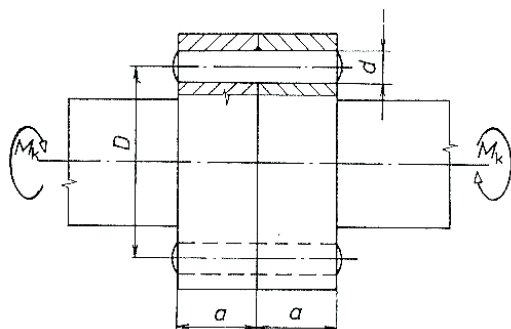
Kolíkové spoje sú namáhané hlavne **šmykom** a preto sú kontrolované na šmykové namáhanie a **otlačenie**. Jednostrižné zaťaženie kolíka silou pôsobiace kolmo na os kolíka je znázornené na obr.40.



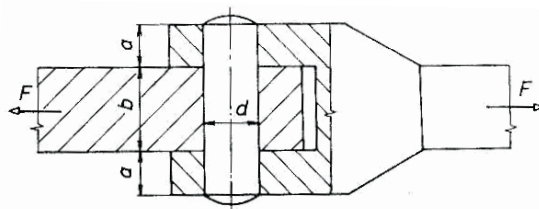
Obr.40: Schéma jednostrizne zaťažného kolíka

Jednostrizné zaťaženie vyvolané krútiacim momentom je znázornené na obr.41. V tomto prípade každý kolík je namáhaný na **šmyk** obvodovou silou.

Na obr.42 je znázornené dvojstrizné zaťaženie silou pôsobiace kolmo na os kolíka. Následne uskutočňujeme kontrolu na **otlačenie**.



Obr. 41: Jednostrizné zaťaženie kolíka vyvolané krútiacim momentom

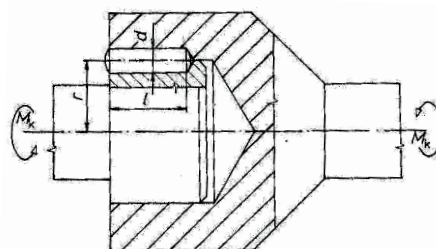


Obr.42: Schéma dvojstrizne namáhaného kolíka

Kolík vo funkcii strižnej poistky je jednoduchý spôsob poistenia proti preťaženiu, ktorý sa používa pri prírubových spojkách. Pri prekročení stanovenej veľkosti krútiaceho momentu sa môže sa kolík prestrihnúť. Vzhľadom k tomu je potrebné stanoviť priemer kolíka, aby sa zabránilo preťaženiu, prípadne poškodeniu pracovného stroja. V tomto prípade je kolík jednostrizne zaťažný v pričnom priereze (obr.43) a namáhaný na šmyk, alebo aj dvojstrizne zaťažný kolík (obr.44).



Obr.43: Kolík vo funkcii strižnej poistky - kolík jednostrizne zaťažný v pričnom priereze



Obr.44: Kolík vo funkcii strižnej poistky - jednostrizne pozdĺžne zaťažný kolík

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite namáhanie kolíkových spojov.
2. Uveďte aký je rozdiel medzi jednostrizným a dvojstrizným zaťažením kolíka?

2.2.2. Čapové spoje, druhy a použitie

Spojovacie čapy plnia rovnakú funkciu ako kolíky. Spojujú dve strojové súčiastky a súčasne dovoľujú im vzájomne otáčavý pohyb. Používajú sa na spoje prenášajúce väčšie silové zaťaženie. Veľmi namáhané čapy sú povrchovo kalené alebo cementované a kalené. Najpoužívanejšie sú:

- valcové čapy (obr.45), ktoré môžu byť bez hlavy alebo s hlavou. Proti axiálnemu posuvu sa poistujú maticou, závlačkou, kolíkom alebo poistným krúžkom,

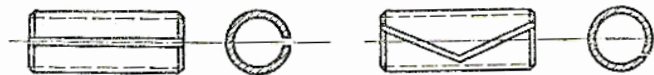


a)

b)

Obr.45: Základné druhy spojovacích valcových čapov: a – bez hlavy, b – s hlavou

- pružné čapy (obr.46), ktoré sú vhodné pre striedavé alebo rázové zaťaženie. Vyrábajú sa zvinovaním z pružinovej ocele, sú kalené a na vonkajšom povrchu brúsené. Zhotovené sú s jednou priamou alebo lomenou pozdĺžnou medzerou.



a)

b)

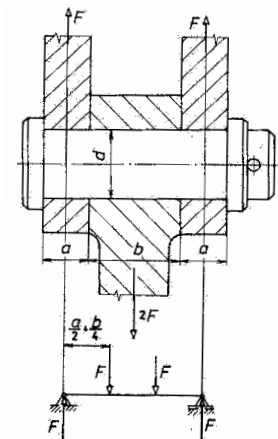
Obr. 46: Základné druhy dutých pružných čapov: a – s priamou medzerou, b – s lomenou medzerou

Kontrolné úlohy:

1. Aký je účel čapu?
2. Ktoré normalizované čapy poznáte?

2.2.2.1. Druhy namáhania čapového spoja

Čapové spoje sú charakteristickým predstaviteľom spojov s tvarovým stykom. Namáhané sú najmä **šmykom**. Pri kontrole zisťujeme šmykové namáhanie a **otlačenie**, ale hlavne sa kontrolujú na **ohyb** (obr.47).



Obr.47: Schéma čapu namáhaného ohybom

Kontrolné úloh:

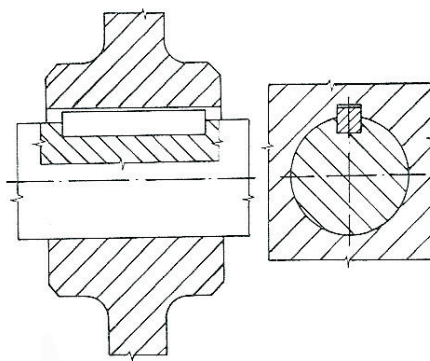
1. Uved'te príklady namáhania čapových spojov z praxe.

2.2.3. Perové spoje, druhy a použitie

Perové spoje patria medzi rozoberateľné spoje. Používajú sa na prenos rotačného pohybu a krútiaceho momentu. Všade tam, kde sa žiada presná súosovosť s nasadenou súčiastkou, sa vždy volí perový spoj. Proti klinovému spoju je tento spoj výhodnejší preto, že pri ňom nevzniká výstredné uloženie a nasadené kotúče nehádzu.

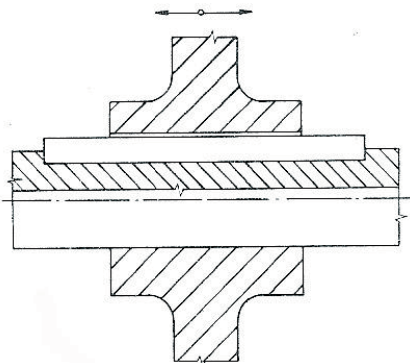
Podľa tvaru a funkcie rozlišujeme:

- **Tesné perá** (obr.48) môžu byť so zaoblenými alebo rovnými čelami. Sú nalícované s presahom do drážky v hriadeli i v náboji. Umožňujú pevné spojenie súčiastok podobne ako klíny. Neumožňujú axiálny pohyb náboja na hriadeli. Spoj sa musí poistiť proti osovému posuvu.



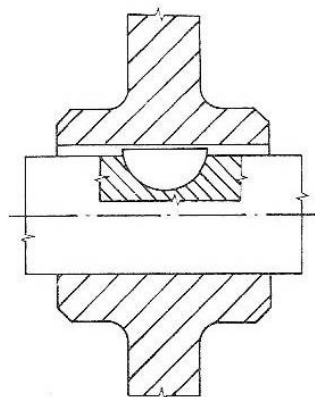
Obr. 48: Použitie tesného pera

- **Výmenné perá** (obr.49) umožňujú axiálny pohyb náboja. Používajú sa v kusovej výrobe a väčšinou len pri občasnom presúvaní kolies alebo spojok. Vyrábajú sa pre hriadele od Ø 22 mm.



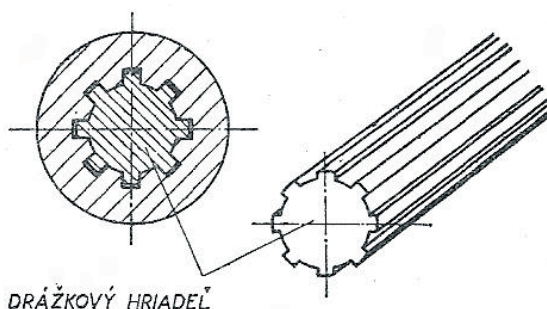
Obr.49: Použitie výmenného pera

- **Woodruffove perá** (obr.50) sú schopné eliminovať menšie výrobné nepresnosti. Najčastejšie sa používajú na cestných vozidlách na spojenie neposuvných súčiastok. Drážka pre toto pero sa vyrobí rýchlejšie než pre tesné alebo výmenné pero. Pero uložené hlboko v hriadeli bezpečnejšie prenáša krútiaci moment, ale hriadeľ je drážkou zoslabený, čo znižuje jeho pevnosť. Pero sa dá použiť aj ako klin, pretože sa môže v drážke samo nastaviť podľa úkosu drážky v náboji.



Obr.50: Použitie Woodruffovho pera

Medzi špeciálne druhy perových spojov patrí **spojenie drážkovými hriadeľmi** (obr.51). Pri tomto spojení sa krútiaci moment prenáša prostredníctvom niekoľkých pier a drážok. Sú to vlastne hriadele s mnohými perami. Špecifickosťou tohto spojenia je, že perá sú vyfrézované priamo v hriadeľi. Používajú sa pre veľmi namáhané prevody napr. v obrábacích strojoch a automobiloch. Hoci ich výroba je drahšia, používanie drážkových hriadeľov sa rýchlo v praxi uplatnilo a rozšírilo.



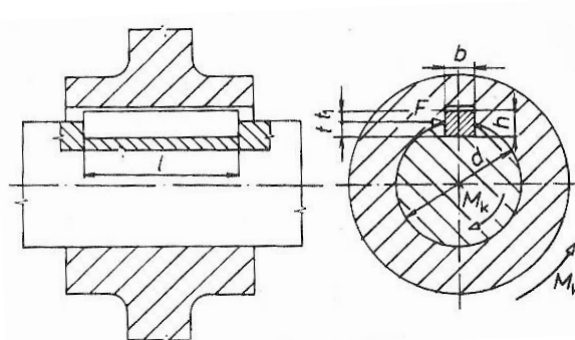
Obr.51: Spojenie drážkovým hriadeľom

Kontrolné úlohy:

1. Vymenujte základné druhy pier, a vysvetlite ich výhody a nevýhody.
2. Popíšte použitie jednotlivých druhov pier.
3. Charakterizujte spojenie drážkovými hriadeľmi.
4. V strojníckych tabuľkách vyhľadajte základné druhy pier.

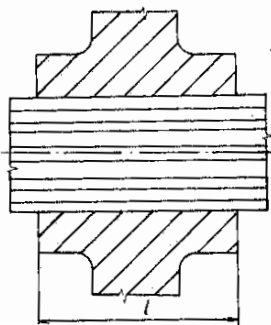
2.2.3.1. Druhy namáhania perových spojov

Perový spoj prenáša krútiaci moment priamym silovým stykom medzi perom a drážkou. (obr.52). Pero je preto namáhané na **šmyk** a **otlačenie**.

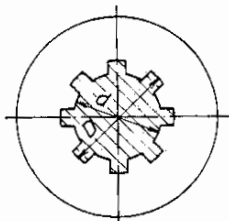


Obr.52: Schéma perového spoja

Pri spojoch drážkovými hriadeľmi sa kontroluje iba veľkosť tlaku v stykových plochách (obr.53,54).



Obr.53: Drážkový hriadeľ



Obr. 54: Detail pera drážkového hriadeľa

Kontrolné úlohy:

1. Vymenujte druhy namáhania perových spojov.
2. Nájdite na internete praktické využitie perového spoja a poukážte na druh namáhania, ktorému je spoj vystavený.

2.3. Spoje s materiálovým stykom

Spoje, pri ktorých je nutné použiť ďalší prídavný materiál zahrňujeme do skupiny spojov s materiálovým stykom. Patria sem spoje zvarové, spájkované a lepené.

2.3.1. Zvarové spoje - spôsoby vyhotovenia zvarových spojov

Zvarové spoje patria medzi najpoužívanejšie a najefektívnejšie nerozoberateľné spoje. Zváranie je spojovanie kovových aj nekovových materiálov pôsobením tepla alebo tlaku. Zvarové spoje môžu byť uskutočňované dvoma spôsobmi, pričom vzniknú nasledovné druhy spojov:

- **Tavné zvarové spoje** - vznikajú pôsobením tepla a vo väčšine prípadov s použitím prídavného materiálu, ktorý musí mať podobné chemické zloženie ako materiál zváraných častí. Tieto spoje vznikajú:
 - a. **elektrickým oblúkom** - teplo potrebné na roztavenie materiálu vzniká horením elektrického oblúka, ktorý je vytvorený medzi elektródou a spájaným materiálom. Pôsobením tepla sa v mieste spoja roztaví materiál spojovaných častí. V tomto prípade elektróda spĺňa aj funkciu prídavného materiálu. Týmto spôsobom možno zvärať iba elektricky vodivé materiály.
Zariadenie pre zváranie elektrickým oblúkom obsahuje:
 - zdroj zváracieho prúdu,
 - zvárací kábel,
 - držiak elektród (zváracie kliešte),
 - uzemňovací kábel,
 - uzemňovaciu svorku (ukostrenie),
 - elektródy,
 - b. **plameňom** - pri tomto zváraní sa dosahuje tavenie základného a prídavného materiálu plameňom, v ktorom horí zmes horľavého plynu (najčastejšie acetylénu) a kyslíka. Plameňom sa dajú zvärať aj elektricky nevodivé materiály, teda aj nekov.
Zariadenie pre zváranie plameňom obsahuje:

- **Tlakové zvarové spoje**, p r í k t o m sa sp ŕ á n é časti p ř í t l a č i a k sebe veľkou silou a v tomto stave sa určitý čas ponechajú. Vplyvom veľkého tlaku nastáva difúzia molekúl z povrchových vrstiev materiálov spojovaných častí, a tým nastane aj ich spojenie.

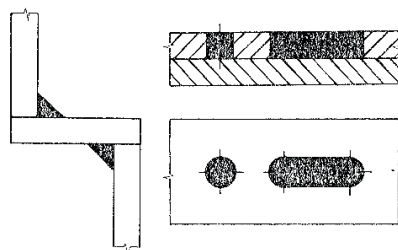
Kontrolné úlohy:

- #### 2.3.1.1. Zvarové spoje – základné typy zvarov

a. **Tavné zvary** sú také zvary, pri ktorých sa stykové plochy zváraných súčiastok roztavia a spoja pomocou prídavného materiálu - elektródy. Zahrňujeme sem:

-

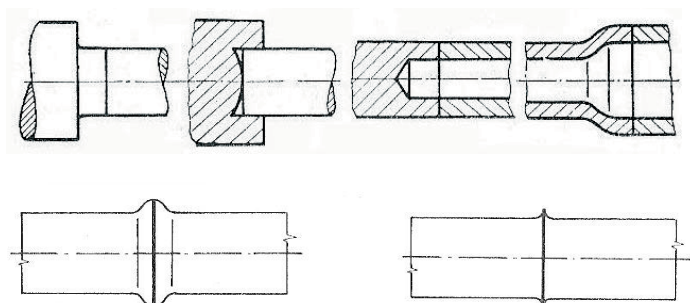
- **kútové zvary** (obr.56) napr. na rohovom spoji, dierový zvar, žliabkový zvar. Majú približne trojuholníkový prierez. Používajú sa pri zváraní dvoch častí, ktoré spolu zvierajú pravý uhol. Pre tento zvar sa stykové plochy osobitne neupravujú.



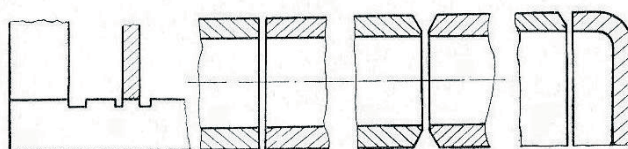
Obr. 56: Základné typy kútových zvarov

b. **Tlakové zvary** – pri nich sa kov zohreje na zvaraciu teplotu a zvarané súčiastky sa spoja pôsobením pokojného tlaku alebo úderov. Zahrňujeme sem:

- **tupé zvary** (obr.57, 58), ktoré môžeme použiť pri zváraní valcových alebo plochých častí,

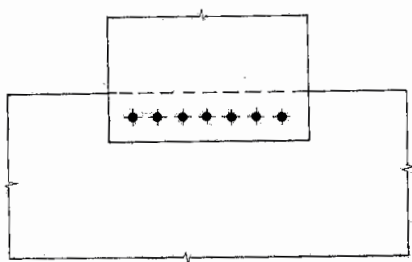


Obr. 57: Rôzne typy tupých zvarov pri zváraní kruhových prierezov



Obr. 58: Rôzne typy tupých zvarov pri zváraní plochých častí

- **preplátované zvary**, medzi ktoré patria nasledovné druhy zvarov:
 - **bodové zvary** (obr.59), ktoré v podstate nahrádzajú nitovanie a používajú sa pri výrobe karosérií automobilov, vagónov, kovového nábytku, v elektrotechnike a.i.,
 - **bradavkové zvary** sa zhotovujú tak, že pôsobením elektrického prúdu sa dotykové plochy bradaviek rozžeravia a potom sa tlakom zvaria,
 - **švové zvary**.



Obr.59: Bodový zvar

Kontrolné úlohy:

1. Vymenujte základné typy tupých zvarov a uveďte ich označenie.
2. Aké sú to kútové zvary a kedy sa používajú?
3. Vymenujte typy tupých zvarov a uveďte príklady kde majú praktické využitie.
4. Vymenujte s akými druhmi preplátovaných zvarov ste sa v praxi stretli.

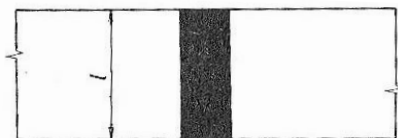
2.3.1.2. Druhy namáhania zvarových spojov

Pri navrhovaní zvarov najprv odhadneme rozmery zvaru a potom aj výpočtom skontrolujeme, či napätie zvaru je v dovolených medziach.

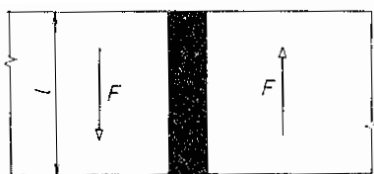
Pre zváranie dôležitých konštrukcií platia osobitné predpisy. S ohľadom na náhodné chyby základného materiálu berie sa dovolené namáhanie zvaru o niečo menšie ako pre základný materiál.

Zvarové spoje s tupými zvarmi sú podľa zaťaženia zvaru najčastejšie namáhané na

- **ťah (tlak)** - obr.60,
- **šmyk** - obr.61,
- **ohyb** - obr.62.



Obr.60: Schéma zvaru namáhaného na ťah

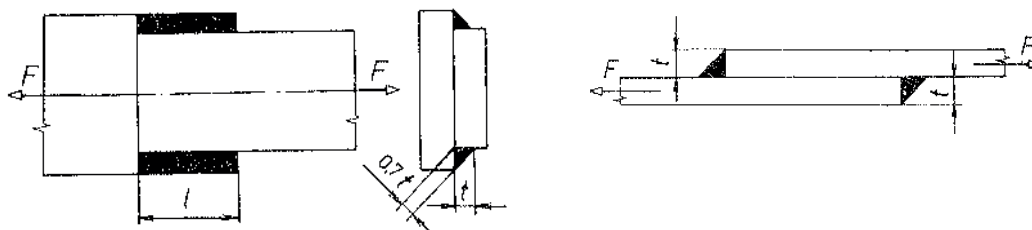


Obr.61: Schéma zvaru namáhaného šmykom

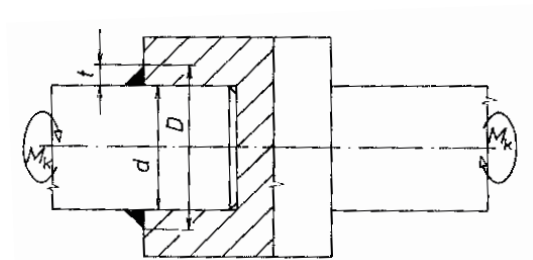


Obr. 62: Schéma zvaru namáhaného ohybom

Kútové zvarové spoje sú vystavené **šmykovému namáhaniu** (obr.63) a namáhaniu **krútením** (obr.64) a **ohybom** (obr.65).



Obr.63: Schéma kútového zvaru namáhaného šmykom

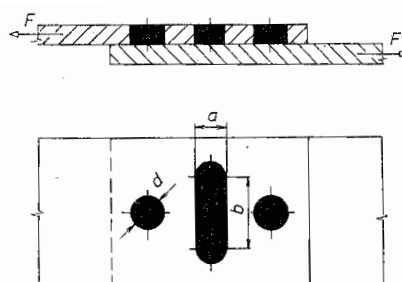


Obr.64: Schéma kútového zvaru namáhaného krútením



Obr.65: Schéma kútového zvaru namáhaného ohybom

Zvarové spoje s dierovými a žliabkovými zvarmi majú byť zaťažené tak, aby ich nebezpečný prierez bol namáhaný iba **šmykom** (obr.66).



Obr.66: Schéma dierových a žliabkových zvarov

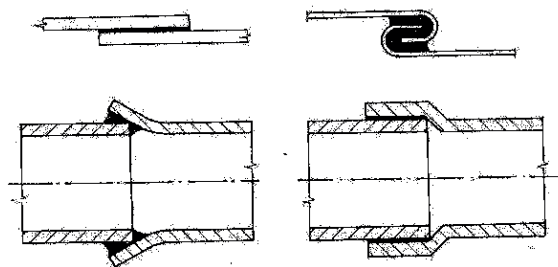
Kontrolné úlohy:

1. Uveďte akými druhmi namáhania sú vystavené jednotlivé druhy zvarových spojov.
2. Nájdite na internete jednotlivé druhy zvarových spojov a uveďte druhy namáhania, ktorým musia odolávať.

2.3.2. Spájkované spoje, druhy a použitie

Spájkovanie je spôsob pevného spájania rovnorodých i nerovnorodých materiálov spájkou. Pri spájkovaných spojoch (obr.67) dochádza k spojeniu vplyvom difúzie (prelínania) spájky

do materiálu spojovaných častí. Spájka musí mať dobrú zatekavosť, vzĺínavosť, vyhovujúce mechanické vlastnosti a malý rozdiel elektrického potenciálu proti základnému materiálu.



Obr.67: Príklady vyhotovenia spájkovaných spojov

Pri zhotovovaní spájkovaného spoja sa stykové plochy materiálu najskôr ohrejú a potom sa na ne nanáša ľahkotaviteľná zliatina – **spájka**. Taviaca teplota spájky musí byť vždy nižšia ako taviaca teplota materiálu spájaných častí.

Podľa teploty tavenia spájky delíme na:

- **mäkké spájky** (do 500°C) – ich hlavnou zložkou je cín a olovo. Dodávajú sa v tvare odliatych tyčiek, rúrok s náplňou taviva zrn a pod. Používajú sa na spoje malej pevnosti (20 až 60 MPa),
- **tvrdé spájky**, ktoré môžu byť:
 - nad 500°C až do 1000°C – obsahujú hlavne hliník, meď alebo striebro. Dodávajú sa vo forme bochníčkov, drôtov a pod. Používajú sa na spoje väčšej pevnosti (až 500 MPa),
 - nad 1000°C - nazývajú sa chróm-niklové spájky (označujú sa K-20, K-40 a pod.). Používajú sa pre účely potravinárskeho priemyslu a leteckej výroby. Pevnostné spoje sú použiteľné do 900 až 1100 MPa.

Pri spájkovaní používame tavivá. Sú to kvapalné alebo tuhé chemické látky, ktoré odstraňujú zo spájaných plôch nečistoty a zabraňujú ich dodatočnej oxidácii. Aby pôsobili čo najúčinnšie, musia sa taviť pri teplote o 200 až 300°C nižšej, ako je teplota spájkovania.

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite podstatu a spôsob vyhotovenia spájkovaných spojov.
2. Vymenujte a popíšte aké spájky podľa druhu teploty poznáte.
3. Popíšte čo sú to tavivá.

2.3.2.1. Spôsoby vyhotovenia spájkovaných spojov

Spájkované spoje môžeme vyhotoviť dvoma spôsobmi: na mätko a na tvrdo.

1. **Spájkovanie na mätko** – používa sa na spájanie mäkkých aj tvrdých ocelí, pozinkovaných aj pocínovaných plechov, hliníka a jeho zliatin, medi a pod. Spájkuje sa zväčša na vzduchu spájkovačkou s použitím taviva. Veľké súčiastky sa spájkujú plameňom, väčšie množstvá spojov sa spájkujú v kúpeli. Pri tomto spájkovaní sa používajú tavivá z anorganických i organických látok.

Hlavné zložky *anorganických tavív* sú chlorid zinočnatý, chlorid amónny, salmiak a kyselina chlorovodíková. Dodávajú sa ako spájkovacie vody. Po spájkovaní sa musia umyť, inak pôsobia korozívne.

Hlavnou zložkou *organických tavív* je živica (tzv. kolofónia). Samotná kolofónia rozpúšťa tenké vrstvy oxidov kovov. Jej účinnosť je menšia ako účinnosť anorganických tavív. Zvyšky taviva však nepôsobia korozívne. Organické tavivá sa dodávajú ako pasty.

Pri spájkovaní na mätko je spoj obyčajne vytvorený tak, aby spájka prenášala čo najmenšiu časť zaťaženia. Spájka slúži predovšetkým na vodivé spojenie alebo utesnenie, spájkovanie na mätko sa nehodí na vytváranie stykových spojov. Šírka medzery sa pri spájkovaní na mätko odporúča 0,1 mm, kedy je spoj najpevnejší.

2. **Spájkovanie na tvrdo** – používa sa v prípadoch, keď spoj je namáhaný hlavne na ťah. Na tvrdo možno spájkovať ocele, liatinu, hliník a jeho zliatiny, meď, nikel, kovy a zliatiny s vysokou teplotou tavenia, keramicko-kovové materiály a pod. Niektoré materiály triedy 17 (1.4...), aj plasty je potrebné pred spájkovaním na styčných plochách pokovovať (pomedit, postriebrisť). V súčasnosti sa pokovuje aj naparovaním (titánovanie vo vákuu), ktoré je využívané na ochranu rezných nástrojov z dôvodu ľahšieho oddelovania triesky od nástroja (povrchová žltá farba nástroja). Spájkuje sa na vzduchu alebo v ochranných atmosférach, resp. vo vákuu. Ohrieva sa plameňom, elektricky alebo v ochrannej atmosfére (dusík alebo vákuum).

Pri spájkovaní plameňom sa ako tavivo najčastejšie používa bórax alebo zmes bóraxu a kyseliny boritej. Tavivá na spájkovanie liatiny obsahujú aj železný prach, ktorý vyredukuje uhlík z povrchu a umožní zmáčanie spájkou. Podstatnou časťou tavív na spájkovanie hliníka a titánu sú chloridy a fluoridy.

Spoje spájkované na tvrdo sú dostatočne pevné, preto sa nemusia mechanicky spevňovať. Mechanickým uchytением sa väčšinou len zabezpečuje vzájomná poloha súčiastok pri spájkovaní. Šírka medzery sa zvolí menšia, než pri spájkovaní na mätko.

Príprava spojov pred spájkovaním pri oboch spôsoboch pozostáva zo zbavenia povrchu materiálu okovín, zvyškov náterov, oleja a iných nečistôt.

Čistia sa mechanicky, najčastejšie škrabaním, tryskaním (pieskovaním) prípadne brúsením. Po mechanickom očistení treba povrchy odmastiť technickým benzínom. Na spájkované plochy alebo do blízkosti spoja sa po očistení naniesie podľa potreby tavivo a umiestni sa spájka.

Na miesta, ktoré treba chrániť pred spájkovaním, sa naniesie povlak z grafitu alebo pasty z oxidu titaničitého alebo horečnatého. Ochranná pasta (antipasta) sa vytvorí zmiešaním oxidov s alkoholom, lakom alebo akrylovou živicom. Používa sa aj zmes kriedy s acetónom.

Pri spájkovaní materiálov tavidlami vzniká na spoji ochranný obal (troska). V prípade potreby sa spoj zbavuje po spájkovaní zvyškov nežiaducej trosky mechanicky alebo organickými rozpúšťadlami (morením v lúhoch alebo riedenej kyseline dusičnej, prípadne v špeciálnych rozpúšťadlách podľa použitia spájky).

Na spájkovanie sa nehodia lesklé povrchy, pretože zmáčavosť a zabiehavosť spájky na lesklom povrchu sú horšie.

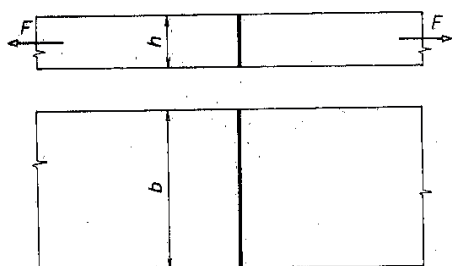
Pri spájkovaní na tvrdo nad 1000 °C sa používa ochranná atmosféra – vákuum, alebo inertné plyny ako napr. argón, dusík. Pri tejto metóde sa používajú chróm-niklové spájky, medené, platinové a iné spájky z drahých kovov. Spájkované spoje touto metódou sú čisté a nevyžadujú ďalšie mechanické čistenie.

Kontrolné úlohy:

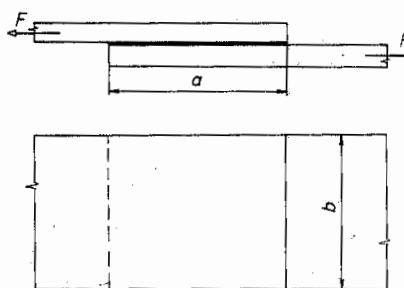
1. Vysvetlite technológiu spájkovania na mätko a jeho praktické použitie.
2. Vysvetlite technológiu spájkovania na tvrdo a jeho využitie v praxi.
3. Popíšte ako je potrebné pripraviť spoje pred spájkovaním.
4. Zdôvodnite aké druhy materiálov sú vhodné a ktoré nie sú vhodné na spájkovanie.

2.3.2.2. Druhy namáhania spájkovaných spojov

Spájkované spoje sa môžu zaťažovať tak, aby boli namáhané iba **t'ahom** (obr.68) alebo **šmykom** (obr. 69).



Obr. 68: Spájkovaný spoj namáhaný t'ahom



Obr. 69: Spájkovaný spoj namáhaný šmykom

Na kontrolu a skúšanie spájkovaných spojov môžeme použiť mechanické skúšky, ktorými dokážeme skúšať:

- *pevnosť v ťahu* a to napr. spojov kruhových tyčí, tupých spojov z plechov, liatych dosiek a pod.,
- *pevnosť v šmyku* a to napr. spojov kruhových tyčí, preplátovaného spoja z plechu a pod.

Kontrolné úlohy:

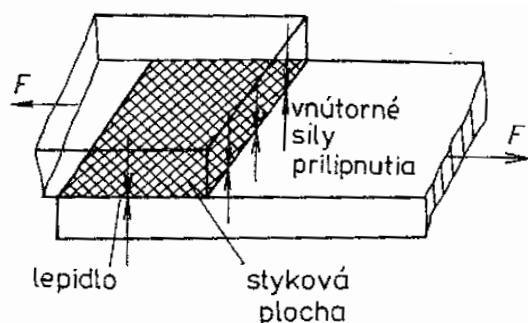
1. Uveďte praktické prípady spájkovaných spojov a popíšte aké konkrétne druhy namáhania tu môžu nastať.

2.3.3. Lepené spoje

Spájanie strojových súčiastok lepením (obr.70) sa uplatňuje tam, kde použitie klasických druhov spojov je obtiažné alebo nemožné. Lepené spoje sa používajú aj v prípadoch kde by vysoké teploty pri zvaraní mohli zmeniť vlastnosti zvaraných materiálov, alebo použitie nitových spojov by bolo neekonomické.

Výhodou tohto spôsobu spájania materiálov je aj možnosť lepenia rôznorodých materiálov, napr. kovov s gumou, sklom alebo plastmi.

Lepením sa nezoslabujú nosné prierezy, ani nevzniká tepelné napätie v spojovaných súčiastkach. Sily, ktorými sú zaťažované spojené súčiastky prenáša tenká vrstva lepidla (0,05 až 0,15 mm), ktorá je nanosená medzi povrchmi zlepených súčiastok.

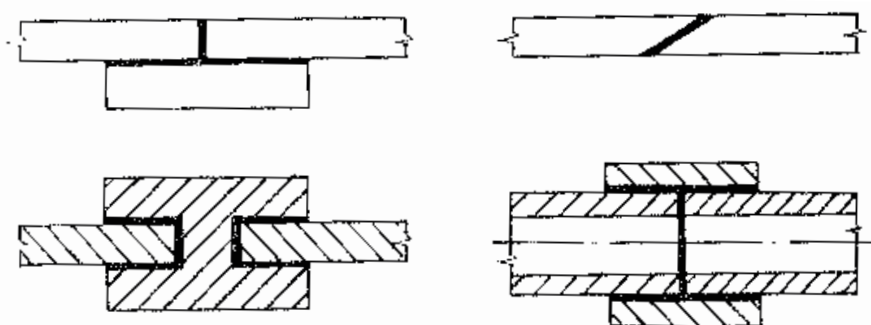


Obr.70: Lepený spoj

Prilnutie lepidla k spojovaným súčiastkam spôsobuje **adhézia (priľnavosť)**, ktorá môže byť:

- *mechanická* - nastáva pri lepení takých látok, pri ktorých tekuté lepidlo preniká do pórov povrchu (napr. drevo). Po stuhnutí si lepidlo utvorí mechanické mostíky, ktorými na povrchu zakotví a spojí obidve zlepené súčiastky,
- *špecifická* - uplatňuje sa pri lepení kovov, ktorú spôsobuje medzimolekulárne napätie na rozhraní medzi lepidlom a kovom. Podmienkou na prilnutie lepidla na kov je skutočný priamy styk povrchu kovu s lepidlom, to znamená aby lepidlo dobre prilnulo na celú plochu odmasteného a čistého povrchu.

Ďalším dôležitým činiteľom pri lepení je **kohézia (súdržnosť)**, čo predstavuje vnútornú pevnosť lepidla. Kohézia je súhrn všetkých príťažlivých síl, ktoré bránia oddialeniu jednotlivých molekúl lepidla od seba. Ideálnym predpokladom pre dobré spojenie lepením je rovnováha medzi adhézou a kohéziou (obr. 71).



Obr.71: Príklady vyhotovenia lepených spojov

Podľa chemického zloženia máme rad lepidiel a to na báze polyvinyllov, polyuretánové, na báze formaldehydových živíc, epoxidových živíc a na báze syntetických kaučukov.

V súčasnosti sa stále častejšie používajú lepené spoje, napr. v strojárstve sa vlepujú bronzové výstelky do ocelových paniev alebo puzdier ložísk, na nástroje sa nalepujú rezné platničky, lepia sa mierky a prípravky. Lepenie sa uplatňuje aj pri opravách a obnovovaní strojových súčiastok.

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite podstatu a spôsob vyhotovenia lepených spojov.
2. Vysvetlite čo znamená pri lepených spojoch pojem adhézia a čo kohézia.
3. Nájdite na internete najnovšie druhy lepidiel na spájanie kovových materiálov.

3. POTRUBIE A ARMATÚRY

3.1. Potrubie

Potrubie slúži na dopravu kvapalín, plynov, pár a sypkých látok. Princípom prúdenia uvedených látok je rozdiel tlakov na začiatku a na konci potrubia.

Potrubie sa skladá z:

- **hlavných častí**, ktoré sú nevyhnutné na prevádzku a funkciu potrubia. Patria sem:
 - rúry (oceľové, liatinové, z neželezných kovov, nekovové),
 - spoje rúr, ktoré môžu byť rozoberateľné (prírubové, závitové, nákrutky, spojky na rýchlu montáž), alebo nerozoberateľné (zvárané, spájkované a lepené),
 - uzávery na prerušovanie prietoku (ventily, posúvače, kohúty a klapky),
 - tvarovky na umožnenie zmien smeru toku a prietokového prierezu, na delenie a spojovanie prúdu a na zakončenie potrubia (ohyby, oblúky, kolená, prechody, redukcie, tvarovky T,Y),
 - kompenzátory na vyrovnávanie tepelných dilatácií potrubia,
 - uloženie a upevnenie potrubia (podľa situácie a miesta, ktorým potrubie prechádza sú to rôzne závesy a podpery, vedenia, zakotvenia),
 - vyprázdňovacie súpravy na odvzdušnenie, odvodnenie alebo vypúšťanie potrubia,
- **doplňajúcich častí** potrubia, ktoré rozdeľujeme podľa účelu a činnosti na:
 - poistné (poistné ventily, spätné klapky),
 - ochranné (lapače kalu, sitá, filtre),
 - kontrolné (priezory, ukazovatele prúdenia),
 - pomocné na diaľkové ovládanie príslušenstva potrubia,
 - zariadenie na riadenie tlaku, teploty a prietoku,
 - zariadenie na meranie tlaku, teploty, prietoku a akosti dopravovanej tekutiny,
 - ochranné nátery,
 - tepelné izolácie potrubia.

Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite pre aké účely slúži potrubie.
2. Vymenujte čo prakticky patrí do hlavnej časti potrubia a čo tvorí doplňajúce časti potrubia.

3.1.1. Základné veličiny určujúce potrubie a jeho časti

Na uľahčenie voľby potrubia boli zavedené a normalizované veličiny, a to:

- **menovitý tlak** (PN) je najvyšší dovolený pracovný pretlak, pri ktorom môže bez nebezpečenstva porušenia potrubia pretekať potrubím látka teplá najviac 200°C. Pri vyššej teplote pretekajúcej látky je materiál potrubia viac namáhaný, preto sa musí pracovný pretlak zmenšiť,
- **menovitá svetlosť** (DN) je vnútorný priemer potrubia v mm,
- **pracovný stupeň** je obmedzený najvyššou, prípadne najnižšou pracovnou teplotou s najvyšším pracovným pretlakom. Príklad označenia potrubia: DN 50 PN 16/III znamená: DN 50 – rozmery, 16 – maximálny tlak $p_{max} = 2,5\text{MPa}$, III – teploty od -20°C až do +400°C,
- **pracovný tlak** je predpísaný vnútorný pretlak pracovnej látky, ktorý sa má v potrubí počas prevádzky trvale udržiavať. Označuje sa pp a udáva sa v MPa,

- **pracovná teplota** je predpísaná teplota pracovnej látky, ktorá sa má v potrubí počas prevádzky trvale udržiavať. Označuje sa t_p a vyjadruje sa v $^{\circ}\text{C}$,
- **pracovná látka** je kvapalina alebo plyn, dopravované potrubím.

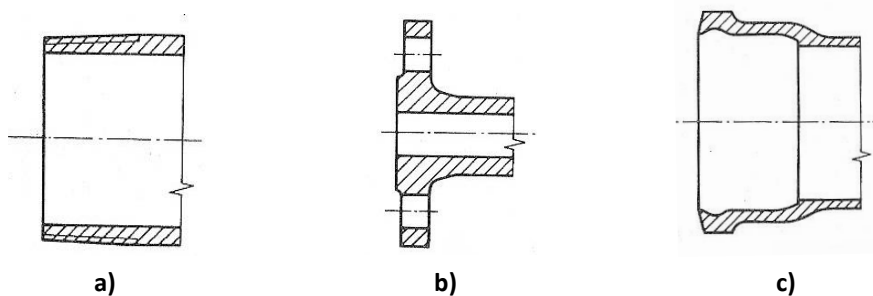
Kontrolné úlohy:

1. Vysvetlite čo znamená PN, DN?
2. Definujte čo je to pracovný stupeň, pracovný tlak a pracovná teplota?

3.2. Druhy a spájanie rúr

Základnou časťou potrubia je **rúra**. Pri priemere menšom než 60 mm ju nazývame **rúrka**. Rozlišujeme rôzne druhy rúr podľa materiálu, z ktorého sú vyrobené.

- **Oceľové rúry** – majú široké možnosti použitia napr. pre plynovody, parovody, vysokotlakové potrubia, potrubia pre agresívne médiá, pre vodovody. Vyrábajú sa s hrdlami rôzneho tvaru s hladkými koncami alebo na koncoch so závitom (obr.72 a), zvárané alebo bezšvové.
- **Liatinové rúry** – používajú sa predovšetkým na dopravu vody, plynu a pár. Tlakové rúry a tvarovky sa vyrábajú prírubové (obr.72 b) alebo hrdlové (obr.72 c). Odpadové súry na odvodňovacie potrubie sú len hrdlové.



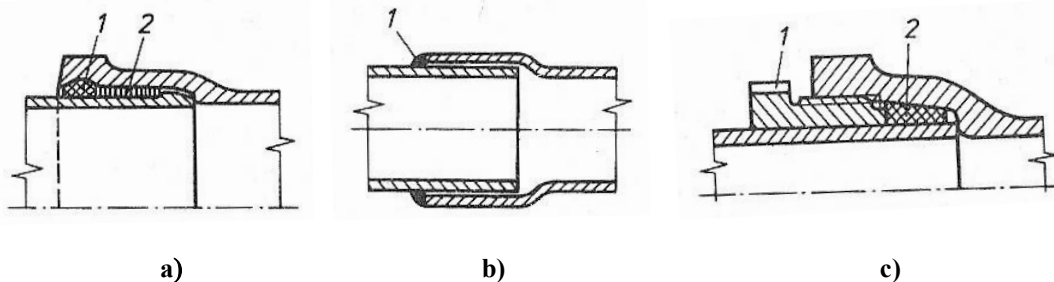
Obr.72: Druhy rúr a rúrok: a - závitové, b - prírubové, c - hrdlové

- **Rúry z neželezných kovov** – môžu byť olovené, cínové, mosadzné, medené a hliníkové. Tieto rúry sa spájajú nákrutkami, otáčavými prírubami, priváracími prírubami, prípadne aj spájkovaním.
- **Betónové rúrky a tvarovky** – slúžia na odvádzanie dažďových a iných neagresívnych vôd.
- **Kameninové rúrky a tvarovky** – sú odolné proti oteru a korózii a preto sa používajú na verejnú kanalizáciu a pod.
- **Oceľobetónové rúry** – sú tlakové (pre veľké vodovody), alebo beztlakové (na odvádzanie neagresívnych vôd).
- **Sklenené rúrky** – sú dokonale hladké, nezanášajú sa usadeninami, neovplyvňujú zloženie dopravovaných látok a preto sú vhodné hlavne pre potravinársky priemysel.
- **Rúrky z plastov** – používajú sa najmä na beztlakové potrubia. Spájajú sa zváraním alebo nákrutkami.
- **Hadice** – sú ohybné rúrky z gumy, kovu, mäkkého PVC a textilu.

Rúry a rúrky sa vyrábajú iba v určitých výrobných dĺžkach a preto sa musia do súvislého potrubia spájať určitými spôsobmi. Najčastejšie sa spájajú pomocou následne uvedených spojov.

- **Hrdlové spoje** (obr.73) – sú vhodné pri ukladaní potrubia do zeme. Môžu byť zhotovené nasledovnými spôsobmi:

- *pritužený hrdlový spoj* – používa sa na spojenie vodeodolného a kanalizačného potrubia, pričom sa používajú rôzne druhy tesnív,
- *zváraný hrdlový spoj* – používa sa napr. pri oceľových plynovodných rúrkach. Zasúvajúce sa hrdlá sa spájajú kúťovým zvarom,
- *lepený hrdlový spoj* je nerozoberateľný a používa sa pri rúrkach z PVC,
- *závitový hrdlový spoj* má gumový tesniaci prstenec a predstavuje relatívne najvýhodnejšie riešenie hrdlového spoja pre svoju spoľahlivosť, pružnosť, rýchlu a ľahkú montáž a taktiež spoľahlivú tesnosť.



Obr.73: Hrdlové spoje

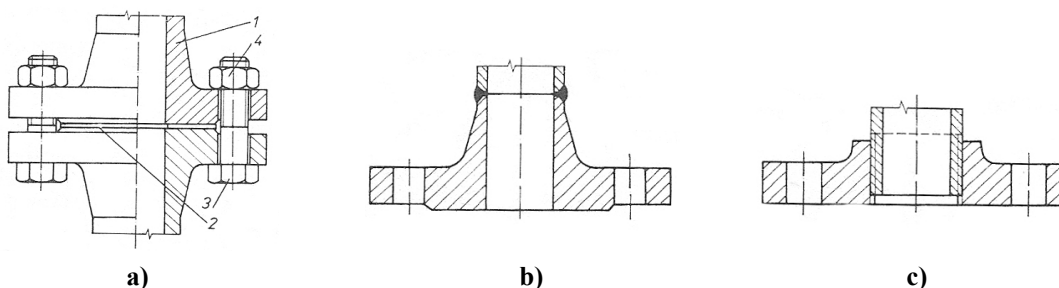
- a) pritúžený spoj: 1 – olovo, 2 - konope;
b) zváraný spoj: 1 – kúťový zvar;
c) závitový spoj: 1 – prstenec so závitom, 2 – gumový tesniaci prstenec

- **Prírubové spoje** sa skladajú z dvoch prírub, z tesniaceho krúžku a so spojovacích skrutiek s maticami. Počet skrutiek príruby je vždy deliteľný štyrmi a usporiadané sú súmerne vzhľadom na zvislú aj vodorovnú os, čo sa dodržiava aj pri armatúrach a tvarovkách.

Príruby sa s rúrou spájajú:

- *priliatím* (prírubové hrdlá zo sivej liatiny a ocele na odliatky – obr.74a),
- *privarením* (ploché priváracie príruby a príruby s krkom – obr.74b),
- *zaskrutkovaním* (závitové príruby s krkom – obr.74c).

Používajú sa aj voľne otáčavé príruby napr. otáčavé príruby a priváracie krúžky, otáčavé príruby na rúrkach z neželezných kovov, otáčavé príruby opierajúce sa o hrdlo privarené k rúre.

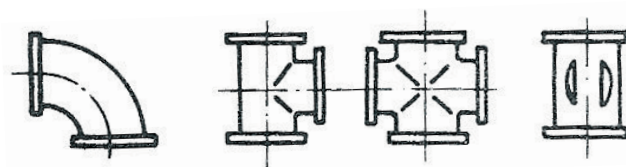


Obr. 74: a) prírubový spoj – prírubové hrdlá zo sivej liatiny:

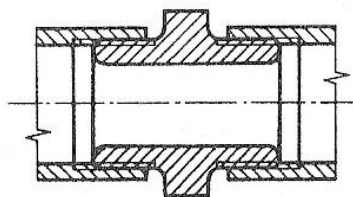
- 1 – príruha, 2 – tesniaci krúžok, 3 – spojovacia skrutka, 4 – matica
b) priváracie príruby s krkom
c) závitové príruby s krkom

- **Závitové spojenia potrubia** (závitových rúrok, armatúr, fittingov – obr.75) s uzatváracími a rozvodnými prístrojmi sa zriedka rozoberajú, majú vonkajší rúrkový

závit zvyčajne kužeľový a vnútorný závit valcový. Dve rúrky s vonkajšími závitmi sa spájajú nátrubkom a rúrky s vnútornými závitmi vsuvkou (obr.76). Tieto spoje sa utesňujú pastou alebo fermežou a textilnými vláknami napr. konopnou kúdeľou.

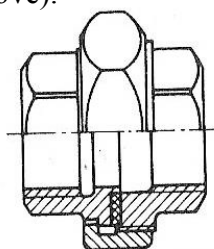


Obr.75: Fitingy s temperovanej liatiny



Obr.76: Závitové spojenie vsuvkou

- **Spojenie nákrutkou.** Nákrutka je ľahko rozoberateľné spojenie potrubia s menšími alebo malými menovitými svetlostami (do 40 až 80 mm). Skladá sa z dvoch častí; z nadstavca s nákrúžkom, o ktorý sa opiera presuvná matica. Matica sa naskrutkuje na druhú časť spoja alebo sa zaskrutkuje do steny zariadenia, ku ktorému sa potrubie pripája. Nákrutka sa utesňuje tesniacim krúžkom vloženým medzi čelné plochy obidvoch častí spoja (obr.77) alebo vzájomným silným pritlačením kužeľových tesniacich plôch (tesnenie kov na kove).



Obr.77: Spojenie nákrutkou

- **Spoje zváraním** (obr.78). Zvar býva zvyčajne tupý, zriedka kútový. Rúry a rúrky sa najčastejšie zvárajú elektrickým oblúkom. Kvalita takto zhotovených zvarov sa zvyčajne kontroluje prežiarením zvaru röntgenovými prístrojmi.



Obr.78: Spojenie zváraním: a - tupý zvar, b - kútový zvar

- **Spojenie spájkovaním** sa používa vtedy, keď rúrky z neželezných kovov nemusia byť rozoberateľné. Medené a mosadzné rúrky sa spájajú tvrdým spájkovaním, olovené a cínové rúrky mäkkým spájkovaním.

Kontrolné úlohy:

1. Aké druhy rúr a rúrok poznáte?
2. Aké sú najbežnejšie spojenia rúr a rúrok?

3.2.1. Izolácia, ochrana a uloženie potrubia

Dopravovanú látku je často potrebné ochraňovať pred ochladením alebo ohrevom. **Izolácia** zvyšuje aj bezpečnosť prevádzky, chráni obsluhujúci personál a znižuje nebezpečenstvo požiaru. Materiály na tepelnú izoláciu sa rozdeľujú **podľa výšky teplôt** na:

- *kúrenárske* (do 150°C),
- *teplárenské* (do 700°C),
- *izolácie pre veľmi vysoké teploty*.

Podľa vyhotovenia rozlišujeme izolácie:

- *vypchávacie* (sklená vata, trosková a minerálna vlna),
- *obkladacie* (rohože z izolačných vlákien, plst', jutové a azbestové povrázky),
- *liate* (penový betón na izoláciu potrubia uloženého v zemi),
- *tvarovkové* (z korku, kremeliny, polystyrénu),
- *plastické* (kremelina spájaná vysokopecným prachom),
- *sypané* (zo sypkých materiálov napr. kremelina alebo drvina z penového betónu, ktorá sa plní do žľabov a obalov),
- *fólie* (z korkových fólií).

Ochrana potrubia sa uskutočňuje počas dopravy, uskladnenia a montáže, ale najmä počas prevádzky.

Vnútorňý povrch, tesniace plochy, skrutky a matice konzervujeme *olejom*, *plastickými* alebo *tuhými mazadlami*.

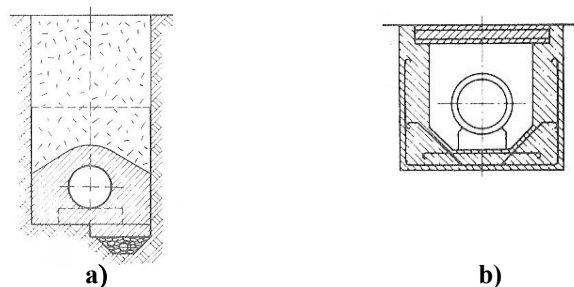
Vonkajšie plochy pred atmosférickou koróziou ochraňujeme *nátermi*. Armatúry natierame základnou syntetickou farbou a ostatné časti potrubia asfaltovým lakom proti vlhku.

Pre teploty do 100°C používame olejové, syntetické a bitúmenové (živicové) nátery.

Pre vyššie teploty používame dvojzložkové epoxidové a silikónové nátery.

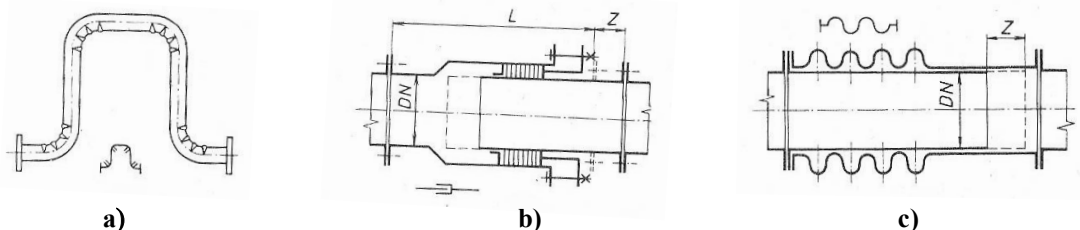
Pri potrubíach ukladaných do zeme (vodovody, plynovody) používame *ochranné obaly*.

Správna funkcia potrubia závisí nielen od voľby vhodného materiálu a jeho spojenia, ale aj od spôsobu **uloženia**. Potrubie sa ukladá *do zeme*, *do muriva*, *do kanálov*, *do stropu* alebo *do tunela* (obr.79).



Obr. 79: Uloženie potrubia: a) do zeme, b) do potrubných kanálov

Potrubie sa upevňuje v pevných bodoch, ktorými sa potrubie rozdeľuje na úseky. Dĺžkové zmeny úsekov spôsobené zmenou teploty sa vyrovnávajú vlastnou pružnosťou potrubia alebo pomocou vložených *kompenzátorov* (obr.80).



Obr.80: Kompenzátory: a - kompenzátor tvaru U, b - upchávkový, c - vlnovcový

Zakotvenie musí zachytiť a preniesť do nosnej konštrukcie potrubia všetky sily, najmä tie, ktoré pôsobia v smere jeho osi a aj momenty, ktoré pôsobia na potrubie počas prevádzky aj po odstavení.

Do zeme sa ukladá potrubie vedené vo voľnom teréne alebo v suteréne bodov. Hĺbka uloženia sa riadi druhom dopravovanej látky, materiálom potrubia a tlakom, ktorým na zeminu pôsobia prechádzajúce dopravné prostriedky. Pri vodovodnom potrubí treba rešpektovať aj hĺbku zamrznutia pôdy.

Do muriva sa ukladajú všetky potrubia v obytných budovách. Pri betónových konštrukciách sa na vedenie potrubia buduje inštalácia šachta.

Do potrubných kanálov sa ukladá potrubie spoločne s káblami vo výrobných halách. Káble sa zakryjú.

Kontrolné úlohy:

1. Aké druhy izolácií poznáte a ktoré z nich sa súčasne používajú najčastejšie?
2. Aké spôsoby ochrany potrubia poznáte?
3. Vymenujte spôsoby uloženia potrubia.

3.3. Uzatváracie, regulačné, poistné a meracie armatúry

Armatúry sú časti potrubia, ktoré slúžia na:

- riadenie prietoku,
- uzatvorenie prietoku,
- riadenie tlaku (zníženie),
- poistenie proti prekročeniu tlaku.

Podľa účelu rozlišujeme uzatváracie, regulačné, poistné a meracie armatúry.

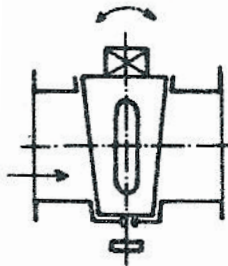
- **Uzatváracie a regulačné armatúry** – slúžia na prerušenie toku dopravovanej látky v jednotlivých častiach potrubia. Najčastejšie je to kohút, klapka, ventil a posúvač.

Na uzatváracie prístroje sú najčastejšie kladené tieto požiadavky:

1. Uzávěry majú mať priamy a pokiaľ možno nezmenšený priechod pre dopravovanú látku.
2. Musia byť jednoduché, nesmú mať priestor, v ktorom sa môže usadzovať kal.
3. Musia sa dať pomaly otvárať a najmä zatvárať. Náhlou zmenou pohybovej energie prúdiacej látky vzniknú v potrubí škodlivé nárazy.
4. Tesniace plochy sa musia dať ľahko opravovať.

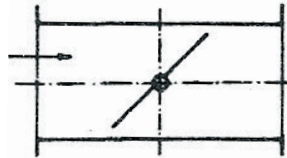
Medzi uzatváracie armatúry zaradíme:

- **Kohúty** (obr.81) – sú vhodné pre vodu, nasýtenú vodnú paru, vzduch a neagresívne kvapaliny. Majú výhodu priameho priechodu prúdiacej látky. Uzatvorenie potrubia kohútov je dosť rýchle, čo zapríčiňuje nebezpečné rázy v potrubí. Nie sú vhodné pre nečisté kvapaliny, lebo ich zabrusené dosadacie plochy sa rýchlo opotrebojú.



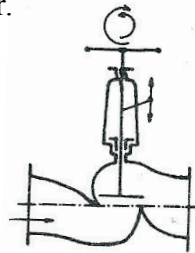
Obr.81: Schéma kohúta

- **Klapky** (obr.82) – sú vhodné pre vodu a iné kvapaliny a taktiež aj paru. Netesnia úplne. Použitie majú v dvoch oblastiach a to:
 - pri regulácii množstva pretekajúcej látky zmenou veľkosti prietokového prierezu. V tomto prípade sa používajú tzv. škrtiace klapky,
 - použitie klapky, ktorá dovoľuje prechod iba jedným smerom. Sú to tzv. spätné klapky.



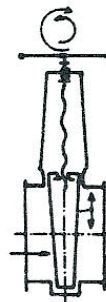
Obr.82: Schéma klapky

- **Ventily** (obr.83) – sú vhodné pre rôzne kvapaliny, pary a plyny. Otvárajú a zatvárajú sa pomaly a ľahko skrutkovým vretenom. Ich nevýhodou je, že prietoku látky kladú značný odpor.



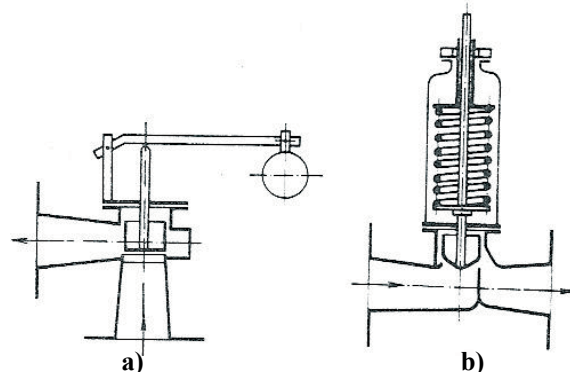
Obr. 83: Schéma ventilu

- **Posúvače** (obr.84) – sú vhodné pre vodu, vodnú paru, plyny a pre ropovody. Dovoľujú prietok látky plným prierezom potrubia. Výhodou je ich pomalé otváranie a zatváranie.



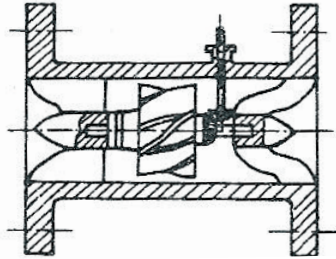
Obr. 84: Schéma posúvača

- **Poistné armatúry** – zabezpečujú tlakové systémy (potrubie, kotly, tlakové nádoby) pred účinkom zvýšeného pracovného pretlaku a zabráňujú prúdeniu v nesprávnom smere. Ide predovšetkým o poistné ventily (obr.85), pri ktorých kuželík alebo sedlo je pritláčané buď závažím na ramene páky alebo pružinou. Pri prekročení dovoleného tlaku prístroje vypustia látku do voľného priestoru.



Obr.85: Poistné zariadenia: a - závažový poistný ventil, b - pružinový poistný ventil

- **Meracie armatúry** - sú prístroje, ktoré sa včleňujú do potrubia za účelom odmerania pretekajúceho množstva látky za časovú jednotku. Množstvo pretekajúcej látky týmito prístrojmi sa meria podľa počtu otáčok lopatkového kolesa (napr. domový lopatkový vodoměr), skrutkového kolesa (skrutkový vodoměr - obr.86), alebo kývavej otočnej platne. Používajú sa ako vodomery, plynomery a pod.



Obr.86: Schrutkový vodoměr

Kontrolné úlohy:

1. Čo sú to armatúry?
2. Aké druhy armatúr poznáte?
3. Vymenujte konštrukčné a funkčné rozdiely uzatváracích armatúr.
4. Uveďte funkciu a použitie jednotlivých druhov armatúr.
5. Aký účel plnia poistné armatúry?

4. UTEŠŇOVANIE SÚČIASTOK A SPOJOV

Utesňovaním sa zabráňuje unikaniu látok (vzduchu, plynu, kvapaliny, pary) alebo prenikaniu prachu a nečistôt z pracovného prostredia do utesneného priestoru (ložisko, valec). Najčastejšie utesňujeme dosadacie plochy súčiastok, prírubové spoje a pohybujúce sa súčiastky vychádzajúce z tlakových alebo vákuových priestorov.

Kontrolné úlohy:

1. Aký význam pre súčiastky a spoje má utesňovanie?
2. V ktorých konkrétnych prípadoch je nutné použiť tesnenie?
3. Uveďte praktické príklady použitia rôznych druhov tesnení.

4.1. Utesňovanie rozoberateľných spojov

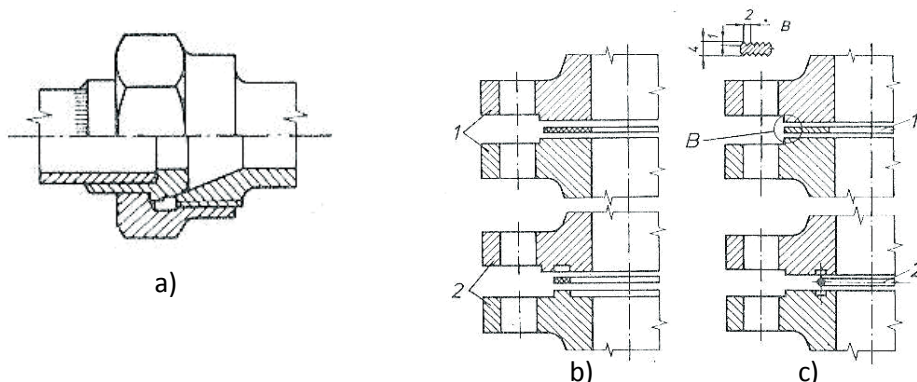
Medzi utesňované dosadacie plochy sa vloží tesnenie. Tesnenie musí byť pružné, aby vyplnilo aj tie najmenšie medzery a trvanlivé, najmä proti účinkom tepla.

Pri delených skrinách parných turbín alebo pri vysokotlakovom vstrekovacom potrubí vznetrových motorov sa rovinné tesniace plochy spájaných súčiastok napr. kov na kove utesňujú **priamym stykom** (obr. 87a). Tesniace plochy musia byť presne zabrušené, prípadne aj lapované alebo zaškrabané. Takto sa utesňujú ventily a posúvače.

Prírubové spoje sa utesňujú tak, že medzi tesniace plochy prírub sa vkladá tesnenie. Tesnenie má tvar plochého krúžku a zhotovuje sa z vhodných mäkkých materiálov alebo kovov.

Mäkké tesniace krúžky (obr. 87b) sú z azbestových platní, špeciálneho papiera, gumených, plastov alebo mäkkých kovov ako napr. meď, hliník, olovo.

Tvrdé tesniace krúžky (obr. 87c) sú obyčajne z ocele a plochy, ktorými sa dotýkajú s tesniacimi plochami prírub sú mierne vypuklé alebo majú sústredné drážky (hrebeňové tesniace krúžky), aby styková plocha bola malá a tesniaci tlak bol dostatočne veľký.



Obr. 87: Tesnenie rozoberateľných spojov:

- a) tesnenie priamym stykom,
- b) tesnenie prírub plochým tesnením: 1 – príruby s hladkou dosadacou plochou, 2 – príruby s perom a drážkou,
- c) utesnenie prírub tvárneným tesnením: 1 – hrebeňové tesniace krúžky, 2 – krúžky kruhového prierezu

Rozoberateľné *vákuové spoje* a *spoje pre vysoké tlaky* sa tesnia látkami, ktoré sú schopné dokonale vyplniť nerovnosti povrchu oboch častí spoja. Najbežnejšie tesnenie je z **gumy v tvare krúžku** kruhového prierezu. Používajú sa aj krúžky s pravouhlým alebo iným

prierezom. Pretože technická guma nemá dobré vákuové ani tlakové vlastnosti (uvoľňuje sa z nej síra a plyny), častejšie sa používa silikónová guma, teflón, viton, prípadne iné elastoméry.

Kontrolné úlohy:

1. Kedy použijete tesnenie priamym stykom spájaných súčiastok?
2. Popíšte ako sa utesňujú prírubové spoje.
3. Vysvetlite ako možno utesniť vákuový a vysokotlakový spoj.

4.2. Utesňovanie pohybujúcich sa častí

Na utesňovanie pohybujúcich sa častí strojov najčastejšie používame upchávky, tesniace (piestne) krúžky a labyrintové tesnenia.

4.2.1. Upchávky

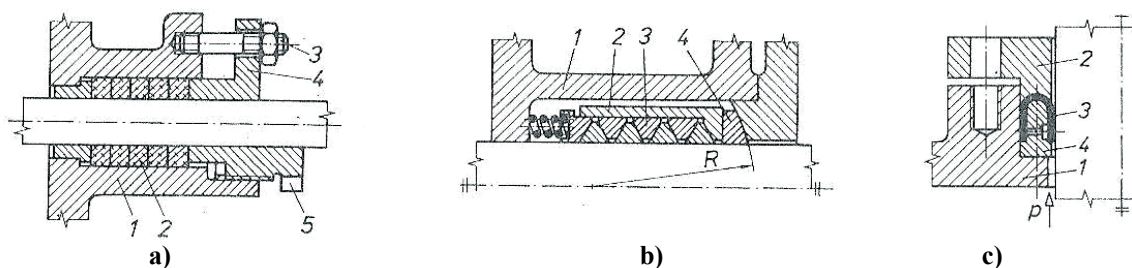
Upchávky tvoria skupinu súčiastok s tesnivom. Zabraňujú alebo primerane obmedzujú prenikaniu utesňovanej tekutiny medzi pohyblivou a nepohyblivou časťou stroja.

Podľa účelu a použitia tesniva rozlišujeme nasledovné druhy upchávok:

- **upchávky s priamočiarym vratným pohybom** - týmito upchávkami sa utesňujú plunžerové piesty a piestnice hydraulických valcov prechádzajúce vekom valca, vretená ventilov a taktiež aj posúvačov,
- **upchávky s mäkkým tesnivom** (obr.88a) sa obyčajne skladajú z hrdla upchávky 1 a tesniva 2. Tesnivo sa vtlačá do hrdla buď upchávkovým vekom 3 a skrutkou 4 alebo maticou 5. Tesnivom sú povrázky alebo krúžky štvorcového prierezu z nekovových materiálov ako napr. z konopí, bavlny, plsti, azbestu, korku, kože, gumy a plastov, alebo ich kombinácia, napr. gumové jadro opradené bavlnou,
- **upchávky s kovovým tesnivom** (obr.88b) sú vhodné pre vyššie tlaky a teploty, napr. pri spaľovacích motoroch a kompresoroch. Tesniace krúžky môžu mať štvorcový prierez, prierez pravouhlého trojuholníka alebo rovnostranného trojuholníka. Ak konečná kompresná teplota nie je veľmi vysoká (do 300°C), vyhovujú nedelené duté kovové krúžky z kompozície, olova alebo medi s grafitovou náplňou, ktorá sa pri stlačení upchávky vytlačí otvormi na tesniacu plochu.

Pre veľké klzné rýchlosti, vysoké tlaky a teploty sa používajú *komorové upchávky*. Majú trojdielne až šesťdielne krúžky z kompozície, z grafitovej liatiny, uhlíka alebo spekaných kovov, ktoré na klznú plochu pritláčajú obvodové pružiny. Tieto upchávky nevyžadujú okrem mazania žiadnu obsluhu a vyznačujú sa nižším trením a menším opotrebením,

- **manžetové upchávky** (obr.88c) sú vhodné pre malé rýchlosti piesta. Používajú sa pri veľkých tlakoch, kde býva aj niekoľko manžiet za sebou. Zhotovujú sa z vrstvenej a nevrstvenej gumy, ale aj z usne a teflónu. Manžety sú pritláčané na piest alebo piestnu tyč tlakom čerpanej kvapaliny, takže čím vyšší je výtlačný tlak, tým vyššia je pritlačná sila, a tým účinnejšie je aj tesnenie. Patrí k tzv. *samočinným upchávkam*.



Obr.88: Upchávky

- a) upchávka s mäkkým tesniacim hrdlom a maticou: 1 – hrdlo, 2 – tesnivo, 3 – skrutka s maticou, 4 – upchávkové veko, 5 – matica,
b) upchávka s kovovým tesnivom: 1 – hrdlo, 2 – pohyblivé puzdro, 3 – kovové tesniace krúžky, 4 – krúžok s guľovým uložením,
c) upchávka s manžetou tvaru U: 1 – hrdlo, 2 – veko, 3 – manžeta, 4 – oporný krúžok

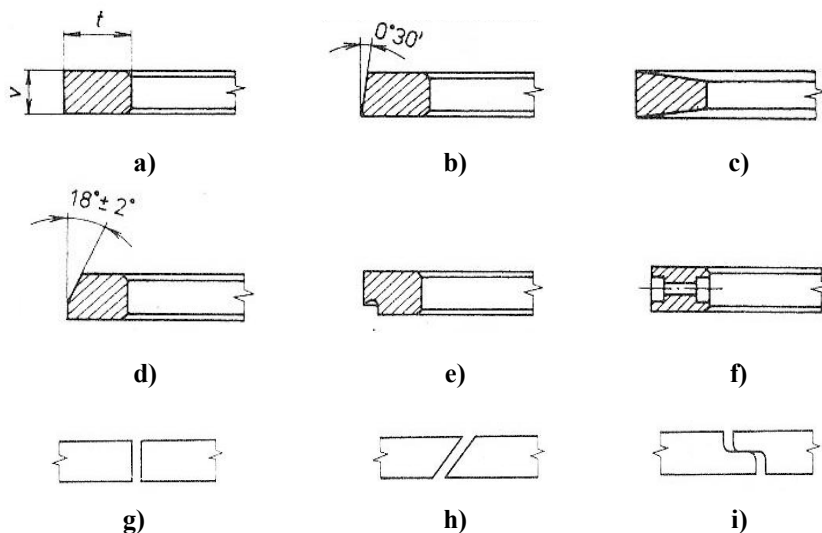
Kontrolné úlohy:

1. Čo sú to upchávky?
2. Opíšte konštrukciu jednotlivých druhov upchávok.

4.2.2. Tesniace krúžky

Tesniace krúžky sú súčasťou rúrových a kotúčových piestov. Podľa funkcie rozlišujeme :

- **tesniace krúžky** (obr. 89a,b,c), ktoré utesňujú piest vo valci a odvádzajú teplo z piesta do valca,
- **stieracie krúžky** (obr. 89d,e,f), ktoré regulujú mazanie valca a zabraňujú prestupovanie mazacieho oleja do pracovného priestoru valca,
- **piestny krúžok** – je to jednodielny, samočinne pružiaci kovový rozrezaný prstenec, zovretý v drážke piesta a vyvíjajúci prítlačnú silu na stenu valca. Piestnemu krúžku, ktorý má zrezané obidva konce hovoríme zámok (obr. 89g,h,i). Zámky sú najčastejšie rovné alebo šikmé, výnimočne tvarované.



Obr.89: Piestne krúžky

Prierezy tesniacich krúžkov: a - valcový, b - skosený, c - lichobežníkový
Prierezy stieracich krúžkov: d - poloskosený, e - osadený, f - s výrezmi
Zámky tesniacich krúžkov: g - rovné, h - šikmé, i - tvarované

Podľa veľkosti piesta a druhu stroja je zvyčajne počet tesniacich krúžkov 2 až 6 kusov a stieracích krúžkov je 1 až 3 kusy.

Piestne krúžky sú normalizované súčiastky vyrobené z jemnozrnnej špeciálnej sivej liatiny. Zábeh krúžku sa skraca je jeho povrchovou úpravou, napr. galvanickým pocínovaním, fosfátovaním alebo grafitovaním. Vhodné je pochrómovanie prvého krúžku. V súčasnosti sa krúžky vyrábajú práškovou metalurgiou zo spekanej ocele.

Kontrolné úlohy:

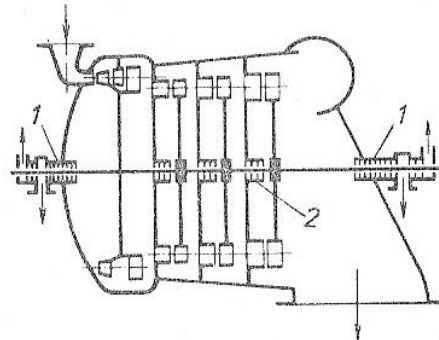
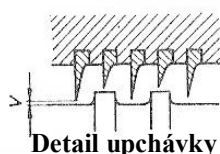
1. Vymenujte a popíšte druhy tesniacich krúžkov.
2. Kde majú praktické uplatnenie tesniace krúžky?
3. Čo viete o výrobe jednotlivých druhov krúžkov?

4.2.3. Labyrintové tesnenie

Labyrintové upchávky parnej turbíny obmedzujú unikanie pary zo skrine do ovzdušia alebo prisávanie vzduchu do pary a prenikanie pary medzi jednotlivými časťami, ktorými prechádza hriadeľ. Rozdeľujeme ich na:

- *vonkajšie* - tesnia výstupný hriadeľ zo skrine,
- *vnútorné* - od seba oddelujú jednotlivé tlakové stupne.

Väčšinou sa používajú labyrintové upchávky (obr.90), pri ktorých sa utesnenie dosiahne postupnou expanziou pary, ktorou je upchávka zahľtená.

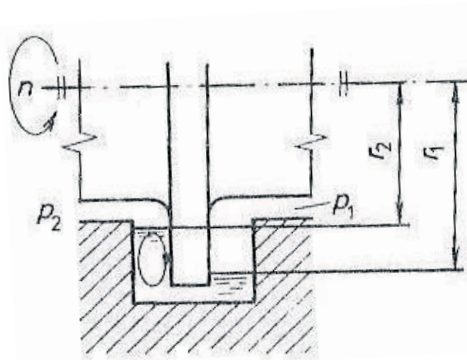


Obr. 90: Labyrintové upchávky parných turbín:
1 – vonkajšie upchávky, 2 – vnútorné upchávky

Predtým sa používali upchávky s mosadzným ostrím prituženým v drážkach upchávkového puzdra. V súčasnosti sa používa ostrie z plechu, ktoré je drôtom pritužené v drážkach rotora turbíny. Radiálna vôľa v upchávke býva 0,4 až 0,7 mm a pri veľkých jednotkách aj väčšia. Záleží najmä na veľkosti priehybu rotora spôsobeného jeho hmotnosťou.

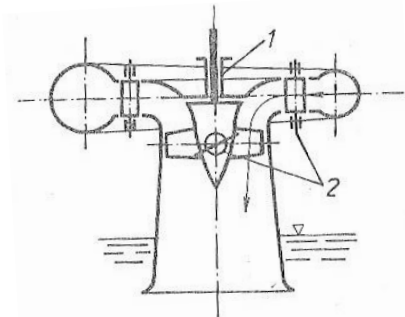
Pri vzduchových kompresoroch nemusí byť tesnenie medzi vnútorným strojom a vonkajším priestorom absolútne nepriepustné. Môžu sa použiť labyrintové upchávky, podobne ako medzi jednotlivými stupňami.

Oveľa zložitejšie sú upchávky vtedy, keď stlačený plyn nesmie unikať zo stroja, alebo keď sa nesmie zmiešavať so vzduchom z atmosféry. V takomto prípade sa používajú **kvapalinové upchávky** so stálym prítokom a odtokom kvapaliny napríklad v turbokompresore (obr.91). Hriadeľ má ryhované nákrúžky, pohybujúce sa v hladkých dutinách vyplnených kvapalinou, ktorá sa uvedie do rotácie.



Obr.91: Upchávky turbokompresorov s tesniacimi kvapalinami

Upchávky vodných turbín (obr.92) sú časti turbín, ktoré obmedzujú stratu unikaním tlakovej vody z činného priestoru turbíny okolo hriadeľa turbíny 1 a čapov rozvádzacích, prípadne obežných lopatiek 2. Používajú sa labyrintové upchávky, upchávky s kovovými, uhlíkovými alebo gumovými krúžkami, prípadne manžetové upchávky.



Obr.92: Upchávky vodných turbín

1 – upchávka turbínového hriadeľa, 2 - upchávky čapov rozvádzacích a obežných lopatiek

Kontrolné úlohy:

1. Uved'te aký význam majú labyrintové upchávky.
2. Kedy používame kvapalinové upchávky?
3. Popíšte upchávku vodnej turbíny.

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

Heidinger K.: 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