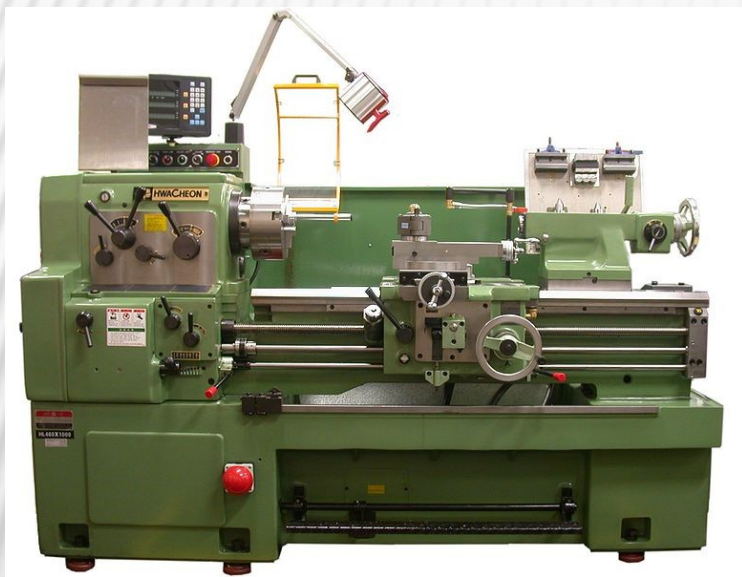


Úvod

ČÁSTI STROJŮ

CÍLE PŘEDNÁŠKY

Seznámení studentů se základními stavebními prvky strojů a strojního zařízení.



OBSAH PŘEDNÁŠKY

1. Úvod – technický systém, technická mechanika

2. Spoje

- rozebíratelné spoje ;**
- nerozebíratelné spoje.**

3. Výpočtový aparát

4. Příklady

ÚVOD

Technický výrobek – technický objekt (stroj, nástroj, přístroj, ..).

Stroj - technický výrobek složený z mechanismů, který nahrazuje fyzickou (případně částečně i duševní práci člověka.

Nástroj – technický výrobek, který pouze ulehčuje práci člověka.

Technický systém (TS)/(technický objekt) – technický výrobek i nepřemístitelný technický objekt (elektrárna, elektrárna, dopravní síť, budova



STUPNĚ KOMPLEXNOSTI TS

Stupeň komp.	Technický systém (TS)	Charakteristika	Příklady	Oblast
I.	Díl, součást	Element (struktury) bez montážních operací	Hřídel, šroub, pružina, podložka	Části a mechanismy strojů (ČMS)
II.	Stavební skupina, mechanismus, podskupina	Jednoduchý systém složený s dílů, který může vykonávat jednoduché f-ce	Převodovka, hydraulický válec	
III.	Stroj, přístroj	Systém složený z dílců a podskupin vykonávající určitou f-ci	Automobil, soustruh, spalovací motor	Stroje a zařízení (SAZ)
IV.	Zařízení, strojní park	Komplexní systém	Montážní linka	

TRANSFORMAČNÍ PROCESY V TECHNICKÝCH SYSTÉMECH

Účel: Získání potřebných funkcí nebo účinků (mechanických).

Cíl: Jednoznačná přeměna (na základě fyzikálních, chemických, či biologických zákonitostí) vstupních stavů na požadované funkce.

Požadované fyzikální účinky:
-spojit
-přenést
-přeměnit

Vstupní stavy:
Materiálu (M_i)
Energie (E_i)
Informací (I_i)



Výstupní stavy:
Materiálu (M_o)
Energie (E_o)
Informací (I_o)

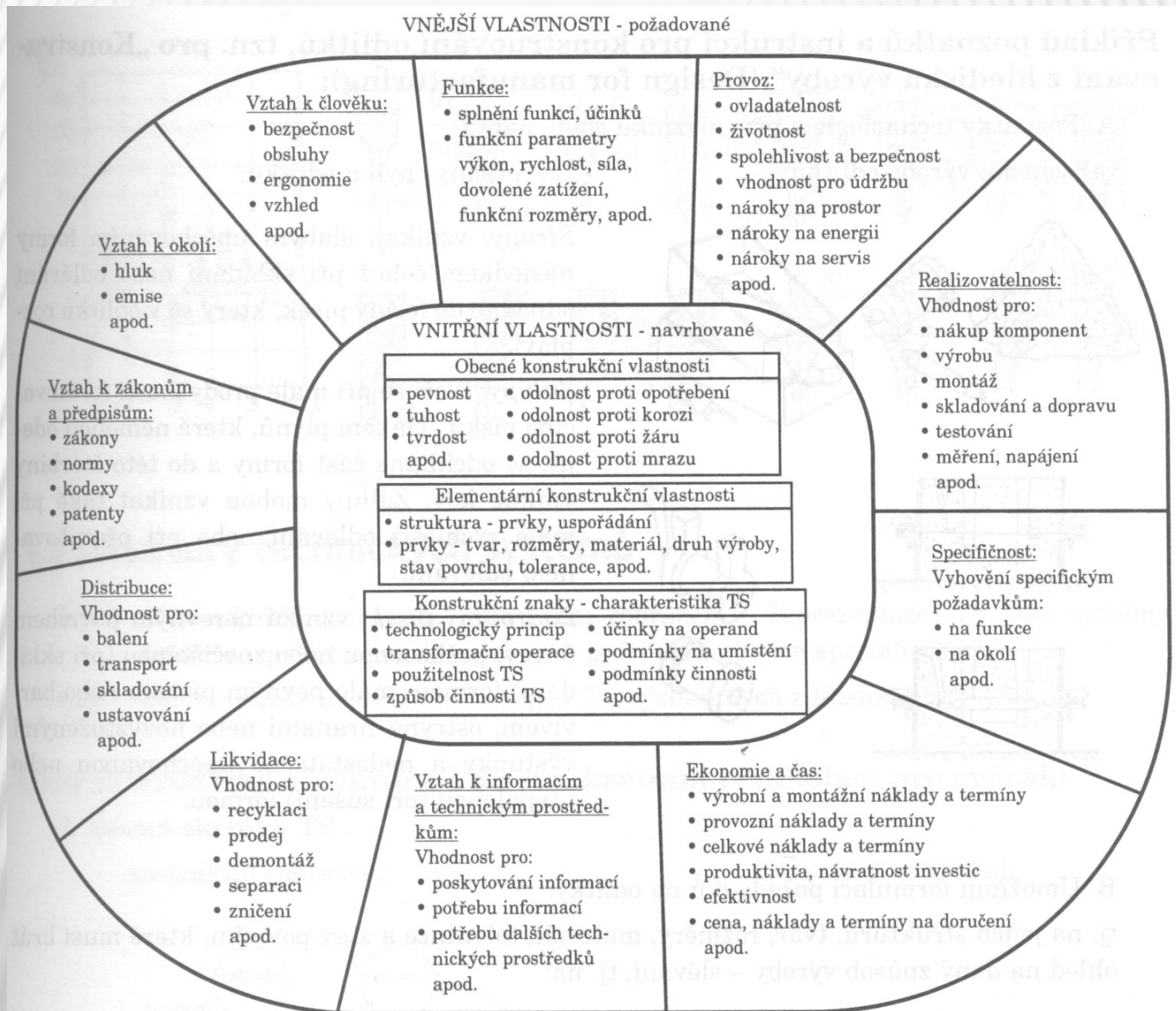
VLASTNOSTI TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ

Základní vlastnost TS: schopnost vykonávat požadované f-
ce

Každý TS musí mít :

- potřebné parametry (výkon, rychlost, směr pohybu, ..);
- schopnost pracovat v provozním prostředí;
- být dobře obsluhovatelný;
- být jednoduše vyrobitebný;
- mít spokojivý vzhled apod.

TŘÍDĚNÍ VLASTNOSTÍ TS



NAVRHOVÁNÍ TS Z HLEDISKA JEJICH VLASTNOSTÍ

DESIGN FOR PROPERTIES – DFX (ang. mezinárodní termín)

Metodika:

- stanovení požadovaných vlastností;
- kontrola docílených vlastností.

Poznatky, jak:

- únosnost závisí na ..;
- spolehlivost závisí ..;
- výrobní náklady závisí na ..;
- bezpečnost závisí na ...

VNITŘNÍ STRUKTURA ČS

1. Charakteristika

- transformační proces (charakterizovaný funkcí);**
- konstrukční znaky (char. hlavním pracovním principem).**

2. Stavební struktura

- tvar;**
- rozměr;**
- druh materiálu.**

3. Vlastnosti

- provoz a údržba, opravy;**
- výroba, montáž;**
- ostatní užité vlastnosti.**

VNITŘNÍ STRUKTURA ČS

4. Poznatky pro návrh a kontrolu

- poznatky pro docílení požadovaných konstrukčních vlastností.

Hlediska:

- únosnost a pevnost;
- montáž a provoz;
- ostatní specifické požadavky.

FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY ČS

VELIČINA		JEDNOTKA	
název	značka	rozměr	přepočet
Délka, posuv	l, s, u, \dots	[mm]	
Úhel	α, φ, \dots	[rad]	$= 2\pi/360.(\alpha, \varphi) [^\circ]$
Čas	t	[s]	$= 1/60.t [\text{min}] = 1/3600.t [\text{h}]$
Plocha	S, A, ...	[mm ²]	
Objem	V	[mm ³]	
Hmotnost	m	[kg]	
Hmotnostní moment setrvačnosti	J	[kg.m ²]	
Průřez. modul	W	[mm ³]	
Kvadratický moment plochy	I, J	[mm ⁴]	
Síla	F, R, ...	[N]	
Moment	M, T, ...	[N.mm]	
Rychlost	v	[m/s]	$= 1/60.v [\text{m/min}]$
Úhlová rychlost	ω	[rad/s]	$= 2\pi/60.n [1/\text{min}]$
Zrychlení	a	[m/s ²]	
Úhlové zrychlení	ε	[rad/s ²]	
Energie, práce	W	[J], [W.s]	$= W [\text{m}^2.\text{kg/s}]$
Výkon	P, N, ...	[W]	$= F.v [\text{N.m/s}]$ $= M.\omega [\text{N.m.rad/s}]$
Napětí	σ, τ	[MPa]	$= \sigma, \tau [\text{N/mm}^2]$
Tlak	p	[MPa]	$= p [\text{N/mm}^2]$
Modul pružnosti	E, G	[MPa]	$= E, G [\text{N/mm}^2]$
Tuhost	c, s	[N/mm]	
Torsní tuhost	c_t, s_t, k	[N.m/rad]	
Teplota	T	[°C]	

TECHNICKÁ MECHANIKA

Mechanika jako součást fyziky.

Technická mechanika jako mechanika aplikovaná na technickou praxi. Spadají sem oblasti mechaniky tuhých těles (vzájemné působení a pohyb tuhých hmotných těles), mechaniky poddajných těles a mechanika tekutin a přenosu tepla.

1) Do mechaniky tuhých těles spadají:

Statika (řeší pouze silové účinky).

Kinematika (zabývá se charakteristikou pohybu).

Dynamika (řeší závislost mezi silovými účinky a pohyby hmotných útvarů).

TECHNICKÁ MECHANIKA

2) Mechanika poddajných těles

Pevnost a pružnost (řeší pružnost a poddajnost těles).

3) Mechanika tekutin a přenosu tepla

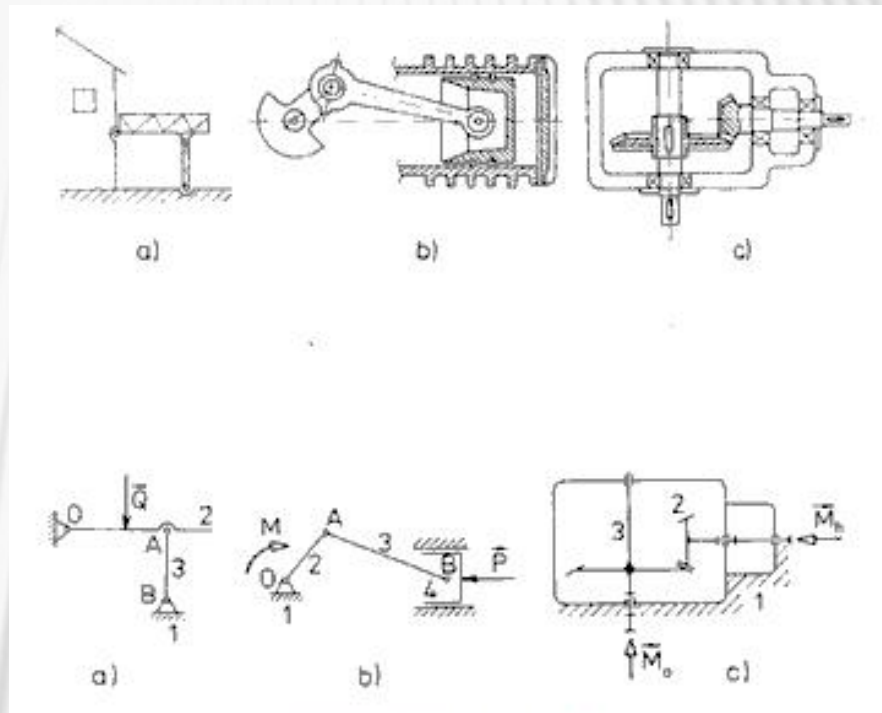
Hydromechanika

Termomechanika.

V technické mechanice se řeší pouze model skutečného stroje nebo zařízení !!

TECHNICKÁ MECHANIKA - MODELY

Skutečnost:

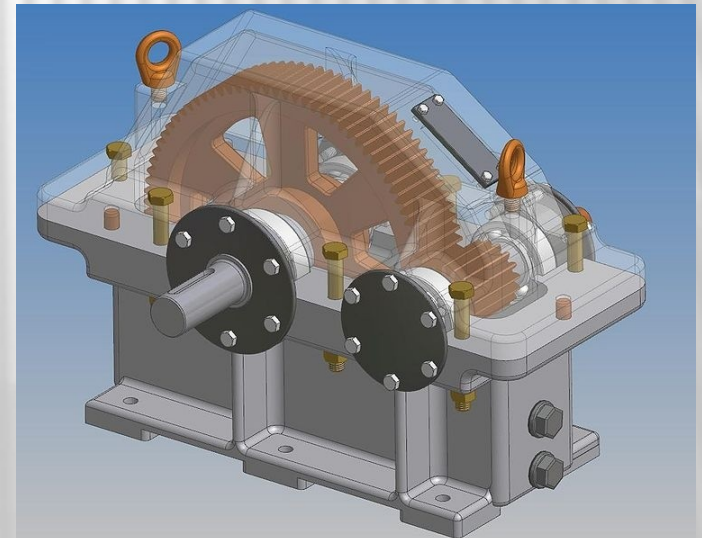
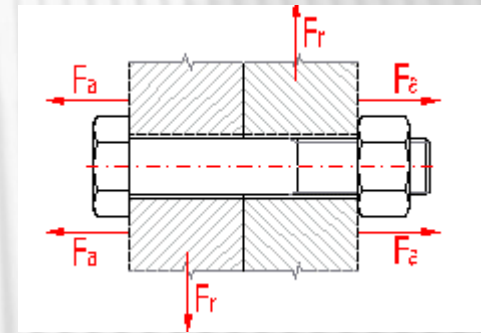


Zjednodušený model:

S využitím modelů souvisí pojmy jako hmotný bod, ideálně tuhé těleso, ideální vazba apod.

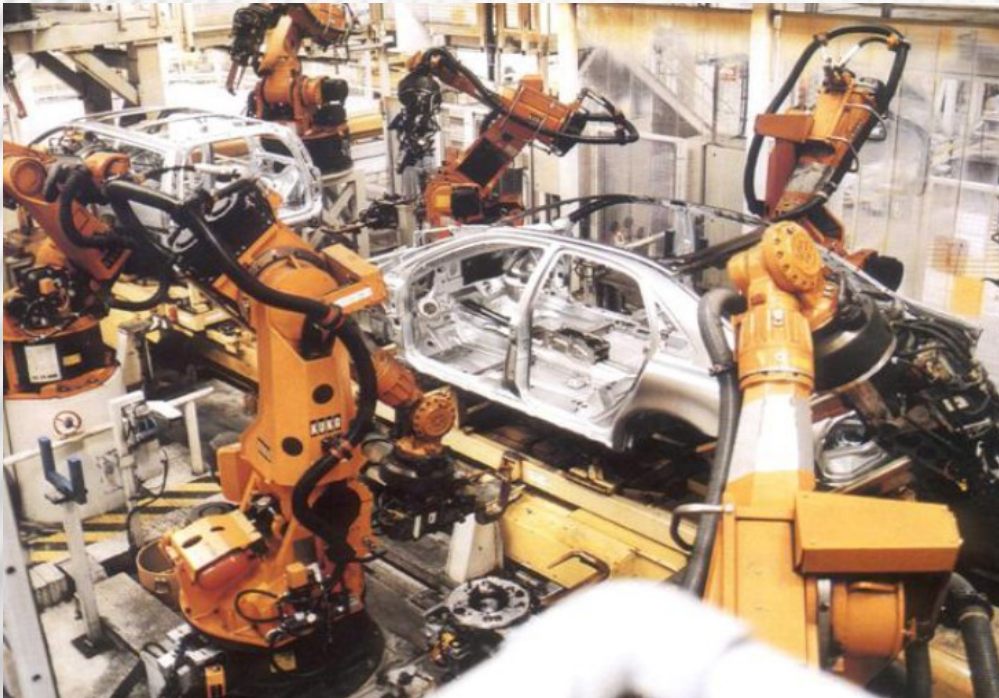
STROJE A ZAŘÍZENÍ - MECHANIKA V PRAAXI

Mostní konstrukce, spoje a převody apod.



STROJE A ZAŘÍZENÍ - MECHANIKA V PRAAXI

Hydraulické a pneumatické systémy – robotické linky, ale i ruční nářadí apod.



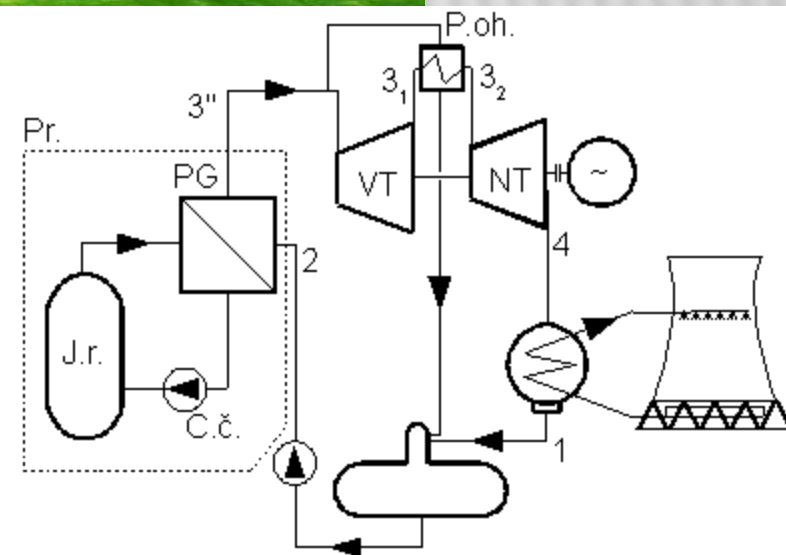
STROJE A ZAŘÍZENÍ - MECHANIKA V PRAXI

Tepelné stroje – parní stroj, spalovací motor, turbíny apod.



STROJE A ZAŘÍZENÍ - MECHANIKA V PRAAXI

Výroba el. energie – jaderná elektrárna.



SPOJE

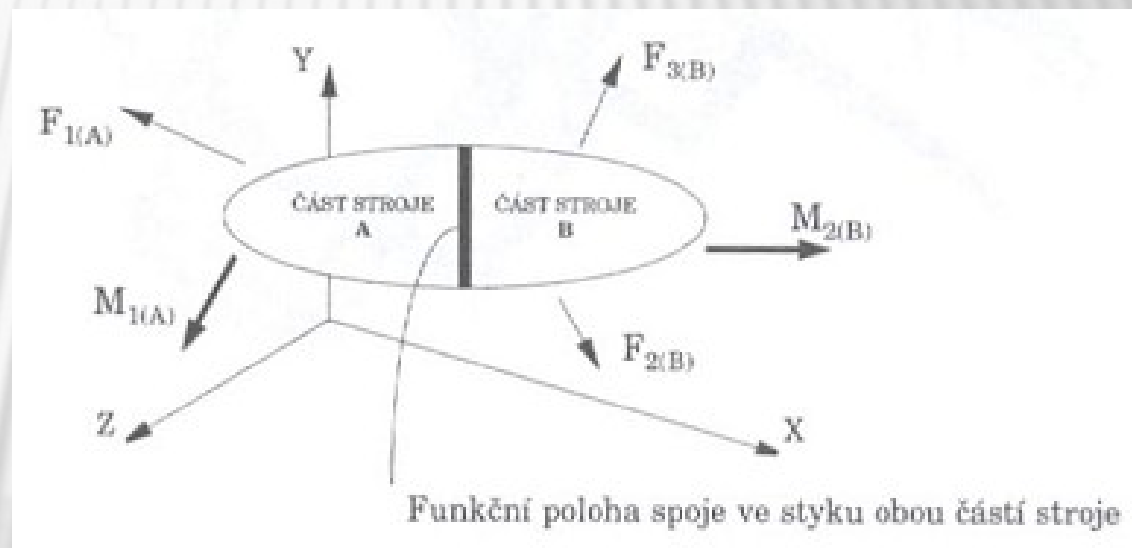
ZÁKLADNÍ POZNATKY

Spoje – jejich základní funkcí je „umožnit spojení“ částí výrobků a to často v kombinaci s pohyblivostí.

Spoje mohou být pohyblivé a nepohyblivé.

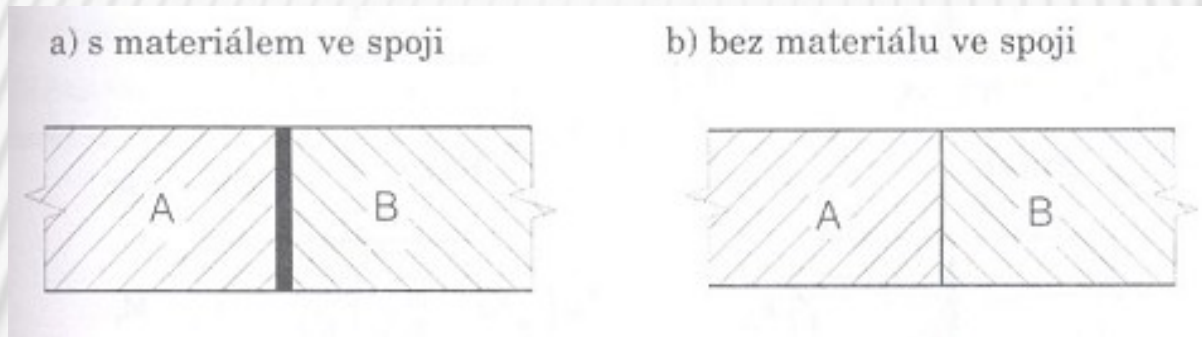
Spoje mohou být:

- a) rozebíratelné;
- b) nerozebíratelné.

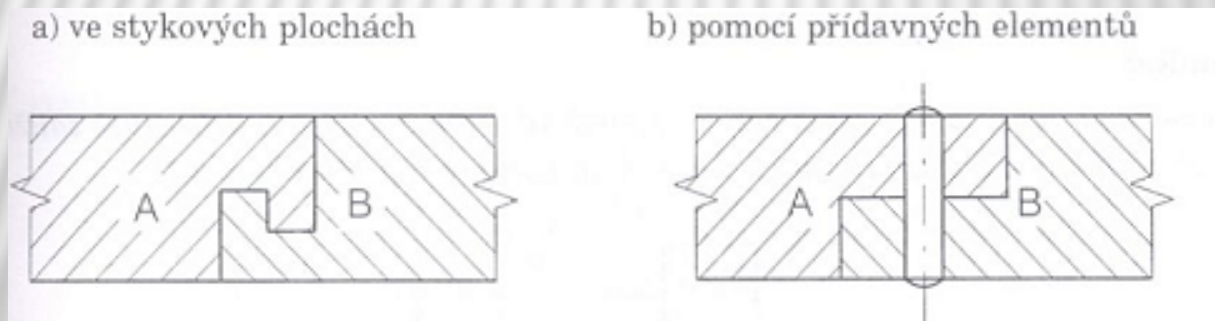


PŘENOS ZATÍŽENÍ VE SPOJI

K přenosu sil ve spoji může docházet
- přes stykovou plochu.

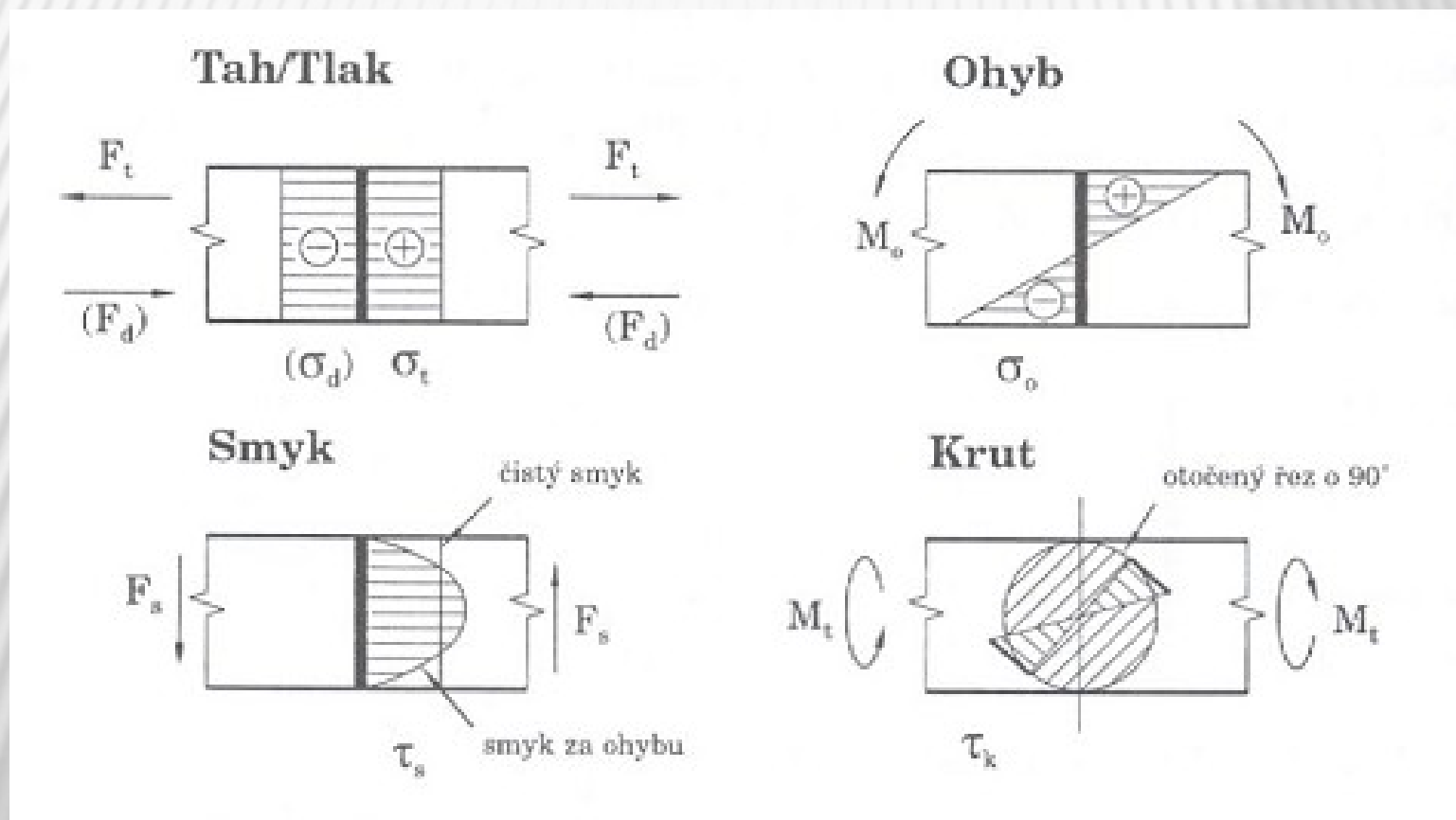


- Pomocí tvarových prvků



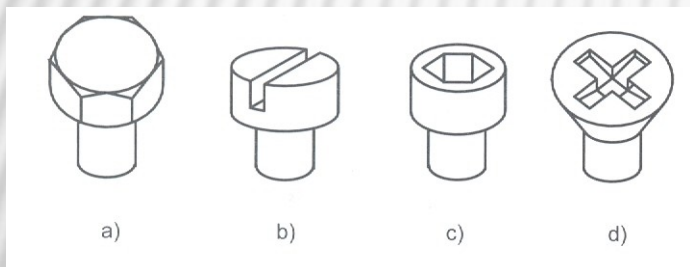
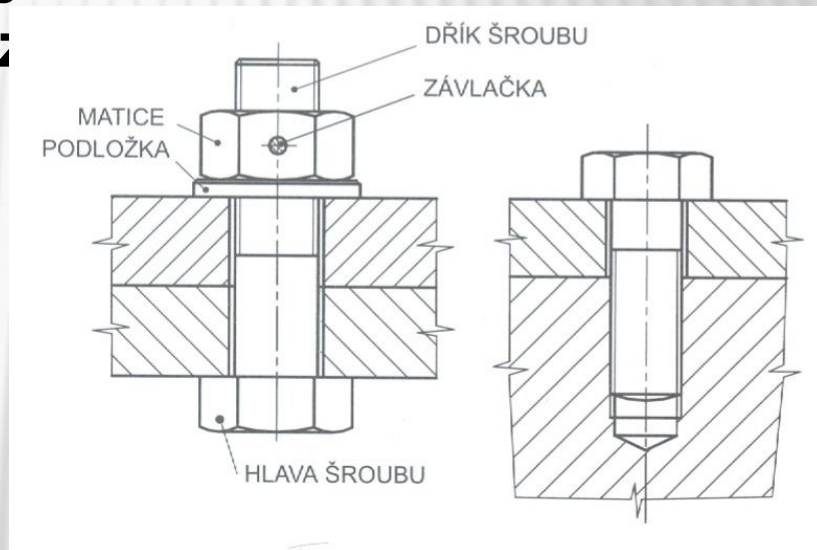
NAMÁHÁNÍ SPOJŮ

Základní případy jednoduchých namáhání.



ŠROUBOVÉ SPOJE

Šroubové spoje jsou rozebíratelné spoje používané k spojení dvou a nebo více dílců v jeden celek. Šroubový spoj tvoří kromě spojovaných součástí **šroub s maticí** a případně i podložka (nebo :



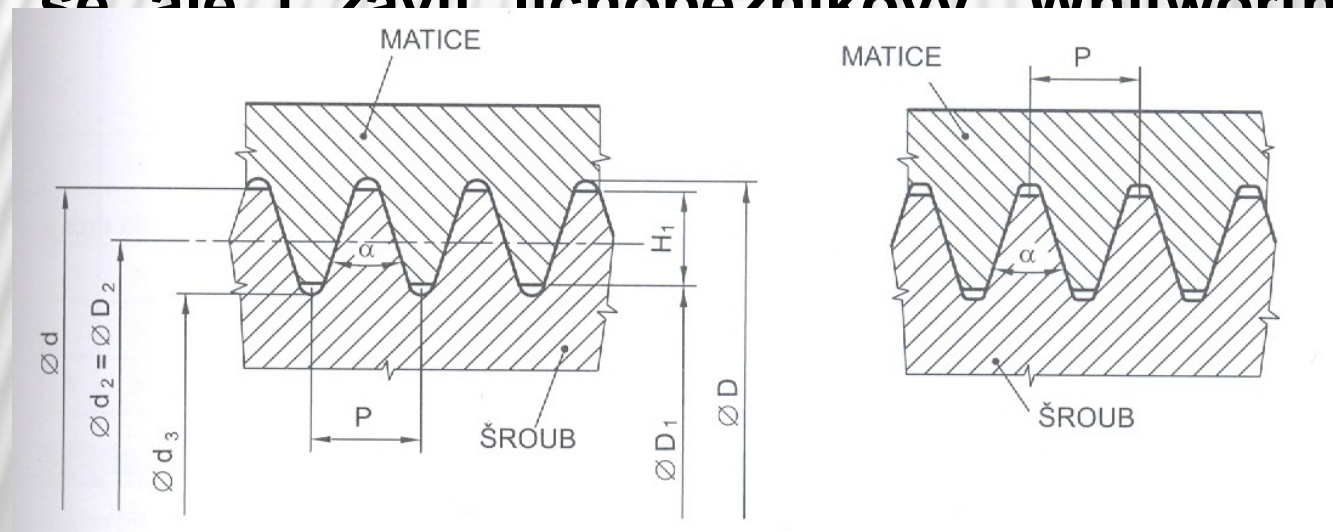
Nejčastěji se používají hlavy šroubů pro ruční utahování klíčem nebo šroubovákem. Hlavy šroubů: šestihranné (a), válcová (b), válcová s vnitřním šestihranem – imbus (c), zápustné (d).

ŠROUBOVÉ SPOJE

Matice se nejčastěji používají šestihranné.

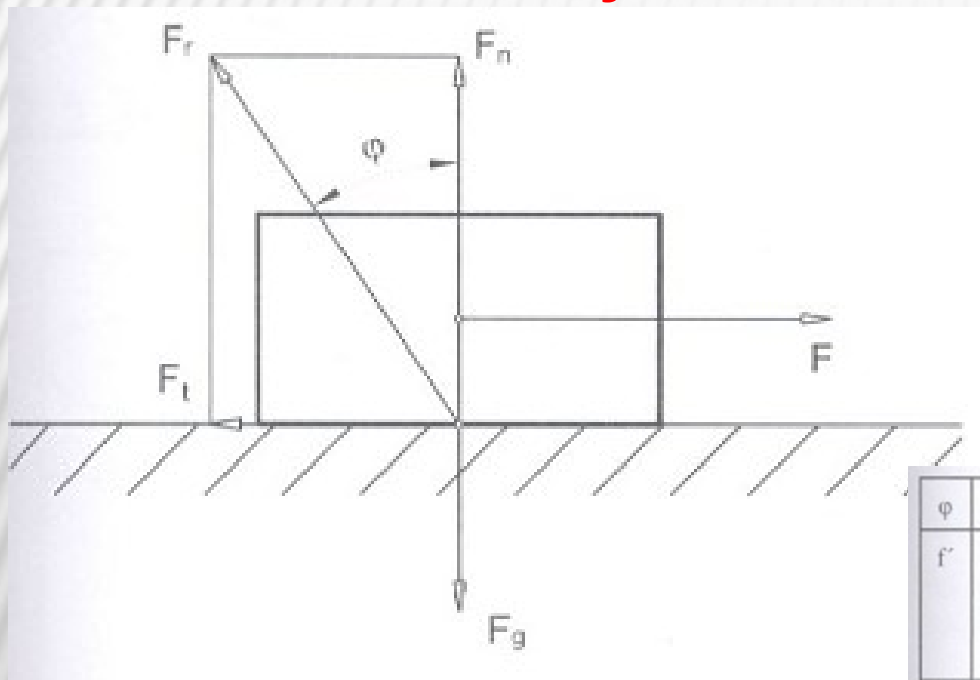
Podložky slouží k pojištění šroubu proti uvolňování (pružné nebo vějířové) nebo k rozložení tlaku na větší plochu.

Funkční částí šroubu je závit - nejčastěji metrický (používá se ale i závit lichoběžníkový Whitworthův, trubkový,



ŠROUBOVÉ SPOJE - TEORIE

Při vzájemném pohybu závitů šroubu a matice vzniká mezi nimi - **smykové tření** .



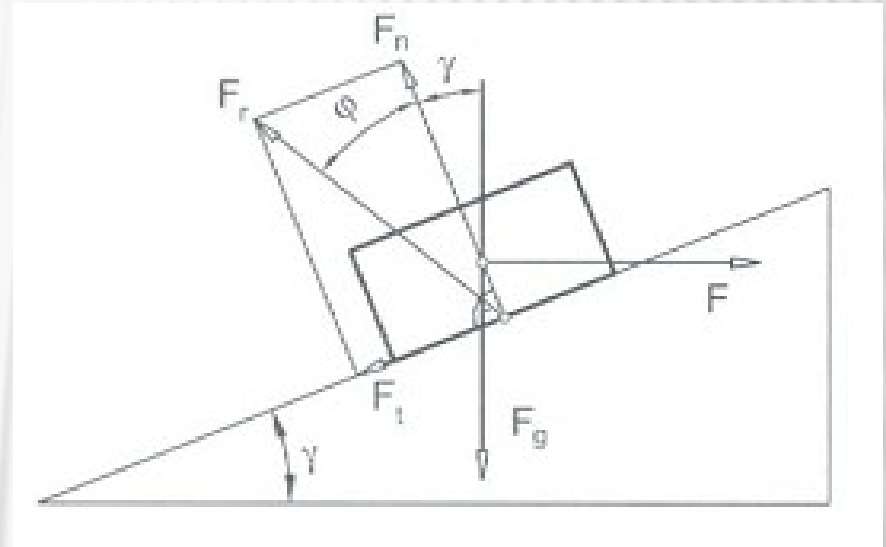
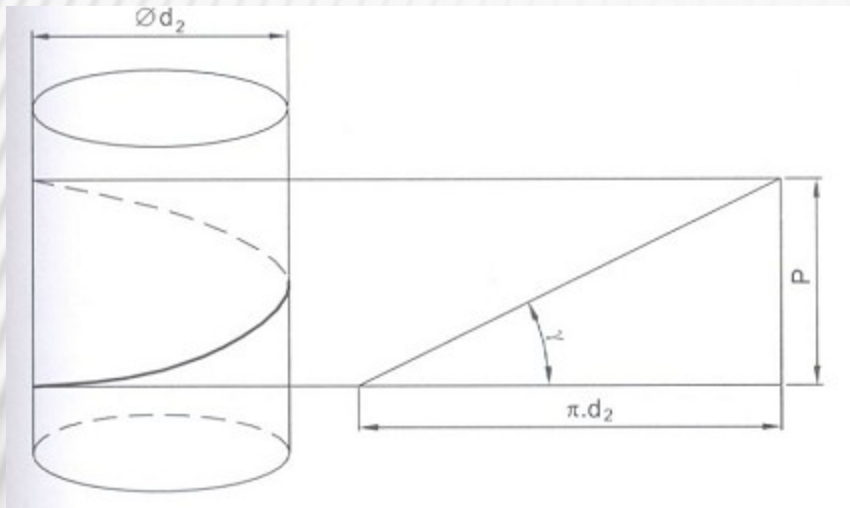
$$F = F_g \cdot f$$

$$F_t = F_g \cdot f'$$

φ	°	třecí úhel
f'	l	součinitel smykového tření v závitech $f' = 1,15.f$... pro metrický závit $f' = 1,03.f$... pro lichoběžníkový závit
f	l	součinitel smykového tření
g	$m.s^{-2}$	tíhové zrychlení ($g = 9,81 m.s^{-2}$)
F_g	N	tíhová síla břemene, u závitů síla v ose šroubu
F_t	N	třecí síla
F	N	síla pro pohyb břemene, u závitů obvodová síla na středním průměru závitu

ŠROUBOVÉ SPOJE - TEORIE

Aplikace nakloněné roviny.



F_n – normálová síla, (reakce podložky na tíhovou sílu F_g)

F_t – třecí síla

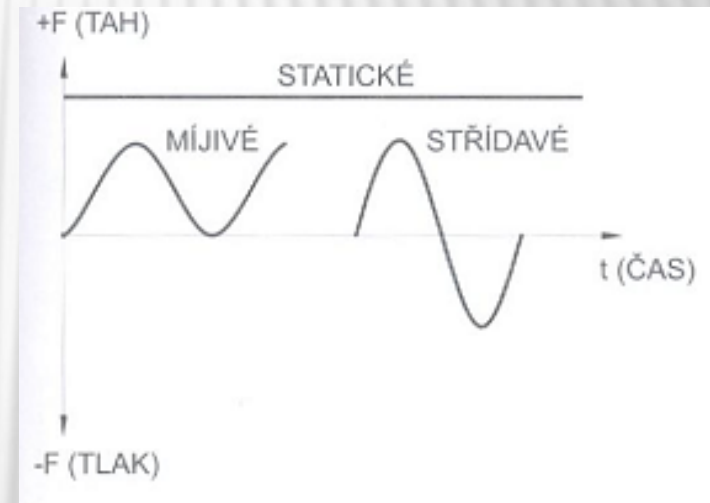
$$\operatorname{tg}(\gamma + \varphi) = \frac{F}{F_g} \Rightarrow F = F_g \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \varphi)$$

VÝPOČET ŠROUBOVÝCH SPOJŮ

Dřík šroubu může být zatížen – tahem, tlakem, smykem a krutem.

Při výpočtu šroubu je důležité znát i průběh zatížení, které může být:

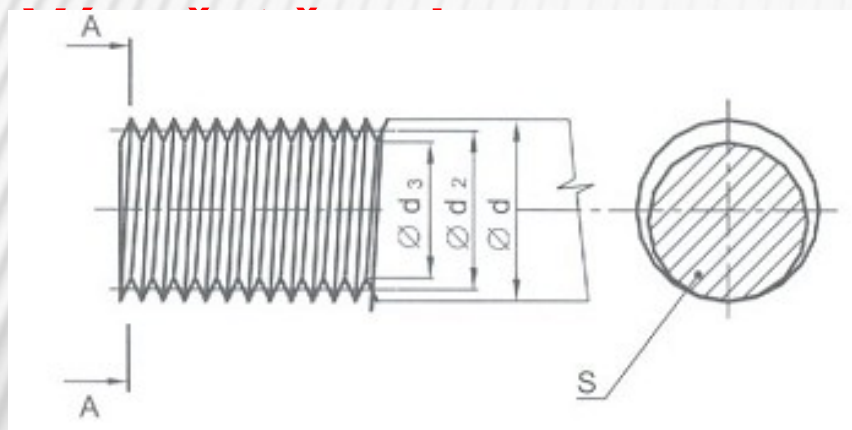
- statické;
- dynamické.



Na výpočet šroubu má vliv také utahovací moment nebo předpětí šroubu.

NAMÁHÁNÍ TAHEM

Namáhání tahem vzniká v důsledku působení síly v ose šroubu.



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

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

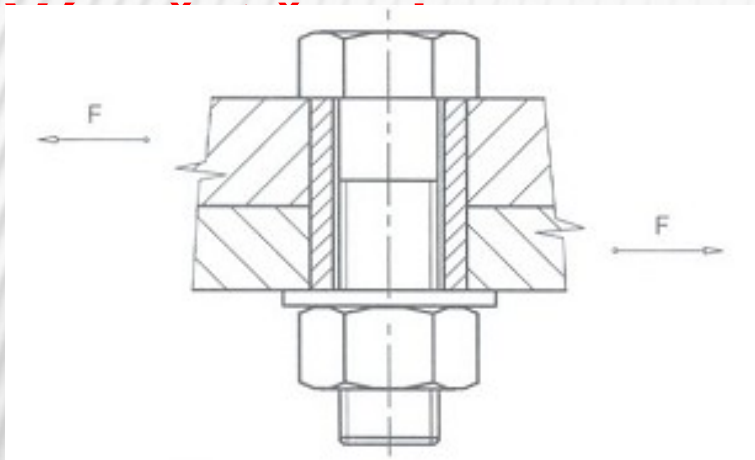
σ_t, σ_{Dt}	MPa	napětí a dovolené napětí v tahu
F	N	síla v ose šroubu
$S \equiv A_s$	mm ²	výpočtový průřez
d_2, d_3	mm	střední a malý průměr závitu šroubu
σ_{kt}	MPa	mez kluzu v tahu

Určení velikosti dovoleného napětí pro výpočet šroubů z meze kluzu:

Druh utahování, předpětí	Zatížení statické	Zatížení mĳivĳe	Zatížení stĳidavĳe	Pĳiklad pouĳitĳí
šroub (matice) bez předpĳetĳí utahovĳán v nezatĳíženĳm stavu	$0,8 \cdot \sigma_{kt}$	$0,6 \cdot \sigma_{kt}$	$0,45 \cdot \sigma_{kt}$	zĳavĳit jeřĳabovĳeho hĳaku (obr. 15)

NAMÁHÁNÍ SMYKEM

Namáhání smykem vzniká pokud síla působí kolmo k ose šroubu

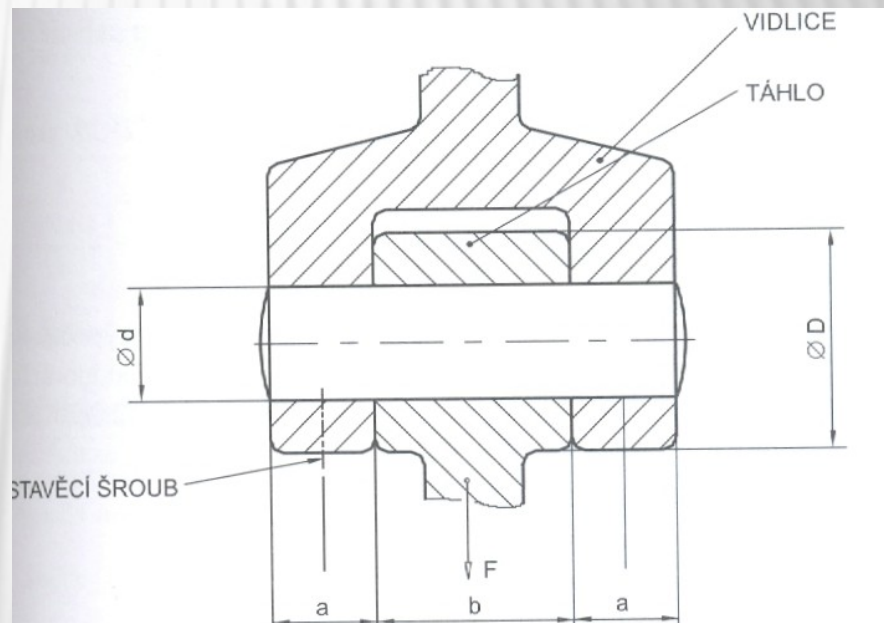
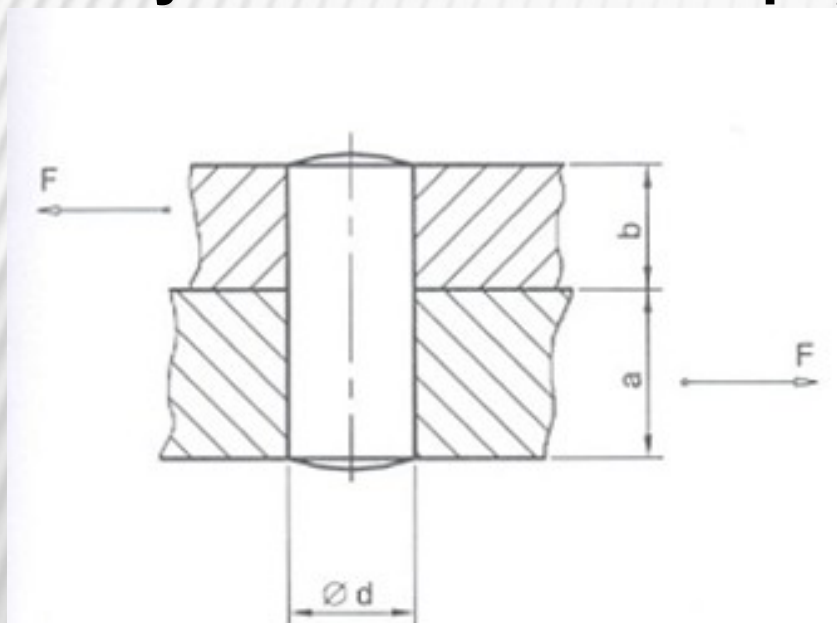


$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{D_s}$$
$$S = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4}$$

Šrouby (kromě šroubů lícovaných) by neměly být využívány k přenosu smykového zatížení!!

KOLÍKOVÉ A ČEPOVÉ SPOJE

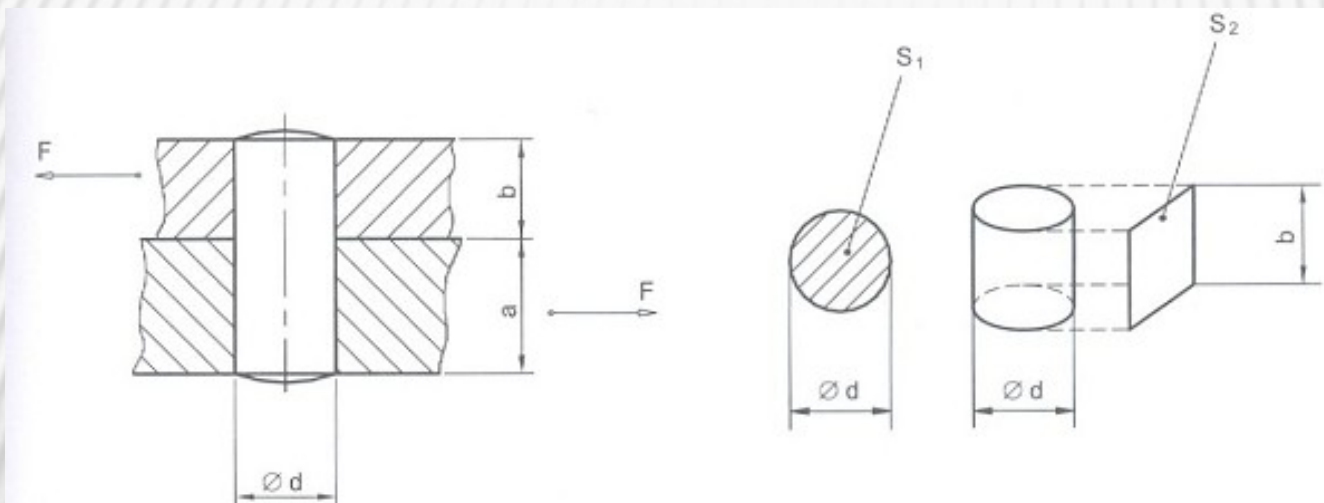
Kolíkový spoj slouží k přenášení sil mezi spojovanými součástmi, k vymezení a pojištění jejich polohy nebo vytvoření otočného spojení.



K vytvoření větších kloubových spojení dvou součástí se využívá čepů.

VÝPOČET KOLÍKOVÝCH SPOJŮ

Výpočet kolíku (na smyk a otláčení)



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

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

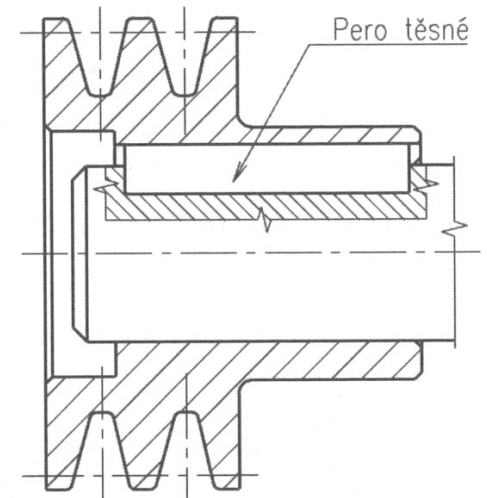
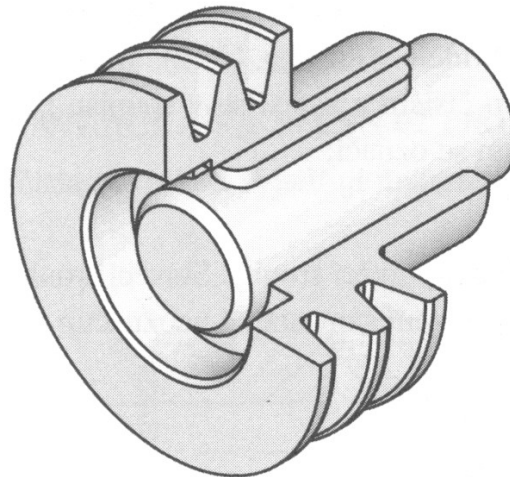
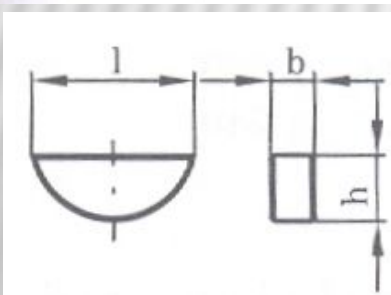
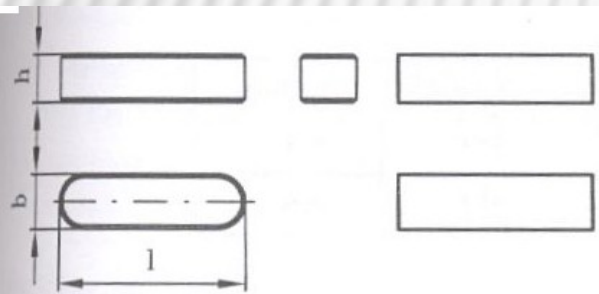
$$p = \frac{F}{S_2} \leq p_D$$

$$S_2 = d \cdot b$$

SPOJ PEREM

Rozebíratelné spojení hřídele s nábojem pomocí pera je v praxi poměrně časté. Běžně se používají pera těsná méně často kotoučová (Woodruffova – obr. vlevo dole).

Spojení těsným perem se využívá pro uložení ozubeného kola nebo řemenice na hřídeli, pro spojení kotouče spojky s hřídelem.



VÝPOČET TĚSNÉHO PERA

Pera jsou namáhána na smyk a na otláčení.

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

$$S_2 = t_1 \cdot l$$

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

$$S_1 = b \cdot l$$

S_1	mm ²	smykovaná plocha
S_2	mm ²	otlačovaná plocha
l	mm	délka pera
t_1	mm	výška pera v náboji
p_D	MPa	dovolený tlak $p_D = \sigma_{Dd} \dots$ pro těsné pero $p_D = 0,17 \cdot \sigma_{Dd} \dots$ pro výměnné pero
τ_{Ds}	MPa	dovolené napětí ve smyku $\tau_{Ds} = 0,6 \cdot \sigma_{Dt}$

SVĚRNÉ A TLAKOVÉ SPOJE

Svěrné spoje jsou spoje se silovým stykem. Používají se svěrné spoje šroubem s rozříznutým nábojem, šroubem s děleným nábojem nebo kuželem.

Tlakové spoje jsou nerozebíratelné spoje se silovým stykem.

Podle způsobu výroby může vzniknout tlakový spoj:

Lisováním za studena – montáž se provádí např. pomocí hydraulického lisu.

Smrštěním po ohřevu náboje – způsob vhodný pro větší součásti, např. nákolky kol železničních vagónů.

Roztažením po ochlazení hřídele – po ochlazení hřídele v kapalném plynu.

SVAROVÉ SPOJE

Svarové spoje patří mezi nerozebíratelné spoje používané pro spojování kovů a plastů.

Z hlediska provedení se používají nejčastěji svarové spoje zhotovené tavným nebo tlakovým svařováním.

Výhodou svarových spojů je vysoká produktivita, využití svařovacích automatů, vhodnost technologie k renovacím a opravám.

Nevýhodou svarových spojů je pnutí a deformace vlivem zahřátí při svařování. Nutná úprava stykových ploch (v některých případech). Nutnost kvalifikované obsluhy.

SVAROVÉ SPOJE

Vhodnost ocelí ke svařování je dána obsahem uhlíku do 0,25%.

Pro oceli s obsahem nad 0,5 % C se svařování nedoporučuje.

U složitějších svařenců (pokud je to možné) se provádí žíhání na odstranění vnitřního pnutí.

Svařence se obrábí na hotovo až po svaření.

Není vhodné hromadit svary v jednom místě.

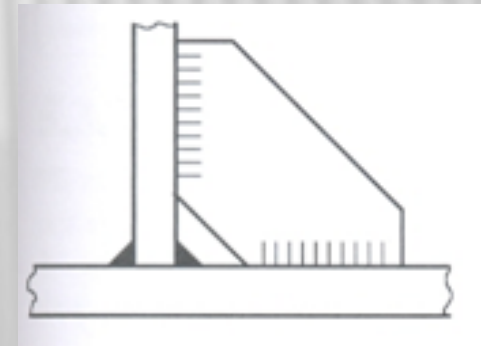
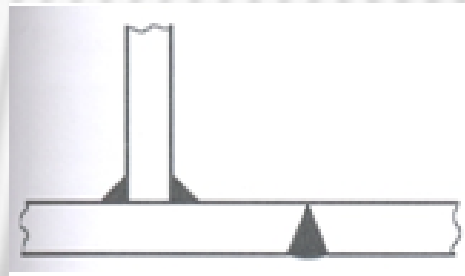
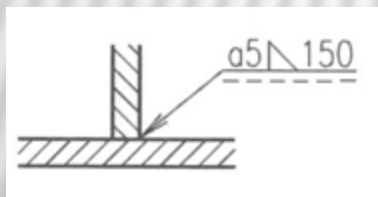
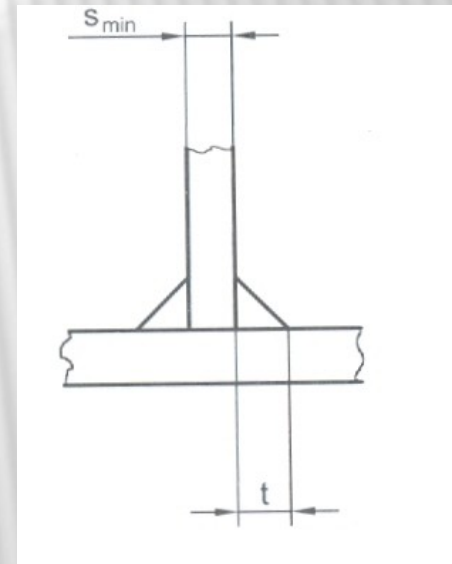
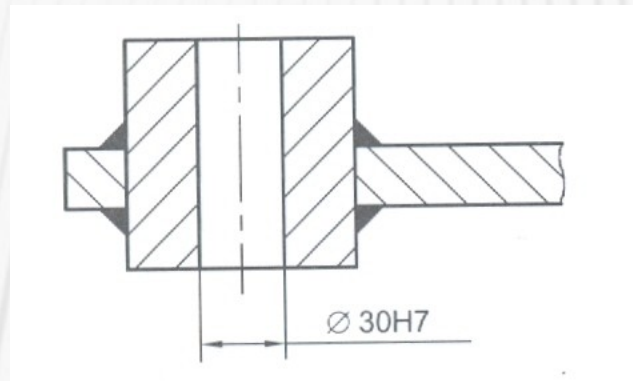
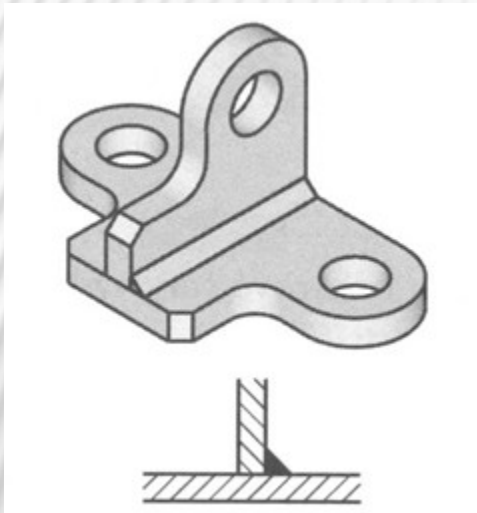
Při konstrukci svařenců je nutné uvažovat přístupnost při svařování.

U svařenců je vhodné využívat vhodně umístěných výztuh.

Pokud to není nutné, měl by být svařenec navržen tak,

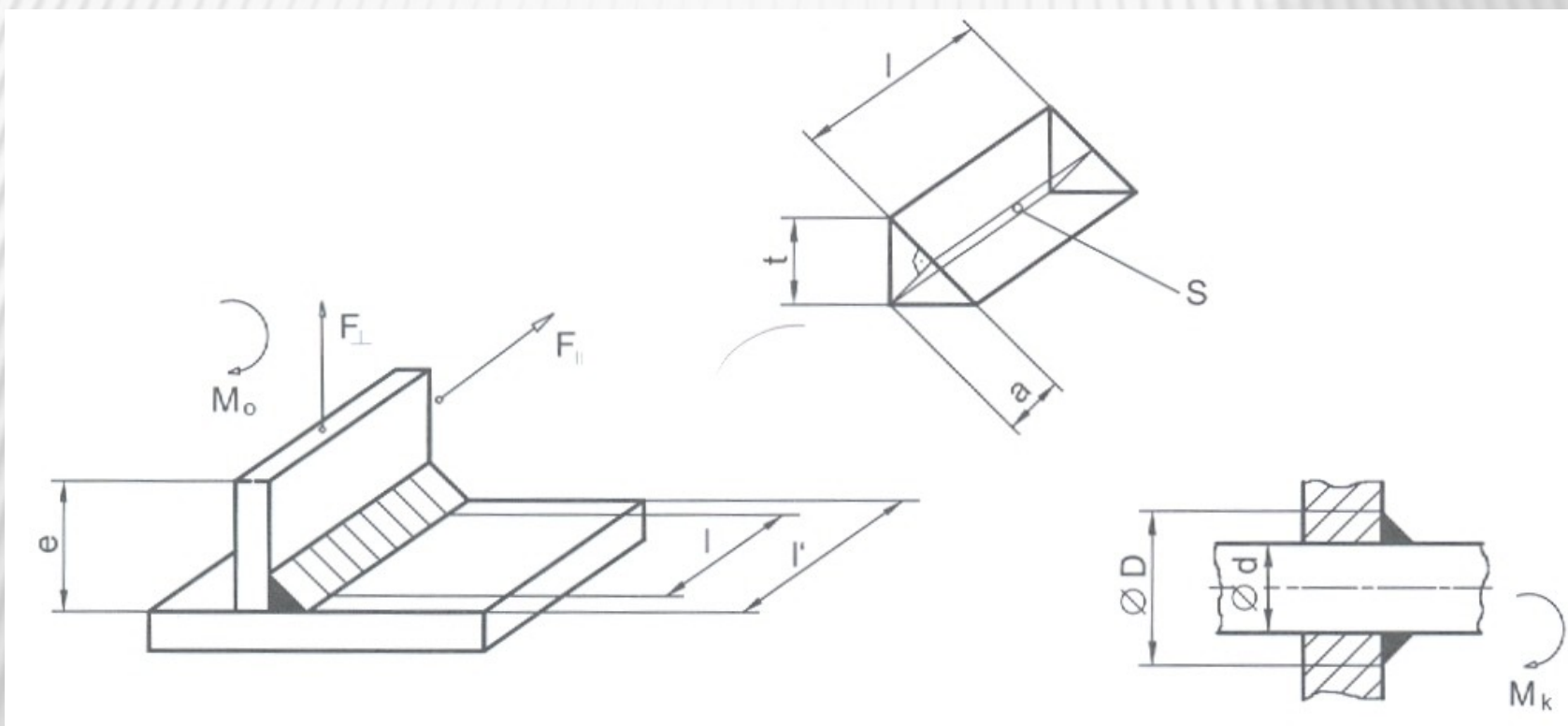
SVARY KOUTOVÉ

Nejběžnější používané svary koutový, V-svar (I, X, U a další viz. ST).



VÝPOČET KOUTOVÝCH SVARŮ

Namáhání smykem a krutem



VÝPOČET KOUTOVÝCH SVARŮ

Namáhání smykem a krutem

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

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

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

$$W_k = 0,2 \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}$$

$$S = a \cdot l$$

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

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

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

F_{\parallel}, F_{\perp}	N	síla rovnoběžná a kolmá vzhledem k ose svaru
$\tau_{\parallel}, \tau_{\perp}$	MPa	smyková napětí od sil F_{\parallel} a F_{\perp}
τ_{Dsv}	MPa	dovolené napětí svaru ve smyku $\tau_{Dsv} = \alpha_{\perp} \cdot \sigma_{Dt}$ $\tau_{Dsv} = \alpha_{\parallel} \cdot \sigma_{Dt}$
S	mm ²	namáhaný průřez svaru smykem
σ_{Dt}	MPa	dovolené napětí svařovaného materiálu v tahu
M_k	Nmm	kroučící moment na hřídeli
W_k	mm ³	modul průřezu v krutu
l	mm	výpočtová délka svaru, při více svarech celková délka svarů
l'	mm	délka svaru
a, t, d, D	mm	rozměry svarů
α	1	převodní součinitel, zahrnuje výrobní nepřesnosti

PÁJENÉ SPOJE

Pájené spoje jsou nerozebíratelné spoje vytvořené materiálovým stykem pomocí přídavného roztaveného kovu – pájky.

Pájení se používá zejména v elektrotechnice. Ve strojírenství např. pro pájení slinutých karbidů na řezný nástroj.

Pájené spoje mají mít co největší stykovou plochu.

Pro spoje s menší pevností se používají měkké pájky Sn-Pb (teplota tavení do 500°C), pro spoje s větší pevností tvrdé pájky mosazné, stříbrné (teplota tavení nad 500°C).

Výhodou pájení je možnost spojování nejrůznějších materiálů – kovů i keramiky.

Největší výhodou pájení je možnost spojování nejrůznějších materiálů – kovů i keramiky.

VÝPOČET PÁJENÝCH SPOJŮ

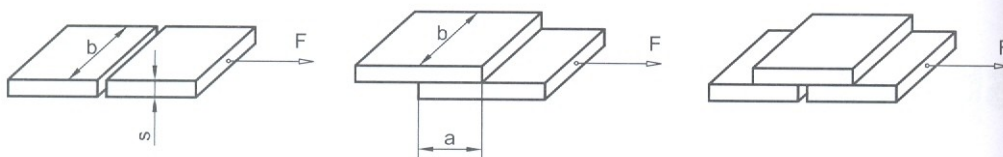
Pájené spoje mohou být namáhány tahem nebo smykem.

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

$$S_1 = b \cdot s$$

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

$$S_2 = b \cdot a$$



σ_D, τ_D	MPa	dovolené napětí spoje v tahu a ve smyku $\sigma_D = \frac{\sigma_{Pt}}{k}$ $\tau_D = \frac{\tau_{Ps}}{k}$
τ_{Ps}	MPa	mez pevnosti spoje ve smyku $\tau_{Ps} = (0,35 \div 0,65) \cdot \sigma_{Pt}$
σ_{Pt}	MPa	mez pevnosti spoje v tahu $\sigma_{Pt} = 35 \div 60$ MPa ... pro měkké pájky $\sigma_{Pt} = 60 \div 380$ MPa ... pro tvrdé pájky
k	1	bezpečnost spoje $k = 3 \div 4$
S_1, S_2	mm ²	plocha pájeného spoje
a, b, s	mm	rozměry spoje

LEPENÉ SPOJE

Lepené spoje jsou nerozebíratelné spoje vytvořené materiálovým stykem pomocí adheze (přilnavosti) lepidla.

Lepení je vhodné pro vytváření spojů kovových i nekovových materiálů, především tam, kde na spoj nepůsobí velké zatížení.

Výhodou lepených spojů je těsnost, možnost spojování odlišných materiálů.

Nevýhodou je nevhodnost spojů pro vyšší teploty a agresivní prostředí, případně stárnutí spoje.

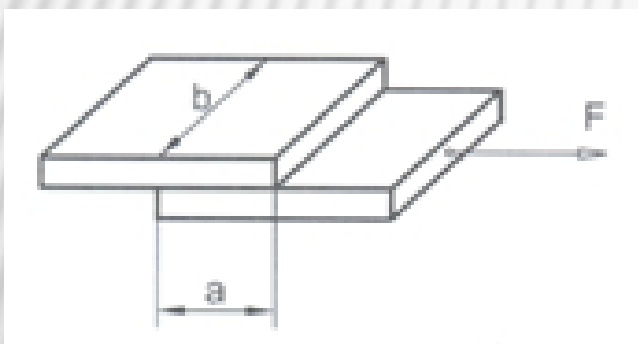
Lepené spoje by stejně jako pájené měly mít co největší stykovou plochu.

LEPENÉ SPOJE

K lepení kovů se používají lepidla na bázi formaldehydových nebo epoxidových pryskyřic.

K lepení nekovových materiálů se používají lepidla na bázi syntetických kaučuků nebo disperzní a vodou ředitelná lepidla.

Pevnost spoje závisí i na úpravě povrchu lepeného



VÝPOČET LEPENÝCH SPOJŮ

Lepené spoje by měly být namáhány pouze na smyk!

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

$$S_2 = b \cdot a$$

τ_D	MPa	dovolené napětí spoje ve smyku $\tau_D = \frac{\tau_{Ps}}{k}$
τ_{Ps}	MPa	mez pevnosti spoje ve smyku $\tau_{Ps} = 6 \div 35$ MPa ... dle druhu lepidla a spojovaného materiálu
k	1	bezpečnost spoje $k = 3 \div 4$
S_2	mm ²	plocha lepeného spoje
a, b	mm	rozměry spoje

NÝTOVÉ SPOJE

Nýtové (nýtované) spoje jsou spoje tvořené pomocí spojovacího prvku nýtu.

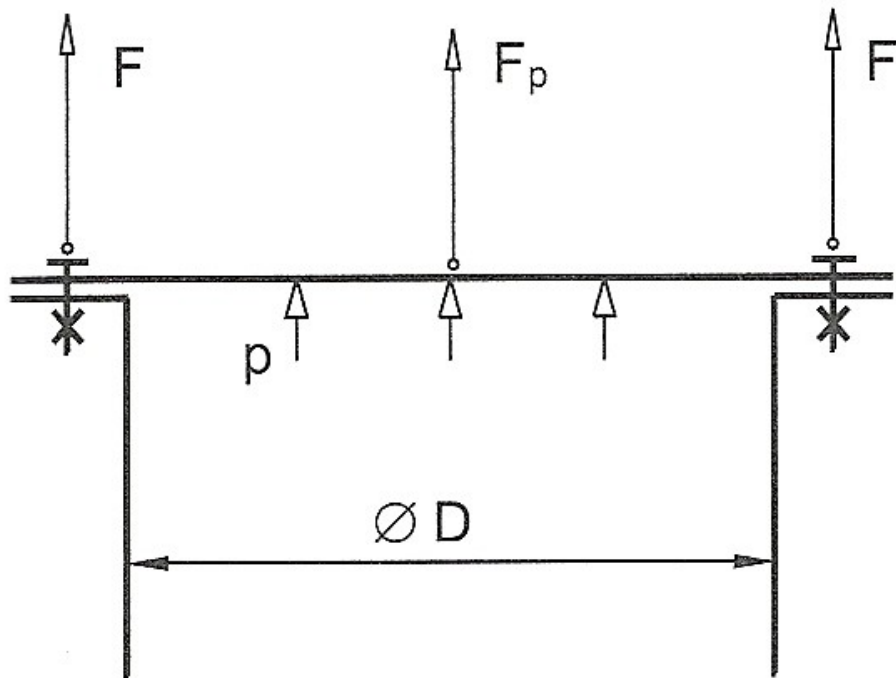
Nýtování může být:

Přímé nýtování – vhodné pro spojování menších součástí. Vzniká roznýtováním konce jedné ze spojovaných součástí.

Nepřímé nýtování – používalo se dříve u velkých konstrukcích, dnes je nahrazováno svařováním a pájením. K nýtování se používá spojovacího prvku – nýtu.

PŘÍKLADY

Př.1 – Šroubový spoj



Obr. 17: Víko tlakové nádoby

PŘÍKLADY

Příklad:

Víko válce (obr. 17) s průměrem $D = 200 \text{ mm}$ je připevněno šesti normalizovanými šrouby z materiálu s vlastnostmi 8G. Přetlak pracovní látky je $4,5 \text{ MPa}$. Určete rozměr šroubu.

$$F_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p$$

$$F = \frac{F_p}{i}$$

$$\sigma_{Dt} = (0,1 \div 0,3) \cdot \sigma_{Kt} = 0,3 \cdot \sigma_{Kt}$$

$$S = \frac{F}{\sigma_{Dt}} = \frac{F_p}{i \cdot \sigma_{Dt}} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p}{4 \cdot i \cdot \sigma_{Dt}}$$

PŘÍKLADY

Příklad:

Víko válce (obr. 17) s průměrem $D = 200 \text{ mm}$ je připevněno šesti normalizovanými šrouby z materiálu s vlastnostmi 8G. Přetlak pracovní látky je $4,5 \text{ MPa}$. Určete rozměr šroubu.

$$F_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p$$

$$F = \frac{F_p}{i}$$

$$\sigma_{Dt} = (0,1 \div 0,3) \cdot \sigma_{Kt} = 0,3 \cdot \sigma_{Kt} = 0,3 \cdot 640 = 192 \text{ MPa}$$

$$S = \frac{F}{\sigma_{Dt}} = \frac{F_p}{i \cdot \sigma_{Dt}} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p}{4 \cdot i \cdot \sigma_{Dt}} = \frac{\pi \cdot 200^2 \cdot 4,5}{4 \cdot 6 \cdot 192} = 122,7 \text{ mm}^2$$

Nejbližší vyšší výpočtový průřez $S = A_S = 157 \text{ mm}^2 \Rightarrow$ šroub M16

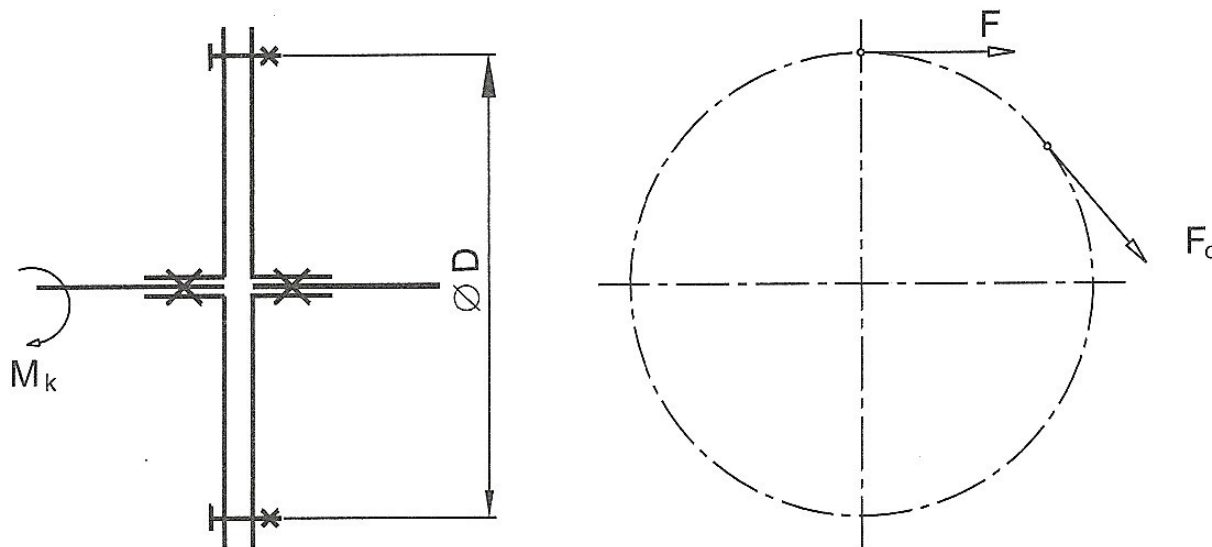
PŘÍKLADY

Př.2 – Šroubový spoj

Příklad:

Kotoučová spojka (obr. 20) je spojena pomocí lícovaných šroubů ČSN 021111.1. Přenáší krouticí moment $M_k = 3\,850\text{ Nm}$,

$D = 270\text{ mm}$. Počet šroubů $i = 4$. Určete rozměr šroubů.



Obr. 20: Kotoučová spojka

PŘÍKLADY

Př.2 – Šroubový spoj

Z kroučícího momentu se stanoví obvodová síla F_o a z ní pak síla působící na jeden šroub F :

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

$$F = \frac{F_o}{i}$$

$$\sigma_{Kt} = 0,6 \cdot \sigma_{Pt}$$

$$\tau_{Ds} = 0,3 \cdot \sigma_{Kt}$$

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{Ds}$$

$$\tau_s = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d_2^2}{4}} \leq \tau_{Ds} \Rightarrow d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \tau_{Ds}}}$$

PŘÍKLADY

Př.2 – Šroubový spoj

Z kroučícího momentu se stanoví obvodová síla F_o a z ní pak síla působící na jeden šroub F :

$$F_o = \frac{2 \cdot M_k}{D} = \frac{2 \cdot 3\,850\,000}{270} = 28\,518,5 \text{ N}$$

$$F = \frac{F_o}{i} = \frac{28\,518,5}{4} = 7\,129,6 \text{ N}$$

$$\sigma_{Kt} = 0,6 \cdot \sigma_{Pt} = 0,6 \cdot 500 = 300 \text{ MPa}$$

$$\tau_{Ds} = 0,3 \cdot \sigma_{Kt} = 0,3 \cdot 300 = 90 \text{ MPa}$$

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{Ds}$$

$$\tau_s = \frac{F}{\frac{\pi \cdot d_2^2}{4}} \leq \tau_{Ds} \Rightarrow d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \tau_{Ds}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7\,129,6}{\pi \cdot 90}} = 10 \text{ mm}$$

Zvoleny lícované šrouby *M10* s průměrem $d_2 = 11 \text{ mm}$.

LITERATURA

- [1] Hosnedl, S., Krátký, J. *Příručka strojího inženýra 1*, Computer press, 1999, 313 s.
- [2] Zelený, J. *Stavba strojů strojí součásti*. Cpress, 2007, 157 s.
- [3] Stejskal, V. a kol. *Mechanika 1*. ČVUT, 1998, 163 s.
- [4] *internet* <<http://www.338.vsb.cz/PDF/04HYDRO-STROJE.pdf>>
- [5] *internet*
<http://www.restauratorskadilna.cz/fotoalbum.php?adresar=/opravy/projekty-konzultace/2010-parni_stroj_Skoda-Techmania >