

SKRUTKOVÉ SPOJE

Podstatou skrutk. spoja je zovretie spojovaných súč. medzi hlavou str. a maticou. Potrebná sila sa vytvorí utáhováním str., resp. matice, príslušným utáhovacím momentom.

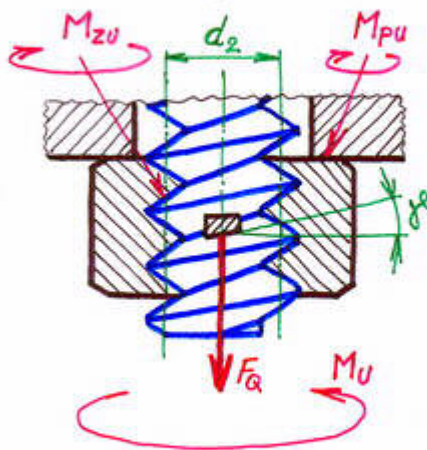
Spoj môže prenášať nie len sily pôsob. v smere osi strutky, ale i kolmú na jej os, za pomoci trecej sily, ktorá vzniká v dosadacích plochách spojov. súč.. Trecia sila musí byť dostatočná, aby nedošlo za prevádzky k vzájomn. posuvu spojov. súč. a tým k prídavnému namáh. strut. ŠMYKOM.

Vychádza sa z toho, že strutka je namáhaná len ŤAHO.

V praxi sa použí. aj licované strutky. Namáhanie str. je v tom prípade nie len ťahom, ale i šmykom v rovine styku spojov. súč..

SILOVÉ POMERY PRI MONTÁŽI

Pre zabezpečenie prenosu vonkajšieho zaťaženia skr. spojom je vždy nutné utáhováním vytvoriť silu F_p , ktorá zvierá spojov. súč.. Jej reakčná sila F_s namáha str. ťahom v smere osi. Obidve sily sú v rovnováhe a majú veľkosť F_Q - čo predstavuje predpätie spoja.

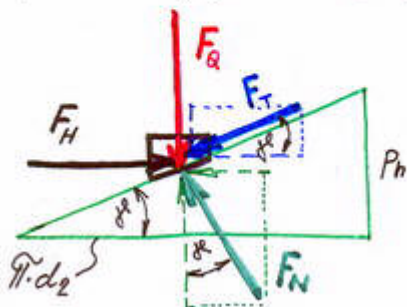


Moment M_U vyvolaný montážnym kľúčom musí pri utáhovaní prekonať odpor trenia v závitoch a medzi maticou a podlož. alebo spojovanou súč.. Platí $M_U = M_{ZU} + M_{PU}$,

kde M_{ZU} je odporový trecí mom. v záv. str. a mat. pri utáhovaní a M_{PU} odporový trecí mom. medzi mat. a podl. alebo spojov. súč..

Moment M_{ZU} závisí okrem súčin. trenia f_z v závit. ploche i od uhla stúpania záv. β , pre ktorý platí, že $\beta = \arctg \frac{p_n}{\pi \cdot d_2}$. Moment M_{PU} je závislý od súčin. trenia f_p v dosad. plochách.

Po skončení montáže strukt. spoja pôsobí v strutte osová sila $F_S = F_Q$.
 Pri vyšetrení silových pomerov vychádzame z úvahy, že na hmotný bod nachádzajúci sa na strednom priemere d_2 závitú strukt. spo-
 jenia pôsobí osová sila F_Q . Vyšetrenie bude realizované na roz-
 vinutej struktovici stredného priemeru d_2 a dĺžky $\pi \cdot d_2$ so
 stúpaním p_h . Teda pôjde o riešenie rovnováhy síl pôsobiaceho
 na hmotný bod na naklonenej rovine.



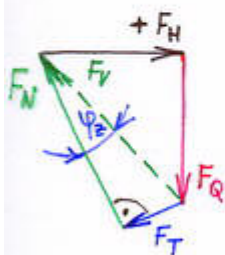
Prícom: F_Q - osová sila, pôsob. v smere osi str.
 F_T - trecia sila, F_N - normál. sila,
 F_H - hnacia sila, pôs. v rovine kolmej
 k osi str. na d_2 ,
 γ - uhol stúp. závit, p_h - stúpanie,
 πd_2 - dĺžka rozstup. kružnice.

Úlohou je stanovenie sily F_H pri zdvíhaní bremen, teda pri dotáko-
 vaní strukt. (matice).

Z rovnováhy síl na naklon. rovine platí:

$$\begin{aligned} \sum F_{ix} = 0: & F_H - F_N \cdot f \cdot \cos \gamma - F_N \cdot \sin \gamma = 0 \\ \sum F_{iy} = 0: & -F_Q + F_N \cdot f \cdot \sin \gamma + F_N \cdot \cos \gamma = 0 \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{Riešením a úpravou pre}$$

hnacia sila platí $F_H = F_Q \cdot \tan(\gamma + \varphi_2)$, kde pre trecí uhol φ_2
 a treciu silu F_T v
 závitoch strukt. spoj. platí: $\varphi_2 = \arctan \frac{f_z}{\cos \alpha/2}$,
 $F_T = F_N \cdot \tan \varphi_2$. Prícom α - uhol profilu závit.



Pri spúšťaní bremena, teda pri uvoľňovaní strukt-
 kového spojenia sa zmysel pohybu hmotn. b. obrá-
 ti a trecia sila bude pôs. opačným smerom. Potom uvoľňovaciu
 silu vypočítame podľa vzťahu $F_H = F_Q \cdot \tan(\gamma - \varphi_2)$.

SPOJE

-20-

Síla F_H působící na středním pólu. $d_2/2$ vytváří moment M_{zu} , který překonává odpor tření v závěte při montáži. Potom platí

$$M_{zu} = F_H \cdot \frac{d_2}{2} = \frac{1}{2} \cdot d_2 \cdot F_Q (\gamma + \varphi_2)$$

Pro odporový moment tření mezi matice a hl. šroubkem a podložkou platí, že $M_{pu} = f_p \cdot F_Q \cdot D_p$, kde D_p je str. prům. stykové plochy, který vypočítáme

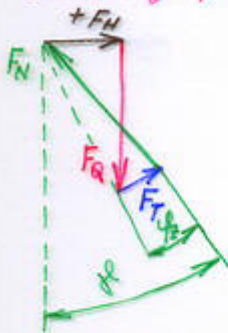
$$D_p = \frac{D_k + D_o}{2} \quad D_k - \text{šířka otvoru montážn. tlačí} \quad D_o - \text{průměr otvoru pro šroubek.}$$

[Dosadíme a úpr. pro výsl.

vztahů účlov. momentu platí: $M_u = F_Q \left[\frac{1}{2} d_2 \cdot \tan(\gamma + \varphi_2) + f_p \cdot D_p \right]$

SAMOSVORNOST ŠKRTK. SPOJA

Důležitou vlast. str. spoja je samosvornost. Znamená to, že str. spoj při působení osové síly F_S NEUVOLNÍ.

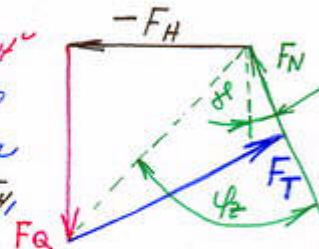


Zo vztahů spúšť. bremena vidíme, že ak $\gamma > \varphi_2 \Rightarrow F_H > 0$, to znamená, že musíme pôsobiť silou F_H v roznačenom smere, aby sa str. spoj účintom síly F_Q neuvolnil.

V danom príp. je síla F_T veľmi malá a samotný spoj nie je schopný zabezpečiť samosvornost.

Aby bol spoj samosvorný musí byť síla F_H nulová alebo záporná. To znamená, že pre uvoľnenie šroubk. spoja bude potrebné vynaložiť dostatočnú silu F_H , ktorá pôsobí opačne.

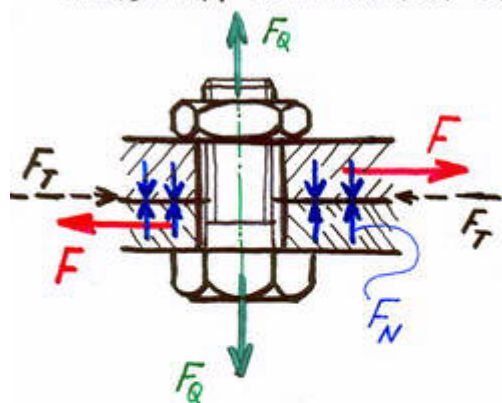
Teda musí platiť: $F_T > F_H \Rightarrow \varphi_2 > \gamma$



ÚČINNOST ŠKRTKOVÉHO SPOJA

Účinnosťou str. spoja rozumieme pomer medzi prácou účinnou a prácou vynaloženou pri zdvíhaní bremena o jednu okruž. šroubk.

SKRUTKA NAMÁHANÁ SÍLOU KOLMOU NA OS SKRUTKY



Priebežnou skrutkou sa uved. prípad zaťaž. musí prenášať trením v dosad. plochách spojov. plechov. Teda musí platiť: $F_T \geq F \Rightarrow F_T = k \cdot F$.

kde: $k = 1,3 \div 1,5$ - súč. bezpečn. prenosu
Trenie dosiahn. doťahnutím str. spojov silou $-F_Q$, čím vytvoríme priťahúnd-nor-málovu $-F_N$ -silu medzi plechni. $F_Q \approx F_N$.

Potom treciu silu vyjadríme $F_T = f \cdot F_N$ a jej dosadením do základnej podm. dostávame $F_N \cdot f = k \cdot F$. Z podm. pre ťah platí $\sigma_t = \frac{F_N}{S_j} \leq \sigma_{td}$

$$S_j \cdot \sigma_{td} \cdot f \geq k \cdot F \Rightarrow S_j \geq \frac{k \cdot F}{\sigma_{td} \cdot f}$$

Priebežná skrutka nesmie byť zaťažená strehmi.

Pre daný prípad zaťaženia sa často použ. licované str. Licované str. sa dimenzujú z podm. na STREH a kontrolujú z podm. na TLAK (otlač.).

$$\sigma_s = \frac{F}{S_{dr}} \leq \sigma_{sd} \Rightarrow S_{dr} = \frac{\pi d_{dr}^2}{4}$$

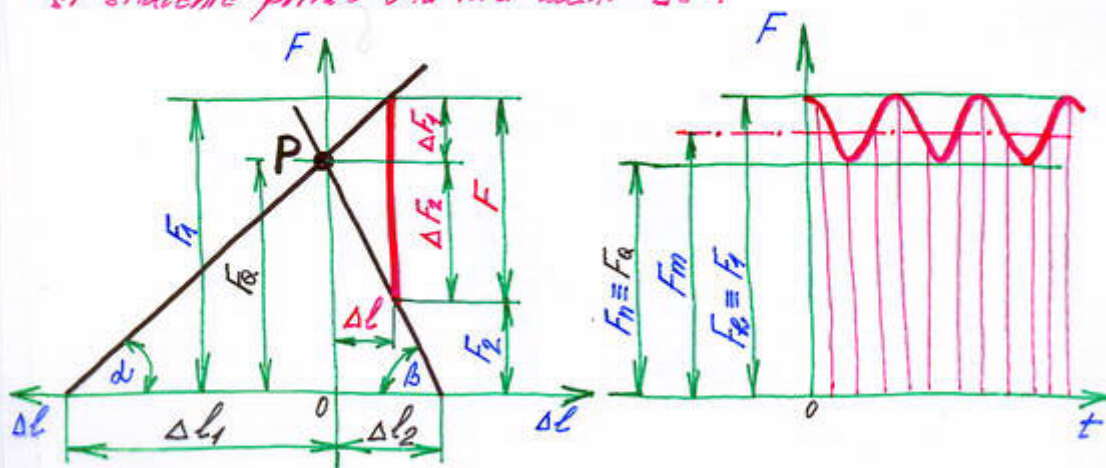
$$\sigma_d = \frac{F}{S} \leq \sigma_{dd} \text{ pričom } S = l' \cdot d_{dr} \text{ kde } l' - \text{dĺžka drážky str. len jednej časti spojenia (jedného plechu)}$$

SKRUTKY ZAŤAŽENÉ ŤAHOVOU SÍLOU

Zaťaženie prevádzkovou silou F v smere osi skrutky sa vyskytuje hlavne pri spojení veta a valca tlakovej nádoby. V uved. príp. str. spojenie bude zaťažené silou predpätia F_Q a promentivou prevádzkovou silou F . Z uved. dôvodu str. spojenie má za účelu za-medziť rozvoztu styku spojovaných celkov.

Pri montáži (utákovani) sa skrutky zaťažujú silou F_Q - predpätím, v

dôsledku čoho dôjde k predĺženiu str. o hodn. Δl_1 a zároveň k stlačeniu prírub o hodn. Δl_2 , podľa str.. Zároveň pôsobením prevádzkovej sily F predĺženie str. sa zväčší o hodn. $-\Delta l$, tým sa zmenší stlačenie prírub o tú istú hodn. $-\Delta l$.



Pre pom. predĺž.: $\epsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma}{E} = \frac{F}{S \cdot E} \Rightarrow$ predĺženie $\Delta l = F \cdot \frac{l}{S \cdot E}$; stlačenie

SKRUTKA: $\Delta l_1 = F_Q \cdot \frac{l_s}{S_1 \cdot E_1} = F_Q \cdot k_1 \Rightarrow k_1 = \frac{\Delta l_1}{F_Q} \left[\frac{m}{N} \right]$ deform. konšt. str.

PRÍRUBA: $\Delta l_2 = F_Q \cdot \frac{l_{pr}}{S_2 \cdot E_2} = F_Q \cdot k_2 \Rightarrow k_2 = \frac{\Delta l_2}{F_Q} \left[\frac{m}{N} \right]$ deform. konšt. prírb.

Pre konštanty tuhosti skrutky a príruby platí:

$$c_1 = \frac{1}{k_1} = \frac{S_1 \cdot E_1}{l_s}; \left[\frac{N}{m} \right]$$

$$c_2 = \frac{1}{k_2} = \frac{S_2 \cdot E_2}{l_{pr}}; \left[\frac{N}{m} \right]$$

Z diagramu str. spoja je možné konitat. rovnosť síl po jeho zmenovaní: $F_1 = F_2 = F_Q$. Po zaťažení spoja prevádzkovou silou $-F$ môžeme závislosť zúčastnených síl vyjadriť: $F_1 = F_Q + F$. Následne uvidíme vznik prírastkov síly v strážke ΔF_1 a v prírb. ΔF_2 , ktorých veľkosti môžeme vyjadriť: $F = \Delta F_1 + \Delta F_2$, $\Delta F_1 = c_1 \cdot \Delta l$, $\Delta F_2 = c_2 \cdot \Delta l$.

Z uvedených vzťahov vyjde, že ΔF_1 po zaťažení silou F je: $\Delta F_1 = F \cdot \frac{c_1}{c_1 + c_2}$ a ΔF_2 bude: $\Delta F_2 = F \cdot \frac{c_2}{c_1 + c_2}$.

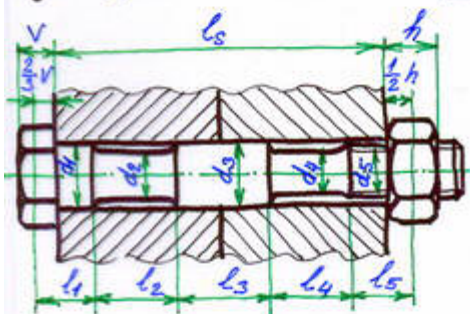
Z diagr. str. spojov zistíme vzťah pre stanovenie predpätia F_Q .
Vychádzame z nasled. dvahy. Pre zabezpečenie správnej funkcie spojov je nutná určitá minimálna veľkosť sily F_2 , ktorá sa vyjadruje prostredn. súčiniteľa tesnosti spoja - ψ -.

Platí, že $F_2 = \psi \cdot F_1$, kde $\psi = 0,2 \div 0,5$ ($\cong 0,3$).

Pre predpätie následne vyjde, že $F_Q = \psi \cdot F + \Delta F_2 = F \left(\psi + \frac{c_2}{c_1 + c_2} \right)$.

Pre takto stanov. predp. - F_Q -, podľa vzťahu pre výp. ťahovacieho momentu - M_0 - vypočítame jeho hodnotu.

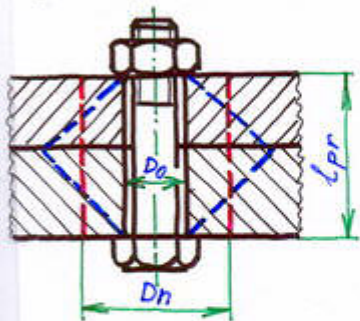
Pri výpočte tuhosti str. - c_1 - vychádzame z: l_{s1} , E_1 a S_1 .



Veľkosť náhradného prierezu S_1 strutky vyjadríme $\frac{1}{S_1} = \sum_{m=1}^n \frac{l_m}{S_m \cdot l_s}$

kde S_m je veľkosť prierezu m-ého z n častí str. a l_m je jej dĺžka.

Pri výpočte tuhosti priruby - c_2 - vychádzame z: $l_{pr} = H$, E_2 a S_2



Veľkosť prierezu S_2 , ktorý odpovedá deformovanému objemu materiálu spojov. súč. v mieste spojov sa stanoví $S_2 = \frac{\pi}{4} (D_n^2 - D_o^2)$

kde D_n je vonk. priem. náhradn. dut. valca určeného z dvojhuželou, charakterizujúceho rozlož. hmoty v prirubách.

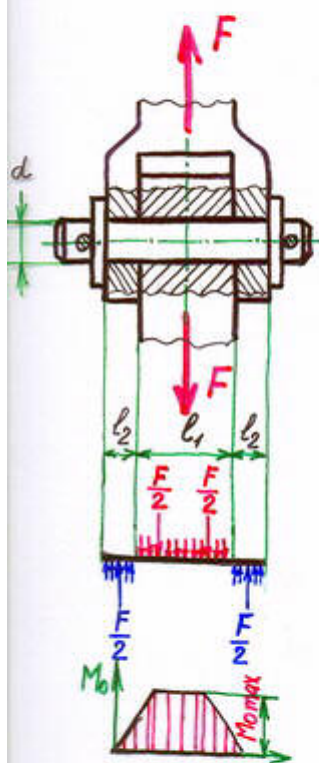
Vypočítame ho nasled.: $D_n = D_k + \frac{l_{pr}}{2}$, kde D_k - veľkosť mont. kľúča

Pri prevádzke je str. zatienená silou - F_1 - a str. sa dimenzuje z ťahového napätia: $\sigma_t = \frac{F_1}{S_1} \leq \sigma_{to}$ kde $\sigma_{to} = \frac{R_e}{n}$; $n = 4,5 \div 3$

SPOJOVACIE ČAPY

Spojov. čapy sa používajú k otočnému spojeniu súč., ktoré prenášajú sily pôsob. kolmo na os čapu. Spojené súč. sa pritom môžu vzájomne natáčať okolo osi čapu o malý uhol. Spojov. čapy sú normalizované.

Pri prenosu vonk. záťaž. sú namáhané najmä ohyb., šmyk a tlač (otlačenie). Klasickým príkl. spoj. so spojovacím čapom je spojenie vŕtanej vidlice s vnútornou tyžou.



Namáh. spojov. čapu záťaž. silou F sa rieši ako namáhanie nosníka na dvoch podperách ohybom.

$$M_{\max} = \frac{F}{2} \cdot \left(\frac{l_2}{2} + \frac{l_1}{4} \right) \text{ a } \sigma_0 = \frac{M_{\max}}{W_0} \leq \sigma_0$$

kde $W_0 = \frac{\pi d^3}{32}$ potom

$$\sigma_0 = \frac{4F \cdot (2l_2 + l_1)}{\pi d^3} \leq \sigma_0$$

V ďalšom sa kontroluje tlak v stykových plochách

čapu a vidlice: $p_1 = \frac{F}{d \cdot l_1} \leq p_0$ $p_2 = \frac{F}{2 \cdot d \cdot l_2} \leq p_0$

Ohybové namáh. čapu je do značnej miery ovplyvnené jeho presným uložením – zabezpečenie malých vŕt. medzi čapom a spojovanými súč.

V tom príp. bude rozkladujúcim namáhaním čapu strih so šmykovým nap.: $\tau_s = \frac{F}{2 \cdot \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{2F}{\pi d^2} \leq \tau_{s0}$

Prakticky sa realiz. kontr. sa strihu aj v príp. malého ohybového nap.

Ak je zadaná sila F a sú známe rozm. vidlice a vnút. tyže l_1, l_2, D – vŕt. priemer, stanoví sa priem. čapu z ohybu alebo strihu.

Ak nie sú známe predch. hodn. (F, l_1, l_2, D) navrhnú sa podľa empirických vzťahov: $l_1 \approx (0,5 \div 0,7) \cdot d$; $l_2 \approx (1,5 \div 1,7) \cdot d$; $D \approx (2 \div 2,5) \cdot d$ – pre oceľ $D \approx (3 \div 3,5) \cdot d$ – sivú lit.