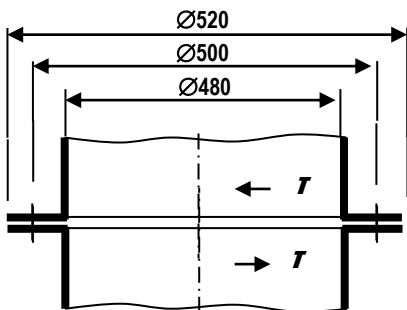


## РЕШЕЊА ЗАДАКА ИЗ ЗАВРТАЊСКИХ ВЕЗА – ДОДАТНИ ЗАДАЦИ 6-9

6. У оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, одредити (а) потребан број завртњева, ако је познато да се завртањска веза састоји од завртњева називног пречника М10, класе чврстоће 6.8, да је однос крутости  $c_b/c_z = 5$ , да је завртањска веза оптерећена обртним моментом  $T = 1000 \text{ Nm}$  и да је коефицијент трења  $\mu_0 = 0,2$  и (б) степен сигурности на проклизавање.



У питању је групна завртањска веза са претходно притегнутим неподешеним завртњима, оптерећена моментом у равни споја. Како би одредили потребан број завртњева крећемо од израза за израчунавање силе претходног притезања према претходном прорачуну:  $F_p = \gamma \cdot F_r + \xi_p \cdot F_b$

Како нема уздужног оптерећења радна сила  $F_r$  је једнака нули и тада је:  $F_p = \xi_p \cdot F_b$

На основу познатих карактеристика завртња одређујемо:

$$M10 \rightarrow A_s = 58 \text{ mm}^2$$

$$6.8 \rightarrow R_{eh} = 480 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

и израчунавамо силу претходног притезања:  $F_p = 0,6 \cdot A_s \cdot R_{eh}$

$\xi_p = 1,75$  за статичко оптерећење.

$F_s = \frac{2 \cdot T}{d_\mu \cdot z}$  при чему је број завртњева  $z$  непозната. Добијамо зависност силе смицања и броја завртњева.

$d_\mu = \frac{2 d_s^3 - d_u^3}{3 d_s^2 - d_u^2}$  Пречник проклизавања одређујемо према скици где је  $d_s = 520 \text{ mm}$  и  $d_u = 480 \text{ mm}$ .

$F_b = \frac{F_s \cdot S_{\mu \min}}{i \cdot \mu_0}$  добијену зависност уврстимо у израз за израчунавање силе у плочама.

На крају зависност силе у плочама од броја завртњева уврстимо у израз за израчунавање силе претходног притезања  $F_p = \xi_p \cdot F_b$  и на основу ове зависности одређујемо потребан број завртњева.

Рачунски број завртњева заокружујемо на први већи цео број (нпр. 11,4 на 12).

**б) Степен сигурности против проклизавања:**

према обрасцима за прорачун завртњева следи:  $S_\mu = \frac{F_\mu}{F_s} \geq S_{\mu \min} = 1,2 \dots 1,8$  (3)

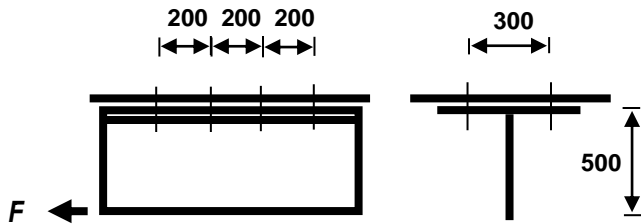
Сила трења се израчунава према изразу:  $F_\mu = i \cdot \mu_0 \frac{F_b}{\xi_p}$

Сила у плочама је:  $F_b = F_p - \frac{c_b}{c_z + c_b} F_r$  при чему нема уздужног оптерећења и тада је радна сила  $F_r = 0$ .

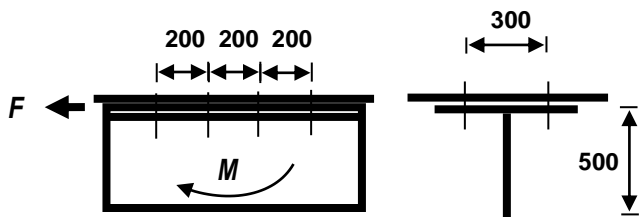
Сила претходног притезања се израчунава према изразу:  $F_p = 0,6 R_{eh} A_s$  (већ израчунато у првом делу задатка и можемо преузети вредност).

Када израчунамо степен сигурности поредимо га са препорученом вредности и дајемо коментар.

7. У оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, одредити (а) дозвољено статичко оптерећење –  $F$ , и (б) степен сигурности на проклизавање споја ако је познато да се групна завртањска веза састоји од осам завртњева M10, класе чврстоће 6.8, да је однос крутости  $c_b/c_z = 5$  и да је коефицијент трења на месту контакта  $\mu_0 = 0,2$ .



Сила није у тежишту завртањске везе и из тог разлога је померамо у тежиште. Последица је појава момента који је управан на раван споја,  $M = F \cdot 500$ .



Сила  $F$  изазива попречно оптерећење завртњева (смицање), а момент  $M$  уздужно оптерећење. Према томе задатак почињемо од израза за израчунавање силе претходног притезања:  $F_p = \gamma \cdot F_r + \xi_p \cdot F_b$ , где је  $\gamma = \xi_p = 1,75$  за стат. оптерећење.

Сила претходног притезања се израчунава као:  $F_p = 0,6 \cdot A_s \cdot R_{eh}$ , за карактеристике завртња:

$$M10 \rightarrow A_s = 58 \text{ mm}^2$$

$$6.8 \rightarrow R_{eh} = 480 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Са становишта **уздужног оптерећења** постављамо израз за одређивање зависности макс. радне силе и силе  $F$ .

$$F_{r\max} = \frac{M \cdot y_{\max}}{\sum y_i^2 \cdot z_i} = \frac{F \cdot 500 \cdot 600}{200^2 \cdot 2 + 400^2 \cdot 2 + 600^2 \cdot 2} \dots$$

Са становишта **попречног оптерећења** одређујемо зависност силе у плочама и силе  $F$ .

$$F_b = \frac{F_s \cdot S_{\mu\min}}{i \cdot \mu_0} = \frac{\frac{F}{8} \cdot 1,5}{1 \cdot 0,2}, \text{ где је } F_s = \frac{F}{z} = \frac{F}{8}$$

Овако добијене зависности уврстимо у почетни израз за силу претходног притезања:

$$F_p = \gamma \cdot F_r + \xi_p \cdot F_b \text{ и на основу тога одређујемо интензитет силе } F.$$

**б) Степен сигурности против проклизавања:**

према обрасцима за прорачун завртњева следи:  $S_{\mu} = \frac{F_{\mu}}{F_s} \geq S_{\mu\min} = 1,2 \dots 1,8 \quad (3)$

Сила трења се израчунава према изразу:  $F_{\mu} = i \cdot \mu_0 \frac{F_b}{\xi_p}$

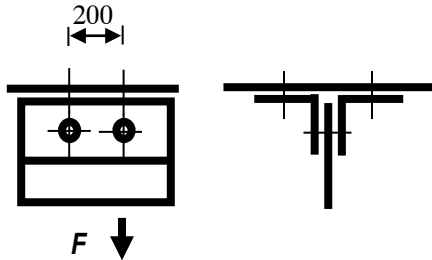
Сила у плочама је:  $F_b = F_p - \frac{c_b}{c_z + c_b} F_r$ , при чему уздужно оптерећење постоји и радна сила је  $F_r = \frac{F_{r\max}}{2}$ .

Однос крутости је задат текстом задатка  $\frac{c_b}{c_z} = 5$ , а уврштавамо га на следећи начин:  $\frac{c_b}{c_b + c_z} = \frac{\frac{c_b}{c_z}}{\frac{c_b}{c_z} + 1} = \frac{5}{5 + 1} = \frac{5}{6}$

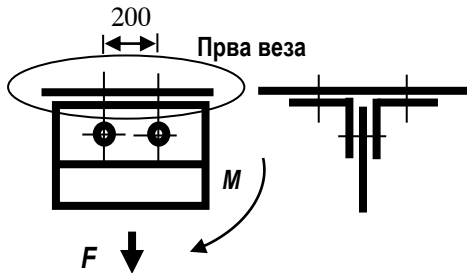
Сила претходног притезања се израчунава према изразу:  $F_p = 0,6 R_{eh} A_s$  (већ израчунато у првом делу задатка и можемо преузети вредност).

Израчунати степен сигурности поредимо са препорученом вредности и дајемо коментар.

8. У оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, одредити (а) дозвољено једносмерно променљиво оптерећење –  $F$ , и (б) степен сигурности на проклизавање споја ако је познато да се групна завртањска веза састоји од шест завртњева пречника М16, класе чврстоће 9.8, да је однос крутости  $c_b/c_z = 5$ , и да је коефицијент трења на месту контакта  $\mu_0 = 0,2$ .



Ова завртањска веза се може поделити на две посебне и свака се посебно прорачунава. Сила није у тежишту завртањске везе и из тог разлога је померамо у тежиште. Последица је појава момента.



Прва завртањска веза се састоји од 4 завртња који причвршћују два Л профила за подлогу (плафон). Завртњи испод не учествују у преносу оптерећења и неће се разматрати. У оквиру Прве везе сила  $F$  изазива уздужно оптерећење завртњева, а момент је управан на раван споја и такође изазива уздужно оптерећење.

Према томе, за Прву завртањску везу можемо написати израз за израчунавање силе претходног притезања:  $F_p = \gamma \cdot F_r$ . За динамичко оптерећење је  $\gamma = 2 \div 4 \rightarrow 3$ . Сада можемо почети са одређивањем дозвољеног оптерећења за **Прву везу**.

Радна сила  $F_r$  је последица дејста силе и момента:  $F_r = F_{r_{\max}} + F_{rF}$ .

$$\text{При чему је: } F_{r_{\max}} = \frac{M \cdot y_{\max}}{\sum y_i^2 \cdot z_i} = \frac{F \cdot 100 \cdot 200}{200^2 \cdot 2} = \frac{F}{4} \text{ и } F_{rF} = \frac{F}{z} = \frac{F}{4} \text{ следи да је } F_r = F_{r_{\max}} + F_{rF} = \frac{F}{4} + \frac{F}{4} = \frac{F}{2}$$

Сила претходног притезања се израчунава као:  $F_p = 0,6 \cdot A_s \cdot R_{eh}$ , за карактеристике завртња:

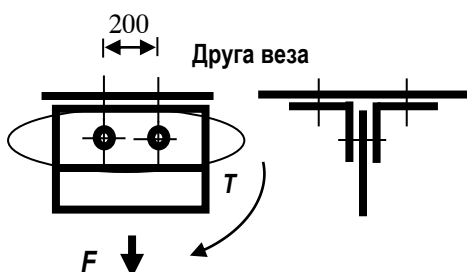
$$M16 \rightarrow A_s = 157 \text{ mm}^2$$

$$9.8 \rightarrow R_{eh} = 720 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Сада заменом у први израз можемо израчунати дозвољено оптерећење за **Прву везу**  $F_1$ .

**Друга веза**

Сила није у тежишту завртањске везе и из тог разлога је померамо у тежиште. Последица је појава момента.



Друга завртањска веза се састоји од 2 завртња који причвршћују плочу између два Л профила. Завртњи изнад не учествују у преносу оптерећења и неће се разматрати. У оквиру Друге везе сила  $F$  изазива попречно оптерећење завртњева, а момент је у равни споја и такође изазива попречно оптерећење (смицање).

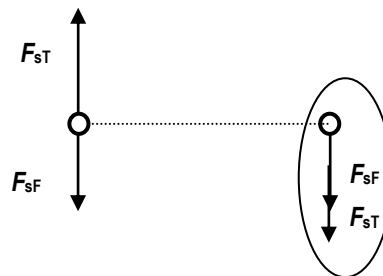
Према томе, за Другу завртањску везу можемо написати израз за израчунавање силе претходног притезања:

$F_p = \xi_p \cdot F_b$ . За динамичко оптерећење је  $\xi_p = 2 \div 4 \rightarrow 3$ . Сада можемо почети са одређивањем дозвољеног оптерећења за **Другу везу**.

Сила смицања има две компоненте, једну од силе  $F$  и једну од момента  $T$ .

$$F_{sF} = \frac{F}{z} = \frac{F}{2} = 0,5F$$

$$F_{sT} = \frac{2 \cdot T}{d_\mu \cdot z} = \frac{2 \cdot F \cdot 100}{200 \cdot 2} = 0,5F$$



Према скици закључујемо да је укупна сила смицања:

$$F_s = F_{sF} + F_{sT}$$

$F_b = \frac{F_s \cdot S_{\mu \min}}{i \cdot \mu_0}$  заменом вредности у израз за силу у плочама, добијамо зависност силе у плочама од силе укупне

силе смицања. **Број равни смицања је 2!**

Заменом добијених зависности у израз  $F_p = \xi_p \cdot F_b$  добијамо дозвољено оптерећење за **Другу везу**  $F_{II}$ .

Резултат су два дозвољена оптерећења. Потребно је упоредити њихове вредности и закључити које је дозвољено оптерећење. Дозвољено оптерећење је сила која има мању вредност из разлога што обе завртањске везе могу да пренесу мању силу.

#### б) Степен сигурности против проклизавања:

Степен сигурности против проклизавања се израчунава само за **ДРУГУ** завртањску везу зато што у њој постоји попречно оптерећење.

према обрасцима за прорачун завртњева следи:  $S_\mu = \frac{F_\mu}{F_s} \geq S_{\mu \min} = 1,2 \dots 1,8$  (3)

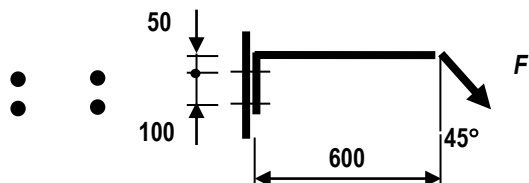
Сила трења се израчунава према изразу:  $F_\mu = i \cdot \mu_0 \frac{F_b}{\xi_p}$

Сила у плочама је:  $F_b = F_p - \frac{c_b}{c_z + c_b} F_r$  при чему нема уздужног оптерећења и тада је радна сила  $F_r = 0$ .

Сила претходног притезања се израчунава према изразу:  $F_p = 0,6 R_{eH} A_s$  (већ израчунато у првом делу задатка и можемо преузети вредност).

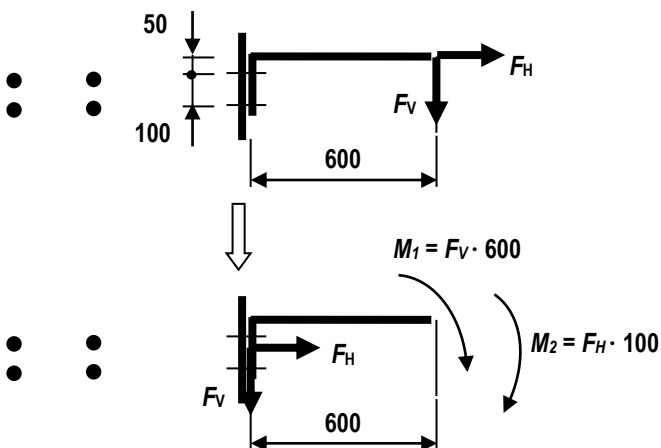
Када израчунамо степен сигурности поредимо га са препорученом вредности и дајемо коментар

#### 9. У оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, која се састоји од четири завртња, класе



чврстоће 8.8, одредити потребан пречник завртњева, ако је познато да је завртањска веза оптерећена једносмерно променљивом силом  $F = 5000 \text{ N}$  и да је однос крутости  $c_b/c_z = 5$  и коефицијент трења на месту додира  $\mu_0 = 0,2$ .

Сила није у тежишту завртањске везе и потребно је пребацити је у тежиште. Како је сила под углом, прво је потребно разложити је.



Утицај обртних момената  $M_1$  и  $M_2$  може се узети у обзир заједно, па је укупни момент  $M = M_1 + M_2 = F_v \cdot 600 + F_H \cdot 100$ . Пречник завртња одређујемо на основу ефективне површине попречног пресека завртња  $A_S$  према следећем изразу:

$$A_S = \frac{F_p}{0,6 \cdot R_{eh}}$$

где је  $R_{eh} = 640 \frac{N}{mm^2}$ .

Сила  $F_v$  изазива попречно оптерећење завртњева (смицање), а момент  $M$  и сила  $F_H$  уздужно оптерећење. Према томе задатак почињемо од израза за израчунавање силе претходног притезања:  $F_p = \gamma \cdot F_r + \xi_p \cdot F_b$ , где је  $\gamma = \xi_p = 3$  за променљиво оптерећење.

Укупна радна сила се израчунава:

$$F_r = F_{rF_H} + F_{rmax}$$

$$F_{rF_H} = \frac{F_H}{z} = \frac{F_H}{4}$$

$$F_{rmax} = \frac{M \cdot y_{max}}{\sum y_i^2 + z_i} = \frac{M \cdot 100}{100^2 \cdot 2}$$

Када разматрамо попречно оптерећење израчунавамо силу смицања и силу у плочама према следећим изразима:

$$F_S = \frac{F_H}{z} = \frac{F_H}{4}$$

$$F_b = \frac{F_S \cdot S_{\mu min}}{i \cdot \mu_0} = \frac{\frac{F_H}{4} \cdot 1,5}{1 \cdot 0,2}$$

Заменом добијених вредности у израз за израчунавање силе претходног притезања можемо израчунати ефективну површину попречног пресека завртња  $A_S$ .

$A_S = \frac{F_p}{0,6 \cdot R_{eh}}$ , на основу рачунске вредности усвајамо прву већу стандардну вредност и усвајамо пречник завртња. (47. страница, табела 3.1)