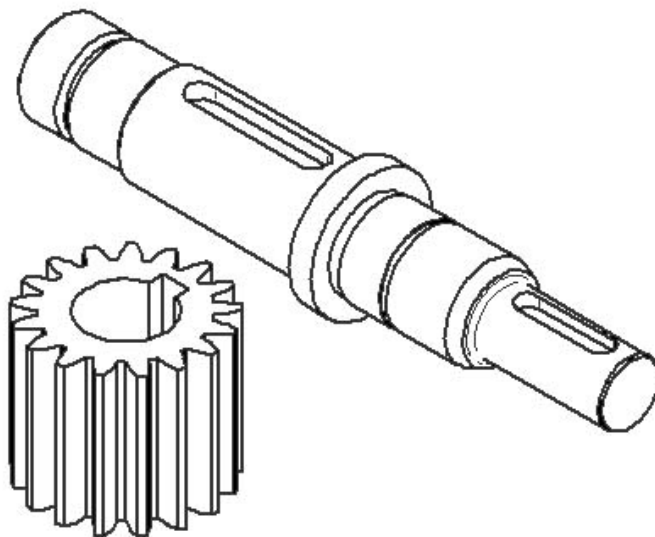




STAVBA A PROVOZ STROJŮ

Maturitní okruhy

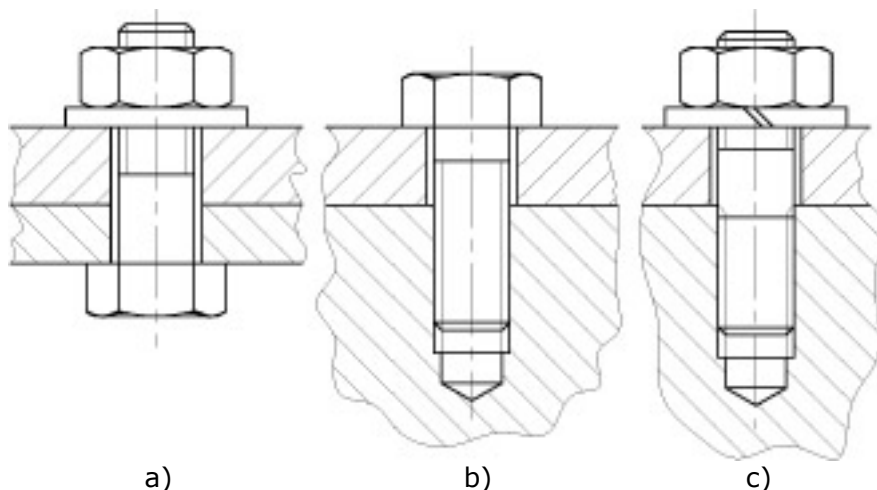
© Martin Kantor, Milan Benda
2003

část 1.

I. Části strojů

1. Šroubové spoje

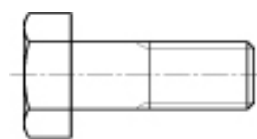
Existují tři základní druhy šroubových spojíů:



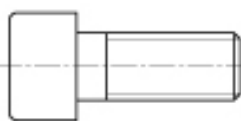
- a) spoj průchozím šroubem s hlavou a maticí – šroub prochází dírou s vřlí
- b) spoj zašroubovaným šroubem s hlavou – šroub je do spodní části zašroubován, horní prochází s vřlí
- c) spoj závrtným šroubem a maticí – šroub se zašroubuje do spodní části až po konec výběhu, horní součást se na něj nasadí a přitáhne maticí. Touto součástí prochází šroub s vřlí.

Výrobní třída: A – *přesné*
B – *střední*
C – *hrubé*

Výběr nejčastěji používaných šroubů



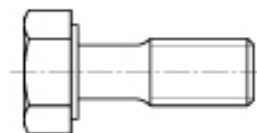
ČSN 02 1101
Tvar A



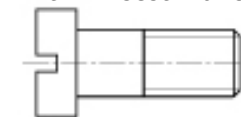
ČSN 02 1143
Šroub s válcovou hlavou a
vnitřním šestihranem



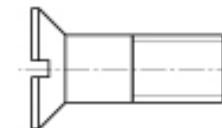
ČSN 02 1174
Závrtný šroub – do oceli



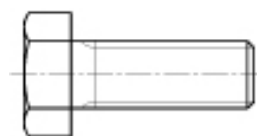
ČSN 02 1101 B
Tvar B



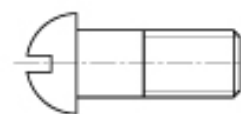
ČSN 02 1131
Šroub s válcovou hlavou



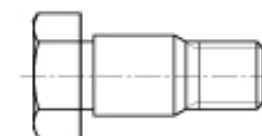
ČSN 02 1151
Šroub se zápusťnou hlavou



ČSN 02 1301
Šroub se závitern až k hlavě



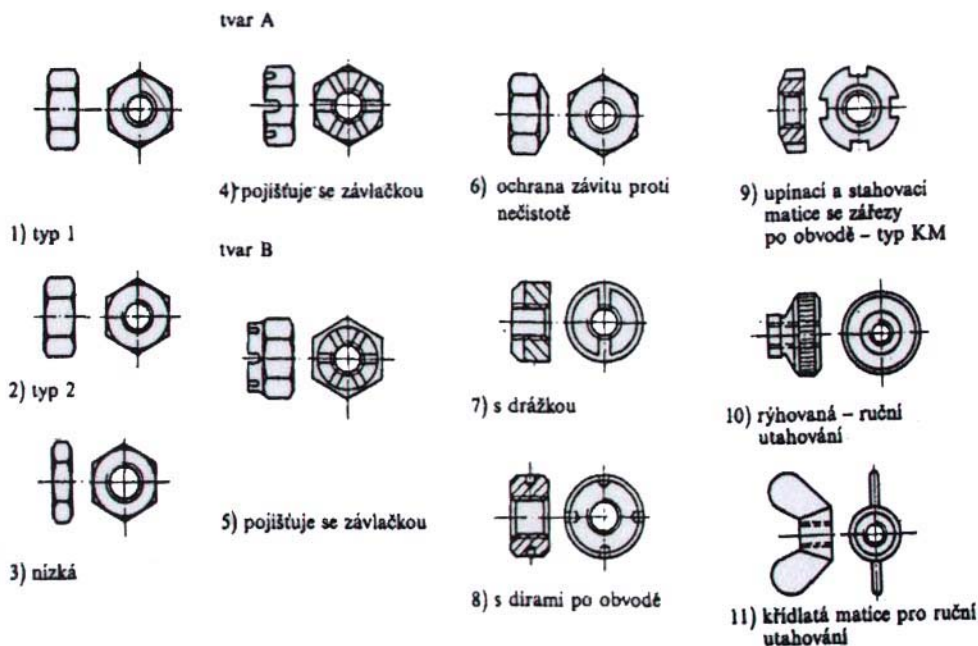
ČSN 02 1146
Šroub s půlkulovou hlavou



ČSN 02 1112
Lícovaný šroub

Výběr nejčastěji používaných matic

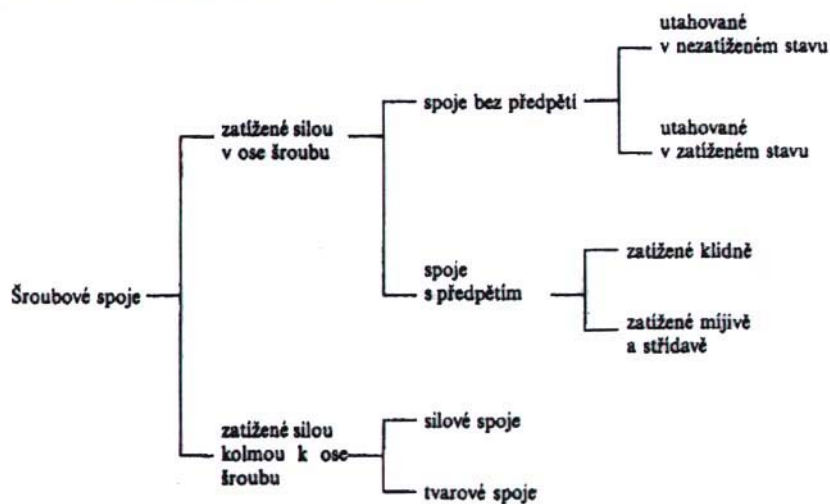
Nejčastěji používané 6tíhanné, liší se výškou nebo způsobem pojištění. Korunové 6tíhanné matice spolu se závlačkou, jsou vhodné pro dynamicky namáhané šroubové spoje např. U kol aut.



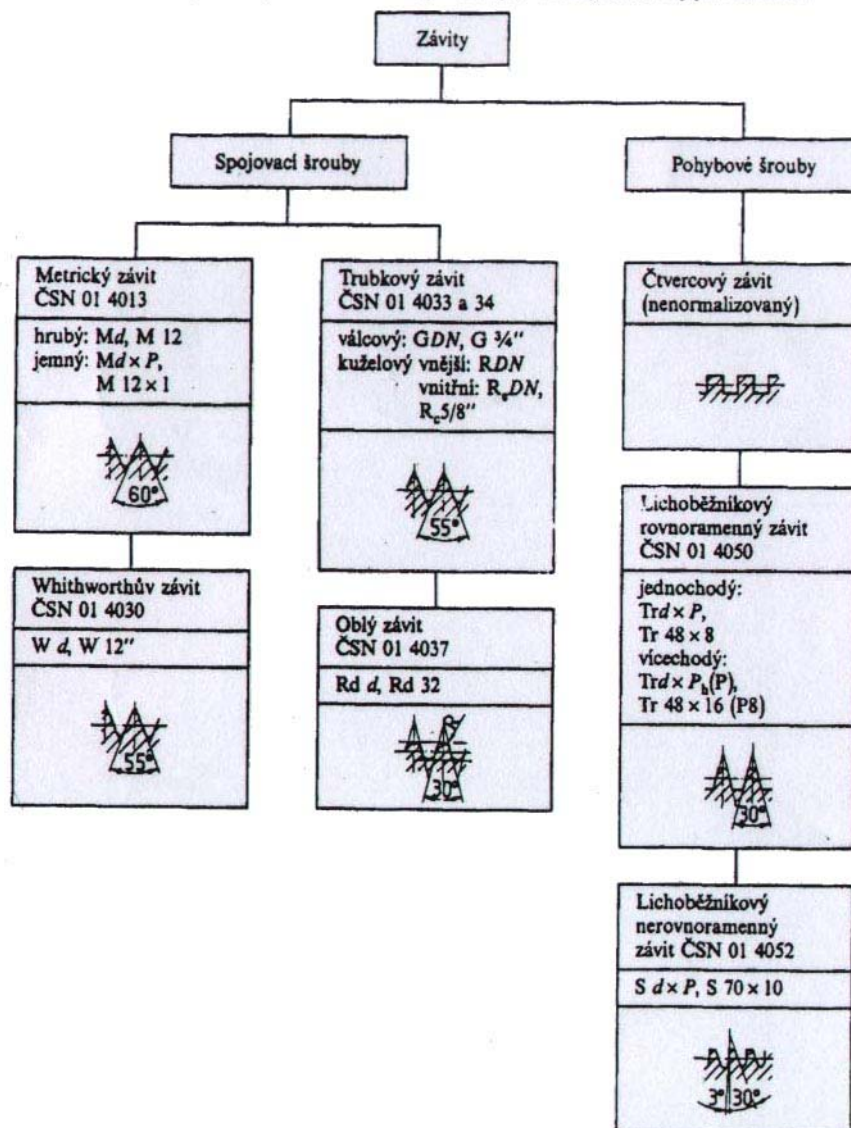
Výběr nejčastěji používaných druhů závitů

Nejčastěji se používá metrický se stoupáním 60°. U pohyblivých šroubů lichoběžníkový závit se stoupáním 30°.

Rozdělení šroubových spojů podle způsobu zatížení a namáhání



Rozdělení nejdůležitějších druhů závitů používaných ve strojírenství a jejich označení



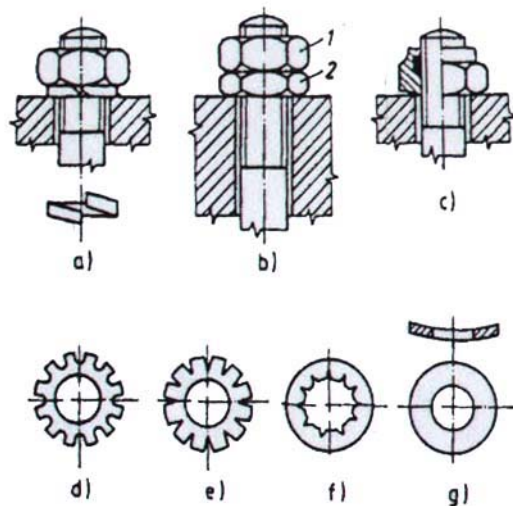
Pojištění šroubových spojů

Silným utažením šroubového spoje může dojít k trvalým (plastickým) deformacím celého spoje, které během provozu mohou pokračovat (dojde k otlacení stykových ploch), a tím se spoj uvolní. Může k němu též dojít otřesy a dynamickým namáháním spoje.

Proti ztrátě matice: závlačkou, pojistnou podložkou s nosem nebo jazýčkem, pojištění několika šroubů drátem a plombou, zásek kraje hlavy šroubu do spojovacího materiálu.

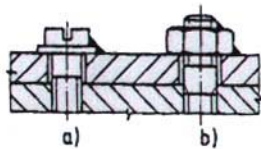
Proti uvolnění:

1. silovými či tvarovými pojistkami
2. materiálovým stykem – přivaření, pájení, zakápnutí lankem



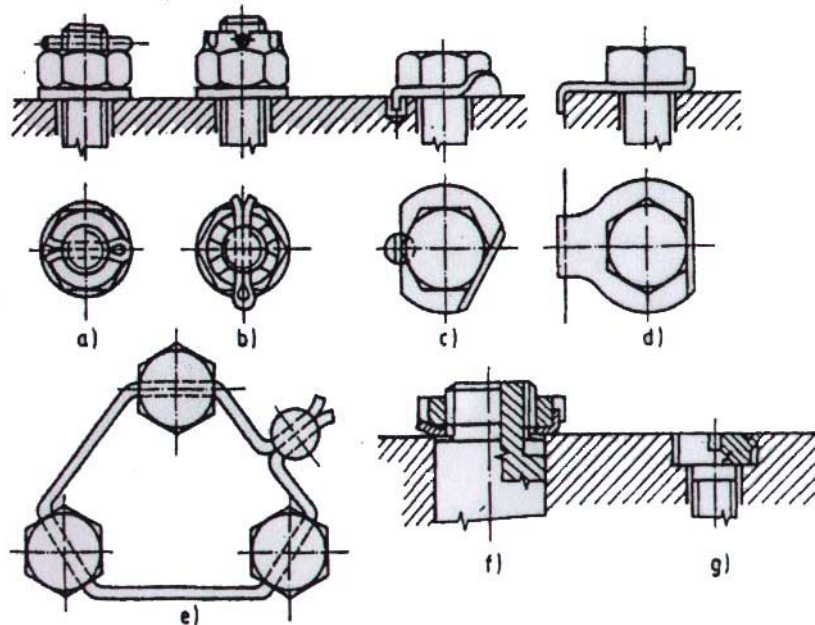
Obr. 7. Silová pojištění šroubů

a) pružnou podložkou (ČSN 02 1740 nebo 02 1741); b) dvěma maticemi: 1 – nosná matice (ISO 4032 nebo 4033), 2 – přítučná matice (ISO 4035); c) šestihrannou maticí samojistnou (ČSN 02 1492) se zalisovaným kroužkem z polyamidu; d) ozubená podložka (ČSN 02 1744); e) vějířová podložka s vnějším ozubením (ČSN 02 1745); f) vějířová podložka s vnitřním ozubením (ČSN 02 1746); g) pružná podložka prohnutá (ČSN 02 1733).



Obr. 8. Pojištění šroubů materiálovým stykem

a), b) přivařením, připájením, zakápnutím lakem; u malých šroubů lze hlavy a matice ke spojovanému materiálu přilepit.



Obr. 6. Tvarová pojištění šroubů

a) závlačkou, b) závlačkou a korunovou maticí, c) pojistnou podložkou s nosem, d) pojistnou podložkou s jazyčkem, e) pojištění několika šroubů drátem a plombou z olova nebo z plastu, f) pojištění hřídelové matice KM pojistnou podložkou MB, g) pojištění zásekem okraje hlavy šroubu do spojovaného materiálu.

Výpočet šroubů – silové poměry na šroubu

a) pro utahování: $F_{o1} = F \cdot \operatorname{tg} (\psi + \rho)$ kde $\operatorname{tg} \rho = \mu$

b) pro uvolňování: $F_{o2} = F \cdot \operatorname{tg} (\psi - \rho)$

Bez tření: $F_1 = F_o \cdot \operatorname{tg} \rho$

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{p}{\pi \cdot d_2}$$

Pro $\psi = \rho$ bude $F_{o2} = 0$, pro $\rho > \psi$ bude F_{o2} záporná. V těchto případech se šroub sám od sebe neuvolní (bez působení síly $-F_{o2}$), je tedy samosvorný.

Podmínka samosvornosti: $\psi > \rho$

Namáhání tahem

$$\sigma_t = \frac{F}{S} \leq \sigma_{Dt}$$

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

2. Kolíkové a čepové spoje

Charakteristika kolíkového spoje:

Kolíkový spoj představuje jednoduché spojení součástí tvarovým stykem. Síla se přenáší mezi spojovanými částmi tečným napětím nebo tlaky mezi stykovými plochami.

Charakteristika čepového spoje:

Jsou to válcové kolíky s větším $\varnothing$. Svým uložením s vůlí umožňují kloubové otočné spojení 2 součástí, nebo můžou nahradit krátký nosný hřídel u pojezdových kol nebo kladek. Většina čepů je normalizovaných.

Konstrukční zásady pro kolíky:

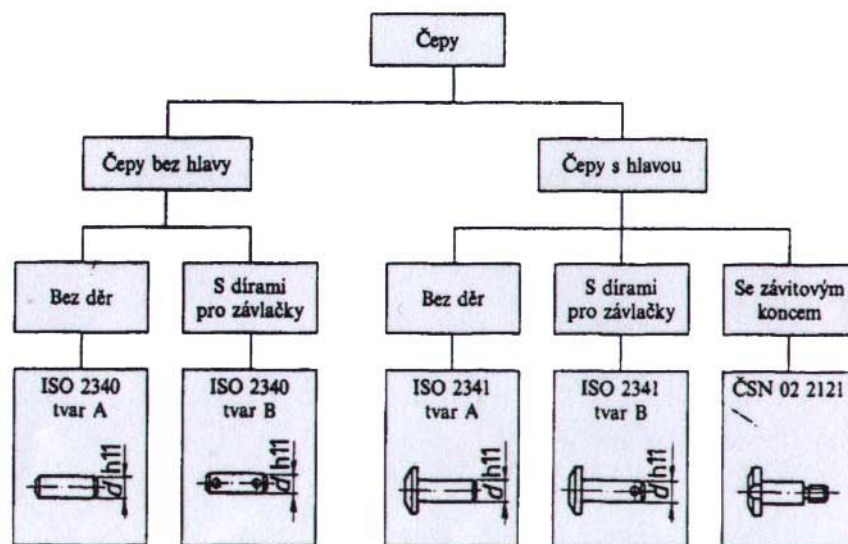
- Pro nekalené kolíky se používá nejčastěji atomová ocel 11 140
- Pro kalené kolíky oceli tř. 16 a 19
- Pro pružné kolíky ocel 11 700.4 či jiné mat. pro kalení
- Otvory pro válcový a kuželový kolík je nutné vystružit s tolerancí díry H7, otvory pro pružný a rýhovaný kolík jsou bez vystružení s tolerancí díry H12
- Pro otočné spojení se používá kolík s konci pro roznýtování s tol. h11

Konstrukční zásady pro čepy:

- Rozměry čepového spoje lze navrhnout z empirických vzorců.
- Mat. čepů je podobný jako u kolíků
- Mat. čepů volíme tvrdší než u vidlice a táhla
- Kalení a cementování použijeme, pokud vlivem velkých dynamických sil ve spoji vznikají velké tlaky ve stykových plochách
- Čep se pojišťuje proti osovému posuvu závlačkami nebo pojistnými kroužky, proti otlacení ve vidlici např. stavěcím šroubem

Rozdělení čepů:

1. bez hlav – bez děr nebo s dírami pro závlačky
2. s hlavou – bez děr nebo s dírami pro závlačky, nebo se závitovým koncem



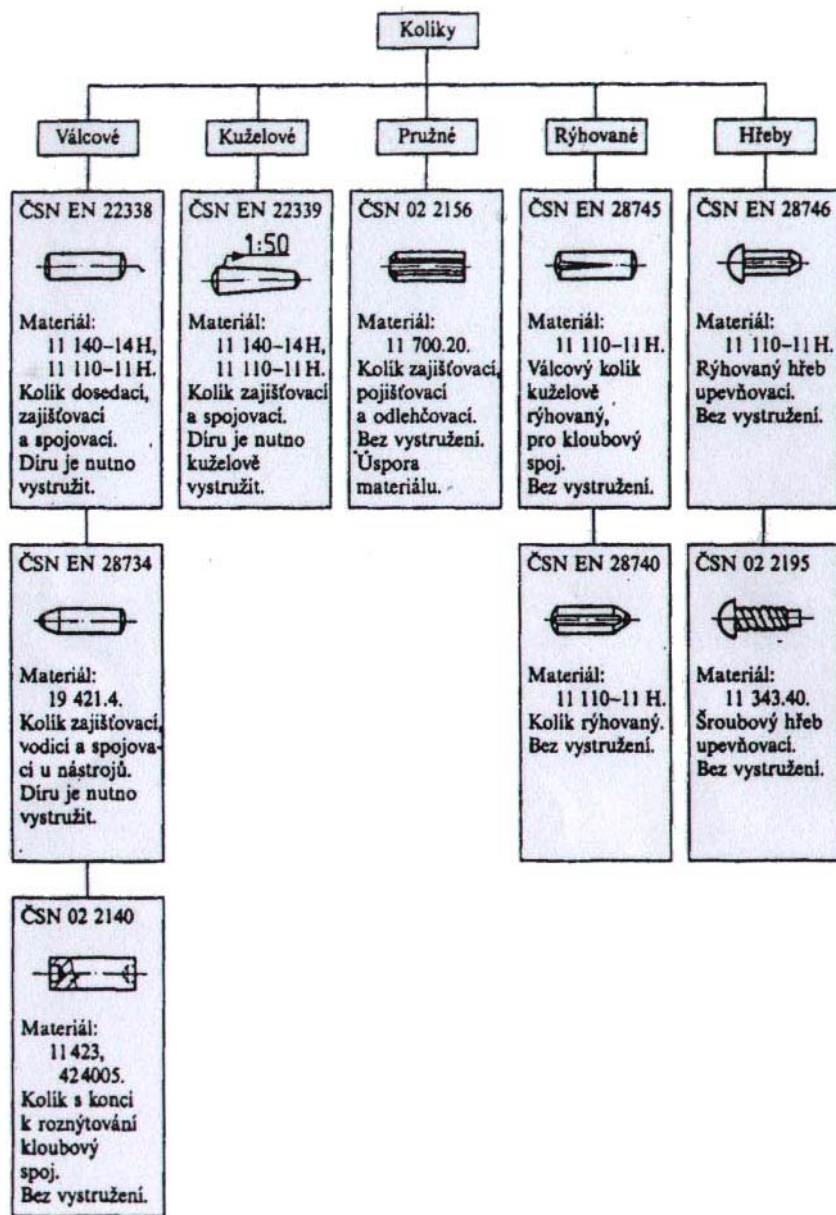
Použití kolíků:

Pojistit kolo na hřídeli, vymezení polohy spojovaných součástí, pojištění proti posunutí kloubové a otočné spojení 2 součástí.

Rozdělení kolíků:

válcové, kuželové, pružné, rýhované, hřeby

Rozdělení kolíků



Výpočet spojovacího kolíku:

$$\tau_s = \frac{F}{S_1} \leq \tau_{Dt}$$

$$S_1 = d \cdot l$$

$$F = \frac{2 \cdot M_k}{D}$$

$$P = \frac{F}{S_2} \leq p_D$$

$$S_2 = \frac{d}{2} \cdot l$$

Pojišťovacího kolíku:

$$\tau_s = \frac{F}{S_1} \leq \tau_{Dt}$$

$$S_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$P = \frac{F}{S_2} \leq p_D$$

$$S_2 = d \cdot b$$

Výpočet čepových spojů:

$$\sigma_o = \frac{M_{\max}}{W_o} \leq \sigma_{Do} \quad | \quad F_{rA} = F_{rB} = \frac{F}{2} \quad | \quad M_{\max} = F_{rA} \cdot c \quad | \quad c = \frac{a}{2} + \frac{b}{4}$$

$$M_{\max} = F_{rA} \cdot \frac{l}{2} = \frac{F \cdot l}{4} \quad | \quad l = b + a \quad | \quad p_1 = \frac{F}{S_1} \leq p_{D1}$$

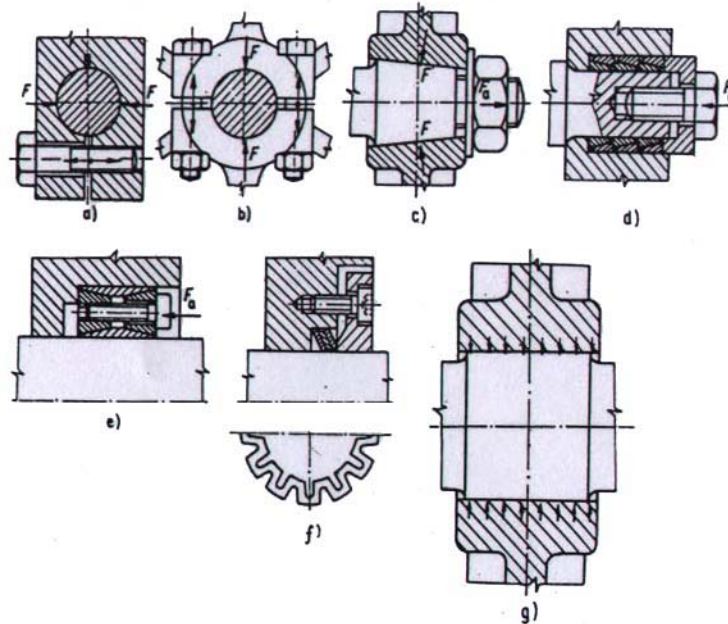
$$S_1 = b \cdot d \quad | \quad p_2 = \frac{F}{S_2} \leq p_{D2} \quad | \quad S_2 = 2 \cdot a \cdot d$$

3. Spojení hřídele s nábojem

Charakteristika:

Spoj hřídele s nábojem je v praxi velmi často řešený případ. Pod pojmem náboj si lze představit nejen ozubené kolo, řemenici, kotouč spojky, ale např. i vidlici nebo rám jízdního kola. Z hlediska způsobu přenosu momentů a sil mohou vzniknout spoje se silovým a tvarovým stykem. Při silovém styku se tento přenos uskutečňuje třením, u tvarového styku tlakem.

Spoje se silovým stykem:

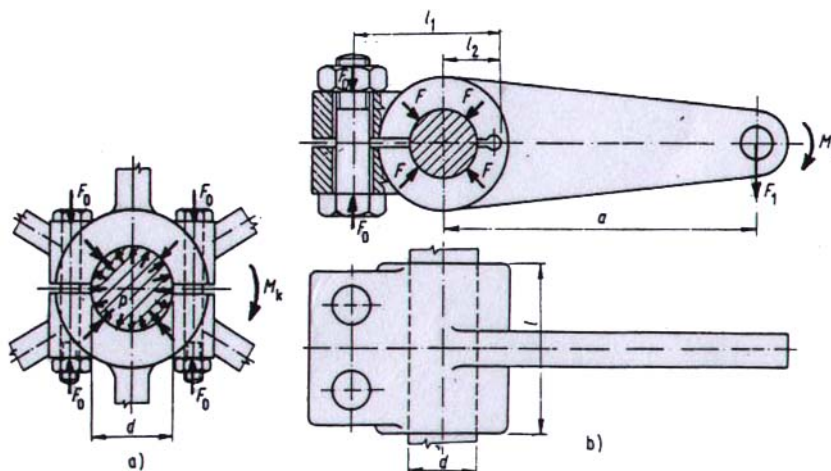


Spoje se silovým stykem

a) svěrný spoj šroubem s rozříznutým nábojem, b) svěrný spoj šroubem s děleným nábojem, c) svěrný spoj s kuželem, d) rozpěrný spoj pružnými upínacími kroužky, e) rozpěrný spoj upínacím pouzdrem, f) rozpěrný spoj hvězdicovými podložkami, g) tlakový spoj

Vzniká v tlakové spáře mezi spojovanými součástkami tlak který při přenášení momentů z náboje na hřídel nebo naopak způsobuje ve spáře svěrné síly a momenty opačného smyslu než vnější síly a momenty, které spoje namáhají.

- svěrný spoj se šroubem:



Provedení svěrných spojů šroubem a) s děleným nábojem, b) s rozříznutým nábojem

Konstrukčně je možno tyto spoje provést buď s dělením nebo s rozříznutým nábojem

Výpočet u děleného náboje:

$$p = \frac{i \cdot F_0}{d \cdot l} \leq p_D \quad F_0 = \frac{2 \cdot k_s \cdot M_k}{d \cdot i \cdot \pi \cdot v}$$

Výpočet u rozříznutého náboje:

$$p = \frac{i \cdot F_0 \cdot l_1}{d \cdot l \cdot l_2} \leq p_D \quad F_0 = \frac{2 \cdot k_s \cdot M_k \cdot l_2}{d \cdot i \cdot \pi \cdot v \cdot l_1}$$

- rozpěrný spoj s pružnými kroužky:

Pružné kroužky jsou rozpínací součásti pro silové spojení hřídelí s náboji v libovolném místě na hladkém hřídeli. Používá se 1 – 4 páry kuželových kroužků, vždy s vnějším a vnitřním kuželem. Tyto spoje jsou vhodné pro upevnění ozubených kol, setrvačníku, řemenic, řetězových kol, brzdových a spojkových kotoučů.

- svěrné spoje s kuželem:

Styčnou třecí plochou je kužel a k tření potřebný stykový tlak je vyvolán osovou silou ve šroubu. Pro přenos větších kroutících momentů je možno použít ještě těsné nebo kotoučové pero. Spoj lze použít na konci hřídele.

- tlakové spoje:

Jsou to spoje součástí vytvořené vzájemným stykovým tlakem jejich válcových nebo kuželovitých částí. Tlakové spoje se používají pro snadnou a levnou výrobu a široké použití. Hřídele nejsou zeslabeny drážkami, vnitřní a vnější díl jsou přesné a soustředné. Tlakovými spoji se ušetří materiál a zkrátí se výrobní čas.

Příklady použití: nákržky hřídelí, vnitřní kroužky valivých ložisek, náboje spojek, ozubená kola, ventilová sedla, atd.

Rozdělení: a) Tlakové spoje lisováním se provádějí lisu pomocí různých Přípravků. Čep musí mít na konci zaváděcí kužel.

b) Tlakové spojení smrštěním nebo roztažením jsou vojně složeny a po dosažení pracovní teploty vzniká mezi nimi potřebný tlak.

$$F_a < F_p = \pi \cdot D_T \cdot L_T \cdot p_T \cdot v$$

$$M_k < M_p = F_p \cdot 0,5 \cdot D_T$$

Spoje s tvarovým stykem:

- spoje s příčným kolíkem
- spoje pery: při spojení hřídele s nábojem pery tlačí boční stěny drážky na boční stěny pera a naopak
- drážkové spoje

Předepjaté spoje s tvarovým stykem:

Spojují přednosti tvarového spoje se silovým.

Spojení nalisováním a naražením

Spojení nalisováním tvoří jednoduché, a přitom pevné spojení. Patří mezi spojení silová. Přednostně se spojení používá pro spojování válcových funkčních ploch. Tyto plochy zaručují snadné dosažení přesahu a zároveň i rovnoměrné rozložení tlaku po celé ploše. Nalisovaná spojení jsou určena pro přenos axiálních sil, obvodových sil, kroutících momentů. Vlastní přenos vnějších sil se děje třením mezi funkčními plochami.

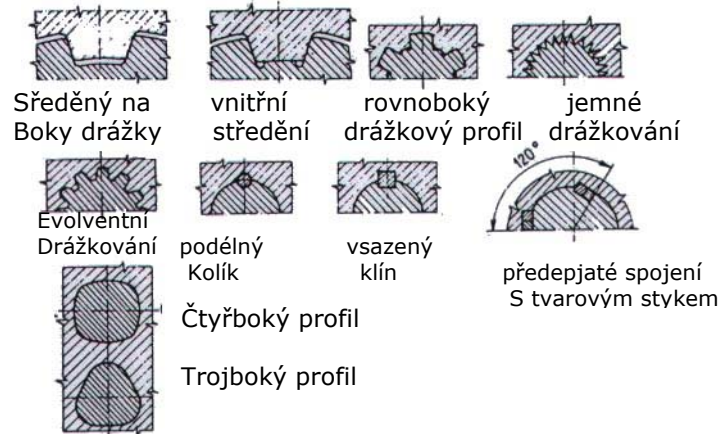
4. Klíny, pera a drážkové spojení

Spoje pery:

Při spojení hřídele s nábojem pery tlačí boční stěny drážky na boční stěny pera a naopak.

- Rozdělení:*
- a) těsná pera – nejpoužívanější
 - b) výměnná pera – pro posuvné náboje
 - c) kotoučový pera – pro přenos menších M_k , jsou levnější

Drážkové spoje:



Rovnoboký drážkový spoj: se používá pro střední a velké momenty při posuvném náboji např. ozubená kola v převodovce. Počet drážek 6-20.

Evolventní drážkový spoj: Se používá pro největší momenty při posuvném náboji. Používají se např. u lamelových třecích spojek.

Spoje s jemným drážkováním: 15-42 drážek. Umožňují přenos velkých M_k . Pro posuvný náboj je tento spoj nevhodný. Použití např. připojení volantů k hřídeli.

Spoje Klíny:

Používají se méně než pera mají úkos 1:100. Stejný úkos má i drážka. Výhodou spoje je pojištění proti osovému posunu. Může vzniknout nesouosost hřídele.

- a) klíny drážkové s nosem
- b) klíny vsazené
- c) klíny tangenciální

Spoje neokrouhlé:

Přenos středních a velkých M_k , samostředící, nevhodné pro přesuvné náboje, při zatížení jsou samosvorné.

Výpočet těsného a výměnného pera:

$$p = \frac{F}{S_2} \leq p_D \quad | \quad S_2 = t_1 \cdot l \quad | \quad \tau_s = \frac{F}{S_1} < \tau_{Ds} \quad | \quad S_1 = b \cdot l$$

Výpočet drážkového spoje:

$$p = \frac{F}{A \cdot l} \leq p_D \quad | \quad l = \frac{2M_k}{D_s \cdot p_D \cdot A} \quad | \quad D_s = \frac{D + d}{2}$$

5. Nýtové spoje a zvláštní spoje

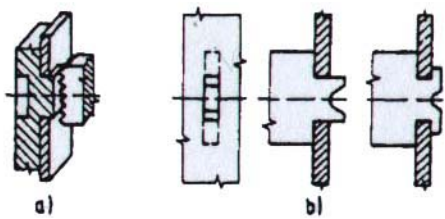
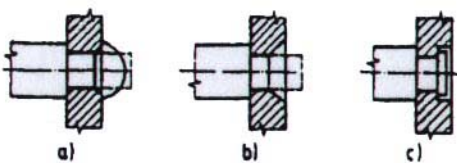
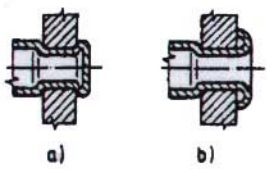
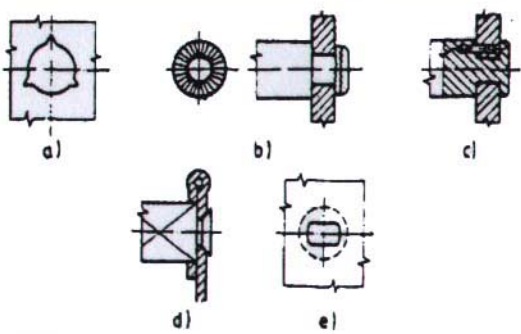
Charakteristika:

Nerozebíratelný spoj.

Přímé nýtování: spoj vzniká deformací konce jedné součásti vložené do druhé.

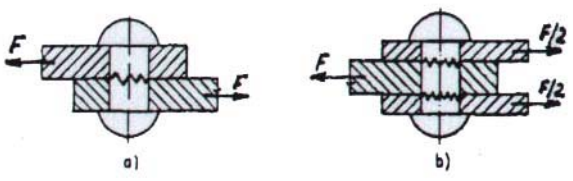
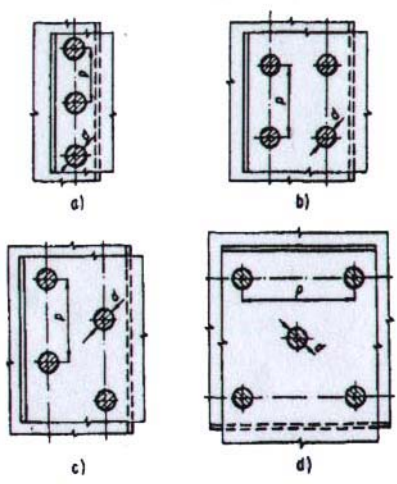
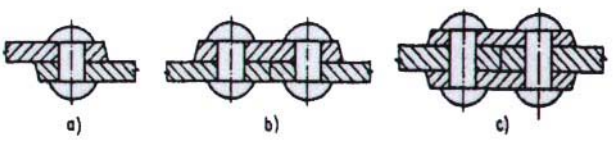
Použití: spojování menších součástí v elektrotechnice a jemné mechanice.

Příklady přímého nýtování

Druh	Provedení
Spoj plechu s plechem: a) překrytím, b) kolmo na sebe	
Spoj čepu s plechem – závěrná hlava: a) půlkulová, b) zápustná, c) plochá	
Spoj trubky s plechem: a) napěchováním, b) okroužením	
Zajištění čepu kruhového průřezu proti pootočení: a) třemi rýhami v díře, b) rýhovanou podložkou, c) válcovým kolíkem, d) hranolovitým osazením, e) dvěma rovinnými plochami	

Nepřímé nýtování: vzniká pomocí spojovací součásti – nýtů. Dnes je vytlačeno svařováním a lepením. V minulosti používalo u velkých ocelových konstrukcí a nádob a na spoje kovových a nekovových materiálů. Stále se používá v leteckém průmyslu. Nevýhodou je větší pracnost spoje oproti lepení, neboť je nutné vrtat otvory pro nýty.

Rozdělení nýtových spojů (neptímé nýtování)

Podle nebezpečných průřezů: a) jednostřížné, b) dvojstřížné	
Podle počtu nýtových řad: a) s 1 řadou nýtů, b) s 2 řadami nýtů, rovnoběžné, c) s 2 řadami nýtů, střídavé, d) s několika řadami nýtů	
Podle vzájemné polohy plechů: a) přesazné, b) s jednou stykovou deskou, c) se dvěma stykovými deskami	
Podle účelu nýtování: a) kotlové, tj. pevné a nepropustné, b) nepropustné (nádržkové), c) pevné (konstrukční)	Musi odolávat tlakům a těsnit; vhodné pro nádoby s vnitřním přetlakem (parní kotle a vysokotlaké potrubí) Pro nádoby na kapaliny a plyny bez přetlaku, pro potrubí velkých průměrů Pro ocelové konstrukce z válcovaných tyčí L, T, I, U, z pásů a plechů (jeřáby, mosty, stožáry)

Nýtování umožňuje spoje i v nepřístupných místech pomocí nýtu s trnem.

Konstrukční zásady:

- pro přímé a nepřímé nýtování je nutné volit materiál s dobrou tažností (11 300, hliník, měď)
- u nepřímého nýtování je nutné dodržet předepsaný $\varnothing$ předvrtaného otvoru pro nýt
- nýty musí být namáhány pouze smykem

Výpočet:

Počet nýtů pro přenesení síly F :

jednostřížné nýty: $F \leq n \cdot A \cdot \tau_{Ds} = (1/4) n \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau_{Ds}$,
 $F \leq n \cdot A_p \cdot p_D = n \cdot d \cdot s \cdot p_D$

dvojstřížné nýty $F \leq n \cdot 2A \cdot \tau_{Ds} = (1/2) n \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau_{Ds}$,
 $F \leq n \cdot A_p \cdot p_D = n \cdot d \cdot s \cdot p_D$

Druhy zvláštních spojů (obr. viz. papíry)

Spojení přehybem - obrubové

Spojení přehybem se používá nejčastěji ke spojování dutých válcových nebo válcově vytvarovaných součástí s kotoučovými deskami. Toto spojení je pevné a nerozebíratelné. Součásti jsou zajištěny jak proti axiálnímu, tak i radiálnímu posunutí. Mohou být pojištěny i proti otáčení.

V místě přehybu dochází k plastické deformaci. Aby se v místě přehybu netvořily trhliny, musí být materiál dostatečně měkký nebo se musí tepelně zpracovat např. žíháním. Nejčastěji se pro spojení používají hlubokotažné ocelové plechy.

Spojení promáčknutím - vrubové

Spojení promáčknutím se používá k pevnému a nerozebíratelnému spojení dvou do sebe nasunutých dílců. Spojení je vytvořeno plastickou deformací.

Rozpěrné spoje

Vzniká vzpříčením jedné součásti ve druhé. Plasticky se deformuje, nebo pružně.

Spojení lemováním

Spojení lemováním se používá zejména pro spojování plechových součástí. Před spojením se plechové dílce vytvarují ohýbáním na takový tvar, aby dílce do sebe zapadaly, a pak stlačením a následným přehybem spoj dotvarujeme. Vzniká pevné a nerozebíratelné spojení.

Spojení tmelením

Nerozebíratelné a tuhé spojení dvou dílců. Tvoří tmel výplň dutých prostorů. Tmelení se používá i k těsnění proti vnikání vlhkosti či prachu. Ke spojení dochází působením adhezních sil mezi dvěma součástmi.

6. Pájené spoje

Charakteristika:

Nerozebíratelný spoj materiálovým stykem pomocí přídavného roztaveného kovu – pájky. Spojení nastává prolínáním pájky do vnitřní struktury spojovaných materiálů a vytvoření slitiny ve styčných plochách. Pájet lze ocel, šedou litinu, barevné kovy, hliník..atd. Pájením se neporuší mechanické, elektrické, magnetické vlastnosti materiálu. K nevýhodám patří náročnost, provedení recyklace těchto spojů. Použití: výrobní a opravárenské procesy (elektrotechnika, jemná mech.), pájení slinutých karbidů.

Druhy spojů:

- a) na měkko – spoj plátováním plechů, trubky s vnějším kroužkem, tyče a trubky s plechy
- b) na tvrdo – trubka s koncovkou nebo uzávěrem, řídicí páka

Příklady pájených spojů

Spoje pájené na měkko		
Spoj plátováním plechů	Spoj podložený tupý	Spoj s přehybem
Trubky s vnějším kroužkem	Trubky s rozežnaným koncem jedné z trubek	Částečně rozežnaný konec jedné trubky
Tyče nebo trubky s plechy	Připojení konce kruhové tyče	Těsné uložení - axiální drážky umožňují zatečení pájky
Spoje pájené na tvrdo		
Trubka s koncovkou	Trubka s uzávěrem	Řídicí páka

Konstrukční zásady:

- spoj má mít malou tloušťku spáry
- spoj má mít co největší stykovou plochu
- pro spoje s menší pevností se použije měkká cínová pájka s tavící teplotou do 500°C
- pro spoje s větší pevností se použije tvrdé pájky, stříbrné a hliníkové, mosazné s tavící teplotou nad 500°C

Druhy pájek:

Měkké (tavící teplota do 500°C): slitiny cínu a olova + měď (188-320°C)

Tvrdé (tavící teplota nad 500°C): slitina mědi, zinku, stříbra + nikl, křemík (680-920°C)

Výpočet:

$$\sigma_t = \frac{F}{S_1} \leq \sigma_D$$

$$S_1 = b \cdot s$$

$$\tau_s = \frac{F}{S_2} \leq \tau_D$$

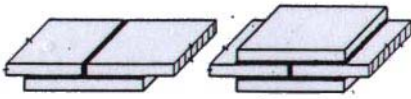
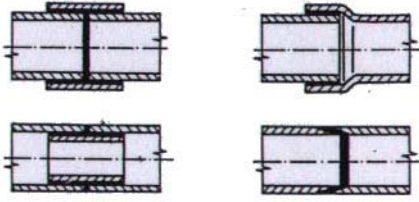
$$S_2 = b \cdot a$$

7. Lepené spoje

Charakteristika:

Nerozebíratelný spoj materiálním stykem. Vzniká pomocí přilnavosti, kdy lepidlo pronikne do pórů a nerovností povrchu. Po zatuhnutí se vytvoří spoj. Lze použít pro všechny kovové i nekovové materiály. Význam má tam kde se nedá použít svařování, nýtování nebo pájení a kde nepůsobí velká zatížení. *Výhodou* je těsnost, docílení hladkých povrchů, použití jako elektrický izolant. *Nevýhodou* je použití pro vyšší teploty a agresivním prostředí, některá lepidla stárnou.

Příklady lepených spojů

Druh	Provedení
<i>Lemový spoj</i> tenkých plechů má velkou plochu, zajišťuje polohu spojovaných částí	
<i>Podložený spoj</i> plechů se stykovou deskou má vyšší pevnost - na okraji se neloupe	
<i>Zkosný spoj</i> vhodný pro lepení tlustších plechů, drahý	
<i>Drážkový spoj</i> tlustších plechů zabráňuje loupání, přesně ustavuje vzájemnou polohu	
<i>Spojování trubek</i> vnější nebo vnitřní spojkou podle požadavku hladkosti povrchu, rozehnutý konec jedné trubky nebo kuželovité osazení	

Použití:

- Lepení pouzder u ložisek
- Výroba měřidel
- Lepení obložení na kotouče spojek a brzd
- Lepení plastů, skla

Lepidla:

Jednosložková:

- kožní nebo kostní klič
- kaučukové lepidlo
- nitrocelulózové tmely

Dvousložková:

- pryskyřice – dle tuhnutí : a) za normální teploty
b) za zvýšené teploty
c) za zvýšené teploty a tlaku

Konstrukční zásady:

- Malá tloušťka spáry (větší tloušťka spáry zmenšuje pevnost spoje)
- Spoj má mít co největší stykovou plochu
- Pro lepení kovů jsou vhodná epoxidová lepidla
- Pro lepení nekovových mat. lepidla na bázi syntetických kaučuků
- Pevnost spoje závisí na lepidle a na lepeném materiálu

Výpočet:

$$\tau_s = \frac{F}{S_2} \leq \tau_D$$

$$S_2 = b \cdot a$$

8. Svarové spoje

Charakteristika:

Nerozebíratelný spoj materiálovým stykem s použitím pro kovy a plasty. Obtížně se svařuje šedá litina.

Rozdělení:

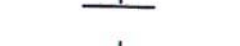
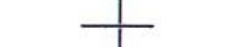
Svarový spoj tavný – dochází k natavení svařovaných materiálů a přídavného mat.(ocelový drát), nebo el. odporem (elektroda).

Svarový spoj tlakový – mat. se ohřeje do plastického stavu a tlakem se spojí. Např. karoserie automobilů

Výhody pro všechny: kvalita svarů, možnost použití i mimo výrobní závod, malá hmotnost svařenců oproti odlitkům, levnější výroba

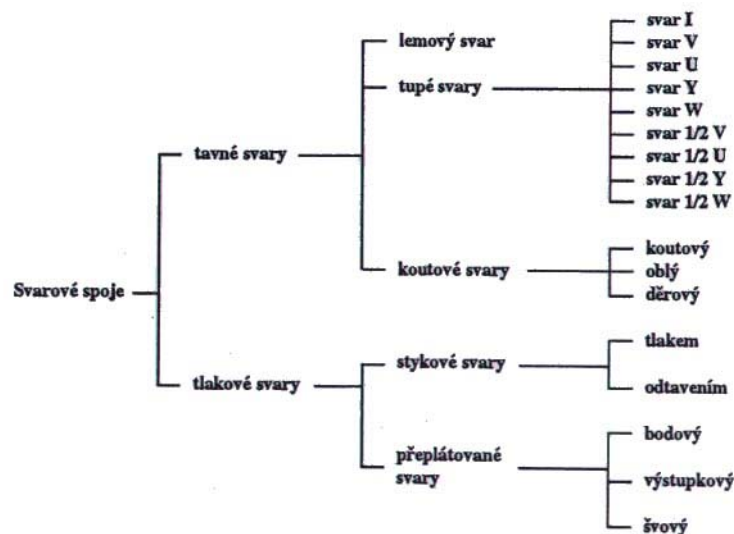
Nevýhody: tuhost a nepoddajnost spoje, prnutí a deformace mat. vlivem zahřátí, odlišná svařitelnost materiálu, potřebná kvalifikace pracovníků

Druhy styku spojovaných součástí

Tupý	Součásti leží v jedné rovině	
Překládaný	Součásti leží konci přes sebe	
Rovnoběžný	Součásti leží celou šířkou na sobě	
Kolmý	Jedna součást stojí kolmo na druhou	
Křížový	Dvě součásti stojí kolmo na třetí	
Rohový	Dvě součásti se stýkají svými konci pod libovolným úhlem	
Vícenásobný	Tři nebo více součástí se stýkají najednou svými konci	

Rozdělení a druhy svarů

Rozdělení svarových spojů



Konstrukční zásady pro svařence:

- Svařitelnost je dána obsahem uhlíku do 0,25%. Pro oceli nad 0,5% uhlíku se svařování nedoporučuje.
- U složitějších svařenců se předepisuje žíhání na odstranění vnitřního pnutí
- Svařence se obrábějí až po svaření
- Není správné hromadit svary na jednom místě – zvyšuje možnost vzniku pnutí a deformací

Výpočet:

Koutové svary:

$$\tau_{\perp} = \frac{F_{\perp}}{S} \leq \tau_{Dsv}$$

$$W_k = 0,2 \cdot \frac{D^3 - d^3}{D}$$

$$S = a \cdot l$$

$$a = 0,7 \cdot t$$

$$l = l' - 1,5 \cdot t$$

$$D = d + 2 \cdot a$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{F_{\parallel}}{S} \leq \tau_{Dsv}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{Dsv}$$

Tupé svary:

$$\sigma_{\perp} = \frac{F_{\perp}}{s \cdot l} \leq \sigma_{Dsv}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{F_{\parallel}}{s \cdot l} \leq \tau_{Dsv}$$

$$l = l' - 1,5 \cdot s$$

9. Součásti pro akumulaci energie - pružiny

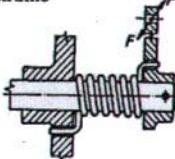
Charakteristika:

Pružiny se řadí mezi strojní součásti pro akumulaci energii, k nimž patří i závaží, setrvačníky, kyvadla. Pružiny dále zachycují a tlumí rázy, zajišťují vratné pohyby a rovnováhu sil. Používají se u dopravních prostředků, tvářecích nástrojů, přípravků, měřících přístrojů atd..

Dle materiálu, tvaru a namáhání lze rozdělit na:

- kovové namáhané ohybem – listové, šroubovitě zkrutné, spirálové
- kovové namáhané krutem – šroubovitě válcové a kuželové, zkrutné tyče
- kovové namáhané kombinovaně – talířové, kroužkové
- nekovové – pryžové, plastové
- zvláštní – pneumatické a hydro-pneumatické (pružícím médiem je plyn a kapalina) např. v automobily Citroen, autobusy...

Namáhání jednotlivých druhů pružin pro různá zatížení

Zatížení pružiny	Namáhání materiálu na		
	krut	ohyb	tah a/nebo tlak
Kroutícím momentem	Zkrutné tyče 	Spirálové pružiny  Šroubovitě zkrutné 	
Ohybovým momentem		Listové pružiny a pružnice 	
Tažnou, silou	Šroubovitě pružiny tažné 		
Tlačnou silou	Šroubovitě pružiny tlačné 		Talířové pružiny  Kroužkové pružiny 

Konstrukční zásady kovových pružin:

- nepoužívanější z uhlíkové a slitinové oceli, bronz, mosaz
- (viz obrázek) u progresivní charakteristiky deformace s rostoucím zatížením se zmenšuje, u degresivní naopak. U lineární je deformace přímo úměrná zatížení

Zobrazování pružin

Název pružiny			Název pružiny		
Souhrnné vyobrazení			Souhrnné vyobrazení		
v pohledu	v řezu	schematické	v pohledu	v řezu	schematické
Pružina šroubovitá, válcová, tlačná (s kruhovým průřezem předvýrobku)			Pružina šroubovitá, válcová, tlačná (s pravoúhlým průřezem předvýrobku)		
					
Pružina šroubovitá, válcová, tažná (s kruhovým průřezem předvýrobku)			Pružina šroubovitá, válcová, zkrutná (s kruhovým průřezem předvýrobku)		
					
Pružina šroubovitá, kuželová, tlačná (s pravoúhlým průřezem předvýrobku)			Pružina talířová samostatně a v sadě		
					
Pružina listová složená s oky a opaskem			Pružina spirálová plochá		
					

Výpočet:

Výpočet listové pružiny namáhané ohybem:

$$\sigma_o = \frac{M_{o \max}}{W_o} \leq \sigma_{Do}$$

$$M_{o \max} = F \cdot a$$

$$W_o = \frac{i \cdot b \cdot h^2}{6}$$

Výpočet šroubové pružiny namáhané krutem:

V diagramu jsou jednotlivé stavy pružiny označeny u rozměrů a sil indexy. Předpružený stav vznikne po montáži pružiny. Mezní stav by neměl nastat, mezi závity má být vždy minimální vůle $v_{\min}$.

- 0 ... volný
- 1 ... předpružený
- 2 ÷ 7 ... pracovní
- 8 ... plně zatížený
- 9 ... mezní (závity na sebe dosedají)

Pracovní diagram vyjadřuje tuhost pružiny:

$$C = \frac{F_1}{y_1} = \frac{F_8}{y_8} = \frac{F_8 - F_1}{h}$$

Postup při návrhu válcové šroubovitě tlačné pružiny:

a) Některé hodnoty jsou zadané, nebo je volíme. Pomůckou může být poměr vinutí i :

$$i = \frac{D}{d} = 4 \div 16 \text{ pro } d \leq 11,8 \text{ mm}$$

$$i = 4 \div 12 \text{ pro } d > 11,8 \text{ mm}$$

Střední průměr pružiny může být vymezen pracovním prostorem pro pružinu, např. trnem, na který je nasazena. Podle funkce mechanismu, jehož je pružina součástí, je zpravidla určen zdvih h a síla předpružení F_1 .

b) Stlačení při předpružení lze volit podle zdvihu:

$$y_1 = (2 \div 5) \cdot h$$

c) Stlačení plně zatížené pružiny:

$$y_8 = y_1 + h$$

d) Síla plně zatížené pružiny:

$$\frac{F_1}{y_1} = \frac{F_8}{y_8} \Rightarrow F_8 = F_1 \cdot \frac{y_8}{y_1}$$

e) Průměr drátu pružiny se určí ze základní pevnostní rovnice pro krut:

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{Dk}$$

$$M_k = F_8 \cdot \frac{D}{2}$$

$$W_k = 0,2 \cdot d^3$$

$$\frac{F_8 \cdot \frac{D}{2}}{0,2 \cdot d^3} = \tau_{Dk} \Rightarrow d_{\text{teor}} = \sqrt[3]{\frac{F_8 \cdot D}{0,4 \cdot \tau_{Dk}}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{F_8 \cdot D \cdot K}{0,4 \cdot \tau_{Dk}}}$$

$$K = \frac{i + 0,2}{i - 1} \quad i = \frac{D}{d}$$

f) Potřebný počet činných závitů:

$$n = \frac{y_8 \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot F_8 \cdot D^3}$$

g) Celkový počet závitů

$$z = n + n_z$$

h) Vůle mezi závity:

$$v_0 \cong 0,3 \cdot d$$

$$v_{\min} = 0,1 \cdot d$$

i) Délka volné pružiny:

$$l_0 = l_8 + h + y_1$$

$$l_8 = l_9 + (z - 1) \cdot v_{\min}$$

$$l_9 = z \cdot d$$

10. Hřídele a hřídelové čepy

Nosné hřídele: Pevně uchyceny k rámu stroje a otáčí se na nich součásti např. kladky, kola u vagónu

Hybné hřídele: Vždy otočné, přenáší kroutící moment. Na nich jsou upevněny strojní součásti (ozubená kola, řemenice, atd..) nebo spojují navazující mechanismy. Dle funkce mají i názvy – spojovací, hnací a hnaná, předlohová

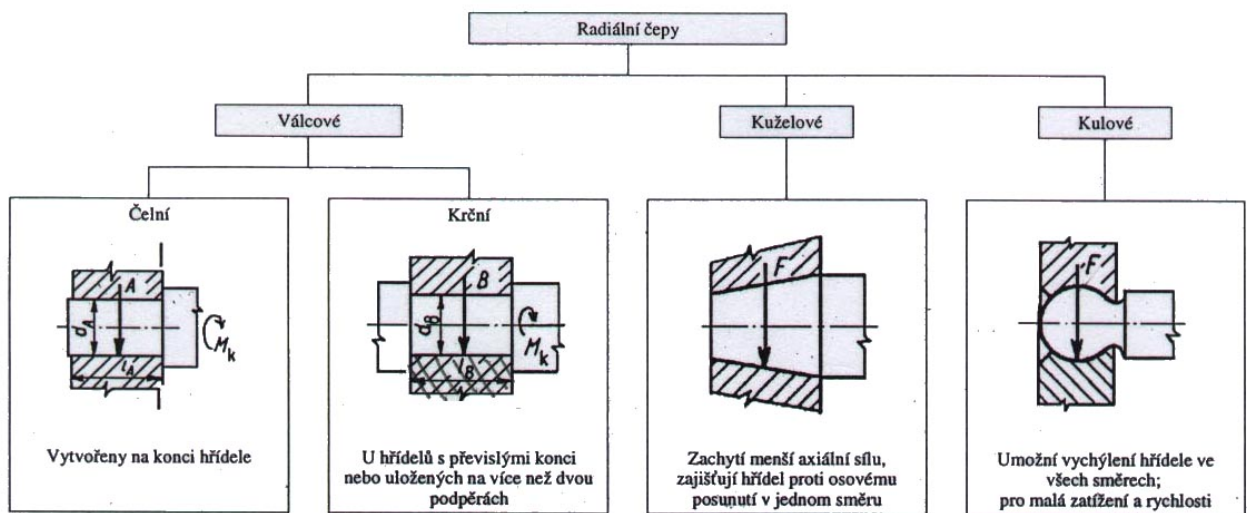
Hřídelové čepy: Jsou části hřídelí uložené v ložiskách. Dle tvaru jsou nejpoužívanější válcové čelní, krční, kulové

Radiální a axiální čepy:

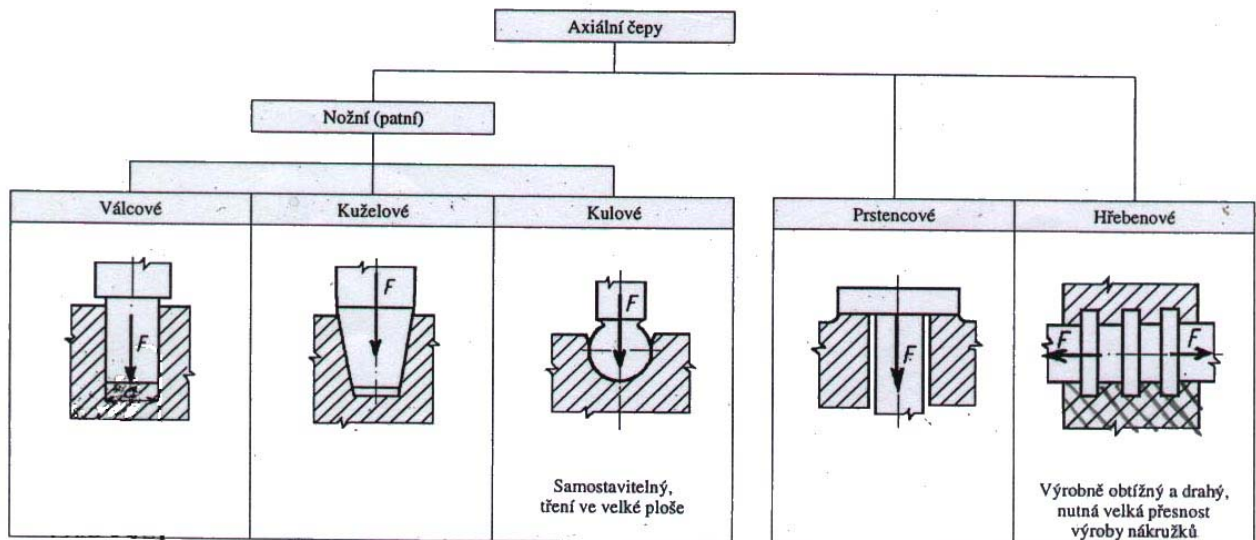
Axiální: Namáhán na tlak a na otláčení

Radiální: Namáhán na ohyb a otláčení

Rozdělení radiálních čepů



Rozdělení axiálních čepů



Konstrukční zásady hřídelí:

Volba materiálu závisí na zatížení a odolnost proti únavě.

Používané materiály pro hřídele:

Požadavky na hřídel	Používané materiály	Příklady použití
převažující statické zatížení	11 500, 11 600	elektromotory, průmyslové převodovky
převažující dynamické zatížení	oceli pro zušlechťování a povrchové kalení - 12 060, 14 240, 16 240	hřídele pístových a obráběcích strojů, kalené hřídelové čepy, kalené povrchy hřídelí pro spoje nalisováním
nejvíce namáhané, vysoká bezpečnost	oceli pro zušlechťování - 16 440	letecké motory, hřídele velkých rozměrů
tvrdý povrch	oceli na cementování a kalení - 14 220, 16 220	drážkové a vačkové hřídele

Výpočet:

Výpočet nosného hřídele

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do}$$

$$W_o = 0,1 \cdot d^3$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_o}{0,1 \cdot \sigma_{Do}}}$$

Radiální čepy

$$\sigma_o = \frac{M_{oA}}{W_{oA}} \leq \sigma_{Do}$$

$$d_A \geq \sqrt[3]{\frac{32 M_{oA}}{\pi \cdot \sigma_{Do}}} \quad M_{oA} = A \cdot \frac{l_A}{2}$$

$$d_A \geq \sqrt[3]{\frac{16 A \cdot l_A}{\pi \cdot \sigma_{Do}}}$$

$$d_A \geq \sqrt{\frac{16 A \cdot l_A}{\pi \cdot \sigma_{Do}}}$$

$$p = \frac{A}{d_A \cdot l_A} \leq p_{Do}$$

11. Kluzná ložiska

Charakteristika:

Umožňují otočné uložení čepů a hřídelí, zachycují působící radiální a axiální síly a přenáší tyto síly na ostatní části mechanismu nebo stroje. Mezi ložiskem a hřídelí vzniká kluzné tření, které způsobuje opotřebení součástí a ztráty energie. Na velikost tření má vliv tlak v ložisku, materiál ložiska a hřídele, kvalita povrchu, obvodová rychlost, provozní teplota. Tření lze ovlivnit vhodnou konstrukcí a mazáním. Dle směru síly, kterou zachycují, jsou radiální nebo axiální.

Výhody oproti valivým:

- jednoduchá montáž
- menší vnější Ø
- klidný a tichý chod
- snese i rázovitá zatížení
- některá ložiska jsou bez mazání

Nevýhody oproti valivým:

- přesná výroba
- větší délka ložiska
- větší nároky na údržbu
- větší spotřeba maziva
- méně vhodné pro přerušovaný chod

Konstrukční zásady

Vůle v ložisku umožní vytvoření vrstvy maziva (film). Velká vůle zlepší mazání, zhorší únosnost. Drsnost povrchu je $R_a = 0,4 - 0,8$.

Materiály ložisek:

Vzhledem ke snadnější výměně ložiska je vhodné aby hřídelový čep měl tvrdší povrch. Pro hřídele volíme mat. s vyšším obsahem uhlíku. Požadavky na materiál ložisek je: odolnost proti zadírání a opotřebení, velká zatížitelnost, korozivzdornost, dobrá tepelná vodivost a malá teplotní roztažnost.

materiály: kompozice, slitiny mědi nebo hliníku, spekané kovy, šedá litina, plasty, pryž

a) Konstrukční zásady radiálních ložisek:

Konstrukčně jsou pouzdra a pánve řešeny jako:

- jednovrstvé tenkostěnné
- jednovrstvé tlustostěnné
- dvouvrstvé (bimetalické)
- vícevrstvé – nový moderní typ ložiska
- existují i tzv. segmentová ložiska (pro velké obvodové rychlosti)

b) Konstrukční zásady axiálních ložisek:

- menší uplatnění vzhledem k malé únosnosti
- kombinují se s radiálními ložisky
- jsou provedena jako patní nebo prstencová

Mazání a tření ložisek:

Mazáním se snižuje tření a odvádí teplo. Tři druhy kluzného tření – suché, polosuché a kapalné.

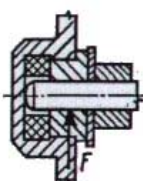
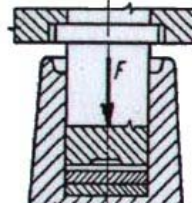
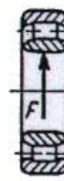
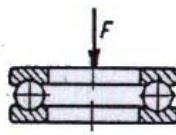
Tření se projevuje třecí silou F_t , nebo třecím momentem M_t . F_t lze vyjádřit pomocí Coulombova zákona.

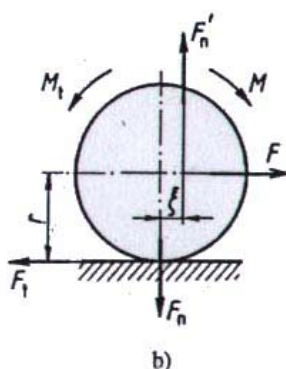
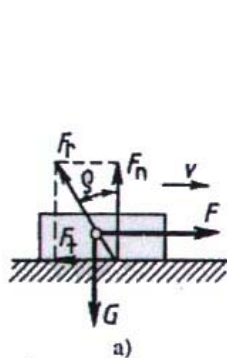
$$F_t = \mu \cdot F_n$$

Kde F_n je přítláčná síla, kolmá třecím plochám a součinitel tření $\mu = \tan \rho$ (ρ je třecí úhel)

Kluzné tření a valivý odpor

Rozdělení ložisek

Druh tření	Druh zatížení	
	<i>radiální</i> síla působí kolmo k ose	<i>axiální</i> síla působí ve směru osy
Kluzné čep se přímo stýká s pánví v ploše		
Valivý odpor mezi čepem a tělesem jsou valivá tělesa - styk bodový nebo přímkový		



Obr. 108. Druhy tření
a) kluzné, b) valivé

Pro třecí moment $M_t = \xi \cdot F_n = F \cdot r$, kde ξ je rameno valivého odporu

Výpočet:

Postup při návrhu kluzného radiálního ložiska:

$$\lambda = \frac{l}{d} \Rightarrow l = \lambda \cdot d$$

kontrola otláčení:

$$p = \frac{F}{S} \leq p_D$$

kontrola oteplení:

$$p \cdot v = (p \cdot v)_D$$

$$v = \pi \cdot d \cdot n$$

12. Valivá ložiska

Charakteristika:

Mají větší uplatnění než kluzná. Smykové tření je u nich nahrazeno valivým třením valivých tělísek, které mají tvar koule, válce, kužele, jehly, soudečku. Vzniká zde smykové tření mezi tělísky a klecí. Klec udržuje tělíska v požadované poloze na drahách kroužků.

Výhody oproti kluzným:

- menší tření, větší účinnost
- menší délka ložiska
- většina typů zachycuje i axiální síly
- odolnější proti zadření
- menší nároky na údržbu
- umožňují vysoké otáčky

Nevýhody oproti kluzným:

- hůře snáší rázy
- větší vnější Ø
- při vyšších otáčkách mohou být hlučnější

Konstrukční zásady:

- Volba druhu ložiska:

- velikost zatížení
- směr působení axiální síly
- potřeba tuhosti hřídele
- požadavek snadné demontáže
- přesnost uložení hřídelí

- Tolerance:

- správná volba tolerance má význam pro životnost ložiska
- pro hřídele se volí j6, k6
- vnější kroužek nehybný J7, K7
- posuvný vnější kroužek z důvodu tepelné roztažnosti hřídele H7, H8

- Axiální pojištění kroužků ložiska:

Obvykle axiální sílu zachycuje pouzdro jednoho z ložisek.

- Mazání a těsnění:

Mazání je nutné, uplatní se mezi klecí a valivými tělísky, odvod tepla, ochrana proti korozi. Mazání tukem pro snadnější těsnění hřídele, pro nižší provozní teploty, pro zabránění přístupu nečistot. Mazání olejem se používá v uzavřené a utěsněné skříni. Těsnící kroužky s přiřazením k Ø hřídelí jsou v ST.

Utěšňování rotujících součástí:

Nevhodným utěsněním dochází k ztrátám maziva a následného zadření.

a) *bezdotyková* – využívá těsnící schopnosti úzké spáry, nedojde k opotřebení vlivem tření, vhodné pro vysoké otáčky a teploty (štěrbínová, labyrintová).

b) *dotyková* – těsnící účinek vyvolán pružným přitlačením těsnícího prvku k těsnící ploše, vhodnost těsnění závisí na jakosti proti součásti a obvodové rychlosti. (GUFERO, plstěný kroužek).

c) *kombinované* – zvýšený účinek se dosáhne kombinací a) + b)

Rozdělení a použití valivých ložisek

Druhy valivých ložisek

Konstrukční tvar a rozměry pro zobrazení	Popis - provozní poměry	Konstrukční tvar a rozměry pro zobrazení	Popis - provozní poměry
	Kuličková ložiska jednořadá jsou nejrozšířenější a nejlevnější. Oba kroužky mají poměrně hluboké oběžné dráhy. Optimální velikost kuliček v daném profilu je dosaženo značné únosnosti jak v radiálním, tak axiálním směru. Nesmí být však $F_a > 0,5 C_{0r}$, u lehkých řad $F_a > 0,25 C_{0r}$. Ložiska mohou pracovat při vysokých otáčkách. Vyznačují se souosostí čepu a ložiskového tělesa. Přípustné naklonění max. 10°. Dodávají se i ve zvláštních provedeních: s krycím plechem jednostranným (označení Z) a oboustranným (označení ZZ), s plastickým těsněním jednostranným (RS) a oboustranným (2RS), s drážkou na vnějším kroužku pro pojistný kroužek (doplňkové označení N). ČSN 02 4630 (ISO 15): typy 618, 619, 160, 60, 62, 63, 64. Použití: ve všech průmyslových oborech		Jehlová ložiska jednořadá se vyznačují malou stavební výškou, vysokou přesností a tuhostí. Vyrábějí se buď s kleci, nebo bez ní. Ložiska bez klece (V) mají plný počet jehlových válečků a v důsledku toho vyšší únosnost, ale nižší mezni otáčky v porovnání s ložisky s klecí. Ložiska se používají hlavně pro nízké otáčky nebo na kyvarý pohyb. Jsou vhodné i pro nárazové zatížení (uložení píštěl a ojnících žepů). Pro zmenšení stavební výšky lze vypustit jeden nebo oba kroužky. Uložné plochy na hřídeli a v tělese pak musí být kaleny a pečlivě obrobena. Přípustný úhel naklonění max. 6°. ČSN 02 4680: typy NA 48, NA 49, NA 40, RNA 48, RNA 49, RNA 40
	Kuličková ložiska jednořadá s kosohřístým stykem mají oběžné dráhy v takové poloze, že spojnice jejich stykových bodů s kuličkami svírá s kolmíci na osu ložiska ostrý úhel α (stykový úhel). Mohou zachycovat radiální zatížení současně s relativně velkými axiálními silami v jednom směru. Proto se ložiska montují ve dvojicích proti sobě pokud možno co nejbližší u sebe. Vhodná provozní vůle, popř. předpětí dvojice, se seřizuje při montáži. Mírné předpětí v axiálním směru značně zvýší přesnost a tuhost uložení. Pro zachycení větších axiálních sil se používá $\alpha = 26^\circ$ až 40°. Ložiska montovaná ve dvojicích jsou značně citlivá na vzájemnou nesouosost ložiskových kroužků. ČSN 02 4645 (ISO 15): typy 719, 70, 72, 73. Použití: velmi přesná uložení u vybrušovaných vřeten, pracovních vřeten obráběcích strojů, u přístrojů apod.		Soudečková ložiska dvouřadá mohou přenášet velká radiální a současně působící i axiální zatížení v obou směrech. Mají dvě řady soudečků se společnou kulovou dráhou na vnějším kroužku. Tato konstrukce umožňuje vzájemné naklonění kroužků a ložiska jsou proto vhodná pro velká zatížení při nesouosostech v uložení a při průhybech hřídele. Přípustné naklonění u typů 222, 230, 231, 239 je $1^\circ 30'$, u typu 223 - 2°, u typu 232 - $2^\circ 30'$. Ložiska se vyrábějí s válcovou i kuželovou dírou a jsou nerozebiratelná. ČSN 02 4705 (ISO 15): Typy 230, 240, 231, 241, 222, 232, 223
	Kuličková ložiska dvouřadá s kosohřístým stykem mají malou vnitřní vůli a mohou přenášet značné axiální síly v obou směrech. Spojnice stykových bodů oběžných dráh s kuličkami se protínají s hlavní osou mimo ložiska ($\alpha = 32^\circ$), proto tato ložiska mohou zachycovat kloubové momenty v axiální rovině. Pro uložení otočné soustavy pak stačí při nedostatku místa jen jedno ložisko. Se zřetelem na malou vnitřní vůli je výhodné ukládat vnitřní kroužky na čepu s menším přesahem. Ložiska jsou velmi náročná na souosost a tuhost uložení a nedovolují výkyv hřídele. ČSN 02 4665 (ISO 15): typ 32, 33. Použití: např. pro uložení kladek, vložených ozubených kol, pojízdných kol apod.		Kuželková ložiska jednořadá jsou vhodná k zachycení současně působících velkých radiálních a axiálních sil. Axiální zatížitelnost vzrůstá s velikostí úhlu α. Protože samostatné ložisko může přenášet axiální zatížení pouze v jednom směru, montují se kuželková ložiska ve dvojicích obvykle proti sobě a seřizují se tak, aby měla po dosažení provozní teploty nezatíženou osovou vůli (řádové setiny mm). Ložiska sdružená do dvojice se používají, je-li zatížení pro jedno ložisko příliš vysoké, nebo má-li dvojice zachycovat axiální síly v obou směrech. Úpravou - modifikací stykových ploch oběžných dráh (popř. kuželů) se omezuje vznik hranového napětí. Uložné plochy pro kuželková ložiska musí být souosé a přípustná naklonitelnost je při malém zatížení ($F_r < 0,1 C_{0r}$) max. $1,5^\circ$, při velkém zatížení ($F_r > 0,1 C_{0r}$) 2° až 4°. Ložiska jsou vhodná pro uložení kratších hřídel ve dvou ložiskách, např. v automobilech, obráběcích strojích apod. ČSN 02 4720: typy 329, 320, 330, 331, 302, 322, 332, 303, 313, 323, ČSN ISO 355 (02 4727). Použití: rozsáhlé, např. u kol automobilů, traktorů, v převodovkách apod.

Druhy valivých ložisek

Konstrukční tvar a rozměry pro zobrazení	Popis - provozní rozměry	Konstrukční tvar a rozměry pro zobrazení	Popis - provozní poměry
	Axiální kuličková ložiska jednosměrná jsou určena pro přenos pouze axiálních sil působících v jednom směru. Radiální síly nemohou přenášet. Mezi otáčkami jsou omezeny nepřizpůsobivým vlivem odešvihových sil. Průměr ložiska d je průměr hřídeleového kroužku. Průměr tělesového kroužku je o několik desítek mm větší. Pro správnou funkci ložiska je nutno zajistit kolmost čelní plochy skříňového kroužku k ose hřídele. Ložisko je rozebiratelné. ČSN 02 4730 (ISO 104): typy 510, 511, 512, 513, 514. Použití: pro svisle stojící hřídele, nebo v kombinaci s radiálním ložiskem např. u hřídelů šneků.		Kuličková ložiska dvouřadá naklápěcí mají dvě řady kuliček a kulovou oběžnou dráhu na vnějším kroužku. Tato konstrukce umožňuje určité naklonění vnitřního kroužku a ložisko se hodí pro vyrovnání malých nesouosostí a tam, kde dochází k průhybu hřídele. Únosnost těchto ložisek je menší než rozměrově stejných kuličkových ložisek jednořadých. Nejsou vhodná pro zachycení větších axiálních sil v důsledku nepříznivého styku kuliček s oběžnou dráhou vnějšího kroužku. Ložiska se vyrábějí s válcovou nebo kuželovou dírou. Přípustné naklonění pro typy 13 a 23 je 3°, pro typy 12 a 22 je $2^\circ 30'$. ČSN 02 4650 (ISO 15): typy 12, 22, 13, 23. Použití: tam, kde se předpokládá větší úchylna souososti dír, průhyb a kmitání hřídele a velké vzdálenosti ložisek.
	Axiální kuličková ložiska obojsměrná jsou určena pro přenos pouze axiálního zatížení v obou směrech. Limitujícím činitelem jsou nízké provozní otáčky uvedené v katalogu. Ložisko nesmí pracovat odlehčené, aby nedocházelo k prokluzování kuliček po kroužcích. Obdobně jako u jednosměrných ložisek je důležitá co nejpřesnější souosost hřídeleových a tělesových kroužků, které lze z důvodů rozebiratelnosti ložiska montovat samostatně. ČSN 02 4730 (ISO 104): typy 522, 523, 524. Použití: pro velké axiální síly, které není možno zachytit radiálními ložisky, např. u hřídelů šneků, vrtacích vřeten, hrotů konků.		Válečková ložiska jednořadá jsou určena pro přenos velkých radiálních zatížení. V porovnání s rozměrově stejnými kuličkovými ložisky mají až o 60 % vyšší únosnost i tuhost; jsou proto vhodná pro proměnlivá a rázová zatížení, a když je požadováno pevné uložení obou kroužků. Ložiska jsou rozebiratelná a vyrábějí se v těchto základních konstrukčních provedeních: NU - válečky jsou vedeny nákužky na vnějším kroužku, N - válečky jsou vedeny nákužky na vnitřním kroužku, NJ - vnitřní nákužky jsou na vnějším kroužku a jeden nákužek je na vnitřním kroužku. Provedení dovoluje zachycovat menší axiální síly v jednom směru. Ložiska v provedení NUP s plochým příložným kroužkem mohou přenášet určité axiální zatížení v obou směrech. Axiální vedení lze také dosáhnout použitím tvarových kroužků HJ u ložisek provedení NJ a NU. Přípustný úhel naklonění může být max. 6°. ČSN 02 4670 (ISO 15): typy NU 10, N 10, NU 2, NJ 2, NUP 2, N 2, NU 22, NJ 22, NUP 22, N 22, NU 3, NJ 3, NUP 3, N 3, NU 23, NJ 23, NUP 23, N 23, NU 4, NJ 4, NUP 4, N 4.
	Axiální soudečková ložiska mají velký počet nesymetrických soudečků s dobrým přímknutím k oběžným dráhám, a proto jsou vhodná pro zachycení velkého axiálního zatížení i při vysokých otáčkách. Mimo axiálního zatížení mohou přenášet i určité zatížení radiální, které však nesmí překročit 50 % současně působícího axiálního zatížení. Kulová oběžná dráha tělesového kroužku umožňuje vyrovnat nesouosost mezi hřídelem a tělesem. Dovolensé naklonění je 2° u typu 292; $2^\circ 30'$ u typu 293 a 3° u typu 294. Ložiska se používají pro přenos velkých axiálních zatížení v elektrických strojů točivých a velkých převodovek. V důsledku vnitřní konstrukce (kluzné vedení klece) vyžadují mazání olejem. ČSN 02 4760 (ISO 104): typy 292, 293, 294. Použití: u velkých převodovek, pro axiální uložení válců, válcovacích stolic, u vertikálních elektrických strojů točivých.		Válečková ložiska dvouřadá (provedení NN) mají vysokou radiální únosnost a umožňují konstruovat velmi tuhá uložení. Příznivé třecí poměry dovolují použití těchto ložisek při poměrně vysokých otáčkách. Používají se především pro uložení vřeten obráběcích strojů i u válcovacích stolic. Vnější kroužek ložiska je bez nákužků, a proto ložiska nemohou přenášet axiální zatížení. Ložiska se vyrábějí pouze s kuželovou dírou, ve vyšších stupních přesnosti a se zmenšenou radiální vůlí. Radiální vůli lze nastavit posouváním vnitřního kroužku na kuželovém čepu při montáži. Ložiska nejsou vhodná pro uložení, kde není zabezpečena vzájemná souosost vnitřních a vnějších ložiskových kroužků. ČSN 02 4700 (ISO 15): typy NNU 49, NN 30

Výpočet:

$$L_h = \frac{16666}{n} \cdot \left(\frac{C}{F_e} \right)^p$$

$$F_e = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

Postup při návrhu ložiska:

Většinou jsou známy průměry hřídele pro ložisko. Pokud ne, určí se předběžně z pevnostní rovnice pro namáhání hřídele v krutu: $\tau_k = \frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{\text{dál}}$

$$W_k = 0,2 \cdot d^3$$

13. Potrubí s armatury

Charakteristika:

Potrubí souží zejména k dopravě kapalin, plynů a par, sypkých hmot, (potrubní pošta). Tvoří je hlavní části, doplňující části. Armatury uzavírají a řídí protékající množství nebo plní pojistné a regulační úkoly.

Hlavní části potrubí:

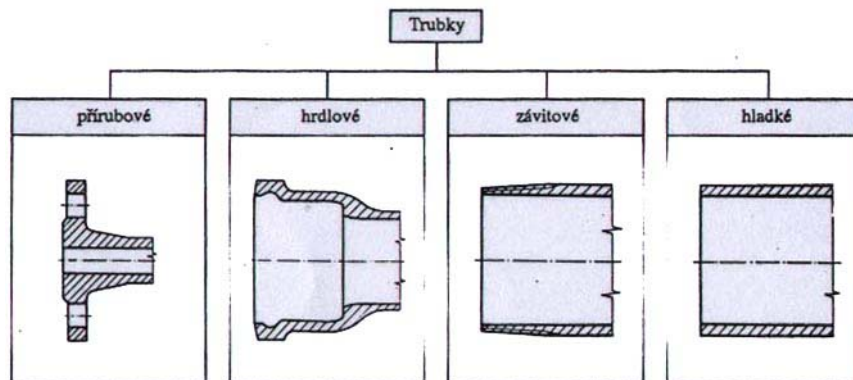
Trubky, spoje trubek, uzavírky, tvarovky, kompenzátory, uložení a upevnění potrubí, vyprazdňování soupravy.

Doplňující části potrubí:

Pojistná, ochranná, kontrolní, pomocná zařízení, zařízení pro řízení a měření tlaku, teploty, průtoku, ochranné nátěry a obaly, izolace.

Materiály a spojování trubek.

Ocelové trubky jsou vyráběny jako svařované a bezešvé. Volba materiálu ovlivňuje okolnosti např. pracovní přetlak, montáž a demontáž dopravovaný materiál.



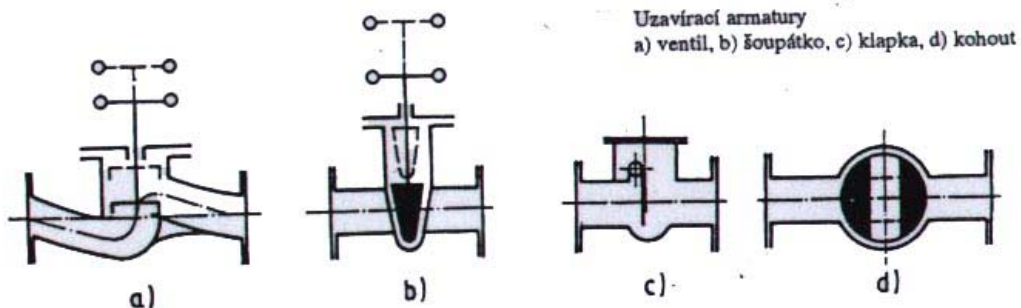
Armatury:

Uzavírací: a) ventily – mají jeden pár přístupných rovinných nebo kuželových těsnících ploch, zdvih je malý

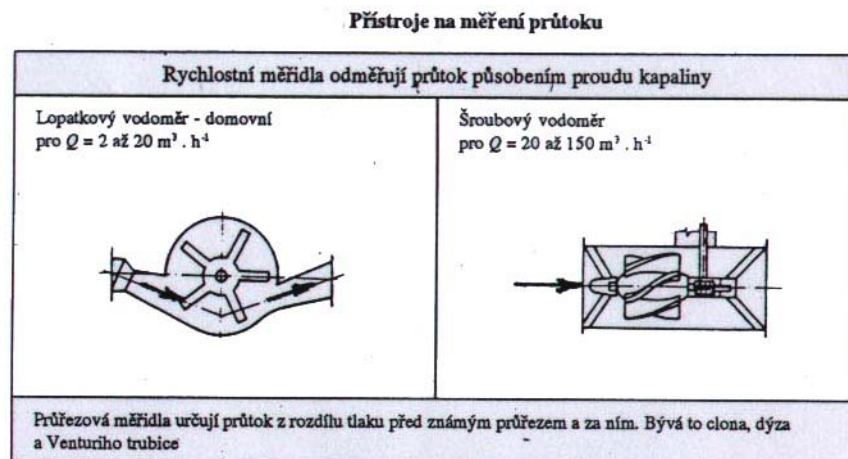
b) šoupátka – mají dva páry rovinných těsnících ploch, průtočný odpor je malý, zdvih je velký, mají pozvolné otevírání a zavírání

c) klapky – mají průtočný odpor, k uzavření stačí pootočení o 90°

d) kohouty – jeden pár kuželových těsnících ploch, průtočný odpor je malý, k uzavření stačí pootočení o 90°



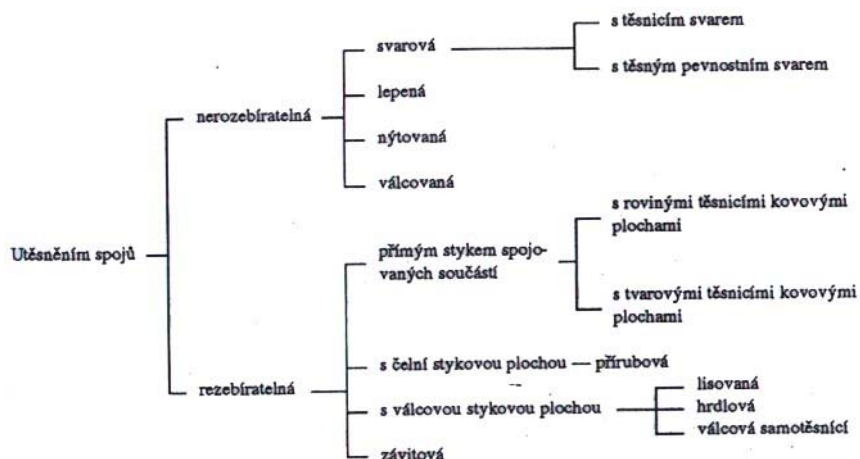
Měřicí:



Pojistné: slouží k ochraně před účinkem zvýšeného pracovního přetlaku a pro zabránění proudění v nesprávném směru

Utěšňování nepohyblivých spojů:

Spojení potrubí utěšňujeme, aby se zabránilo unikání látky a poklesu tlaku.



Spojení potrubí utěšňujeme proto, aby se zabránilo unikání látky z potrubí a tím jejím ztrátám a znečištění okolí, dále také pro zamezení poklesu tlaku v potrubí.

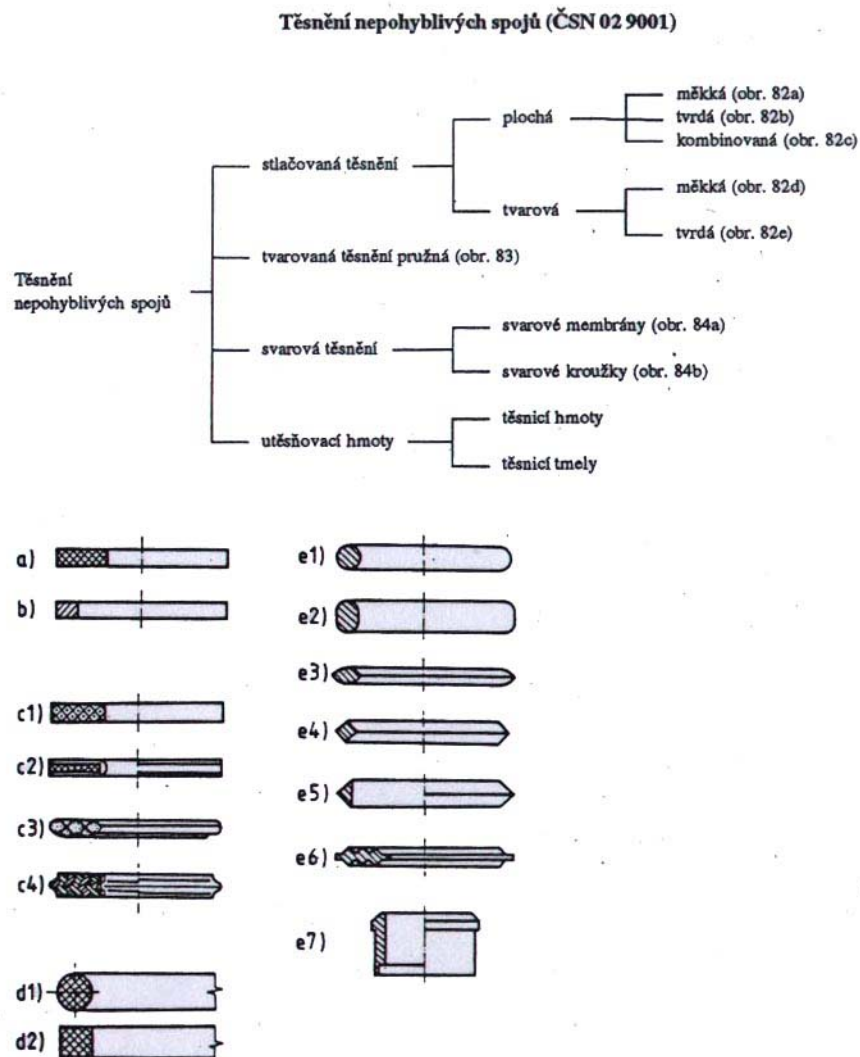
K dosažení úplné těsnosti přírubových spojů potrubí je nutné, aby materiál těsnění vyplnil jak nerovnosti těsněných ploch, tak svého povrchu. U nerozebíratelných spojů je spoj současně utěšněním.

Utěsnění přímým stykem spojovaných součástí:

Používá se při vysokých tlacích a teplotách např. u skříní parních turbín. Těsnící plochy musí být přesně zabroušeny.

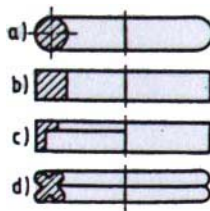
Utěsnění spojů těsněním:

Těsnění je strojní součást. Nejlevnější jsou plochá těsnění materiál je technický papír, fibr,kůže, pryž, atd.. Těsnící hmoty jsou plasty ve tvaru šňůry, pásku, který se vkládá do těsnící spáry. Do závitového spoje se vkládá konopná vlákna napuštěná pastami.

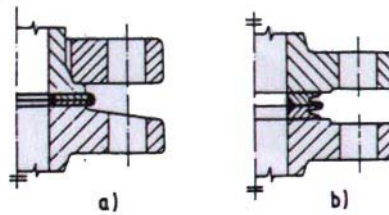


Obr. 82. Stlačená těsnění nepohyblivých spojů

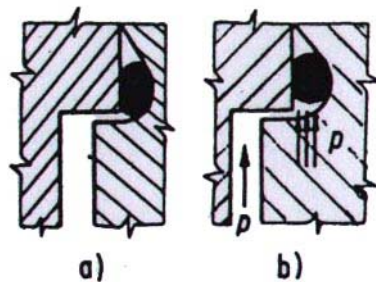
a) ploché těsnění měkké (z asbestopolymerních materiálů IT (ČSN 02 9021, 02 9040 až 02 9042), z měkkých plastů, těsnění pryžová a osinkopryžová; b) ploché těsnění tvrdé (kovové); c) ploché těsnění kombinované (měkký materiál + kov): c1) měkké s drátěnou vložkou, c2) měkké s kovovým obalem, c3) vlnité s asbestovou přízí, c4) spirálně vlnité; d) tvarové těsnění měkké: d1) kruhového průřezu, d2) čtvercového průřezu; e) tvarové těsnění tvrdé (kovové): e1) kruhového průřezu, e2) oválného průřezu, e3) čtvercové, e4) čtvercové, e5) průřezu delta, e6) hřebíkové, e7) prstencové



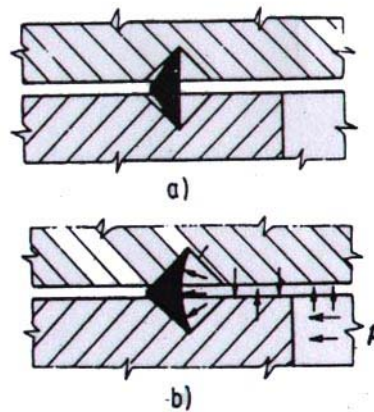
Tvarová těsnění pružná nepohyblivých spojů. Těsnícího účinku se dosáhne pružnou deformací kroužku:
a) kruhového průřezu, b) čtvercového průřezu, c) průřezu L, d) průřezu X



Svarová těsnění nepohyblivých spojů. Svarový spoj je částí těsnícího spoje a těsnění
a) svarové membrány, b) svarové kroužky



Přřový kroužek kruhového průřezu
a) zamontovaný, b) zatlačený do spáry vnitřním přetlakem



Delta kroužek - kovový klínovitý kroužek drží ve vybrání stěny a víka vysokotlaké nádrže
a) předejato, b) pod vnitřním přetlakem

Výpočet:

Světlost potrubí

Světlost (vnitřní průměr) se určí z rovnice:

$$Q_v = \frac{Q_m}{\rho} = S \cdot v_p = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v_p$$

- Tloušťka stěny:

$$F_{||} = F$$

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot p = S_2 \cdot \sigma_t$$

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot p = \pi \cdot d \cdot t \cdot \sigma_t \Rightarrow t = \frac{p \cdot d}{4 \cdot \sigma_t}$$