

ЗАДАЦИ ИЗ ЗАВРТАЊСКИХ ВЕЗА

1.

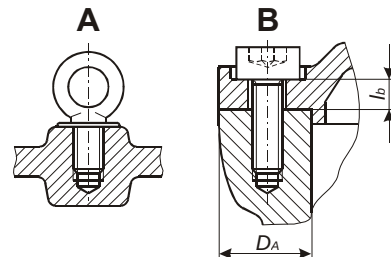
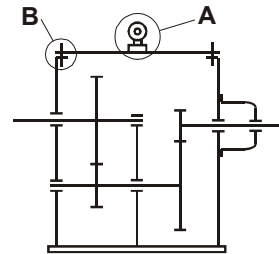
За двостепени зупчasti моторни редуктор, приказан на слици, срачунати:

A – називни пречник прстенастог завртња којим се редуктор качи приликом утовара, уградње и ремонта, ако је познато:

- маса моторног редуктора напуњеног уљем $m = 250 \text{ kg}$,
- фактор удара, који изима у обзир могуће преоптерећење при дизању редуктора $k = 5$,
- материјал прстенастог завртња челик, класе чврстоће 5.6,
- рачунати да завртањ није претходно притегнут.

B – пречнике 4 уздужно оптерећена неподешена завртња којима се поклопац кућишта везује за кућиште, ако је познато да је:

- материјал завртња челик, класе чврстоће 6.8,
- рачунати као да је реч о обичном претходно притегнутом (преднапрегнутом) завртањском споју, пошто при оптерећењу завртњева не постоји могућност да уље испури.



Решење:

A)

УЗДУЖНА СИЛА – НЕПРИТЕГНУТИ ЗАВРТАЊ

$$\text{Класа чврстоће материјала } 5.6 \rightarrow R_{eH} = 300 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Оптерећење завртња:

$$m = 250 \text{ kg}$$

$$G = m \cdot g = 250 \cdot 10 = 2500 \text{ N}$$

$$k = 5 \rightarrow \text{фактор удара}$$

$$F = k \cdot G = 5 \cdot 2500 = 12500 \text{ N}$$

Рачуна се потребна површина ефективног попречног пресека завртња:

$$A_s \geq \frac{F \cdot S_{\min}}{R_{eH}} = \frac{12500 \cdot 1,375}{300} = 57,3 \text{ mm}^2$$

Из табеле метричког навоја усваја се први већи попречни пресек навоја.

(Међутим, за малу вредност разлике према првом стандардном мањем пречнику, могуће је одабрати и мањи пречник)

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

На основу прорачуна усваја се навој M10.

B)

УЗДУЖНА СИЛА – ПРИТЕГНУТИ ЗАВРТАЊ

$$\text{Класа чврстоће материјала } 6.8 \rightarrow R_{eH} = 480 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Прво треба израчунати оптерећење једног завртња:

$$F_r = \frac{F}{z} = \frac{12500}{4} = 3125 \text{ N}$$

$$\gamma = 1,75$$

Сила претходног притезања:

$$F_p = \gamma \cdot F_r = 1,75 \cdot 3125 = 5470 \text{ N}$$

Рачуна се потребна површина ефективног попречног пресека завртња:

$$A_s = \frac{F_p}{0,6 \cdot R_{eH}} = \frac{5470}{0,6 \cdot 480} = 19 \text{ mm}^2$$

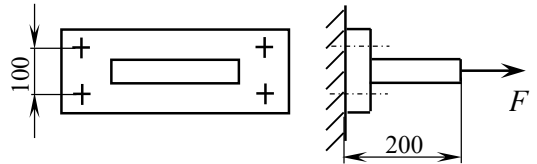
Из табеле метричког навоја усваја се први већи попречни пресек навоја:

$$A_s = 20,1 \text{ mm}^2 \rightarrow \boxed{\text{M6}}$$

На основу прорачуна усваја се навој М6.

2.

Одредити пречнике завртњева у оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, израђених од челика, класе чврстоће 5.8, ако је веза оптерећена динамичком силом $F = 3000 \text{ N}$.



Решење:

УЗДУЖНА СИЛА – ПРИТЕГНУТИ ЗАВРТАЊ

$$\text{Класа чврстоће материјала 5.8} \rightarrow R_{eH} = 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Прво треба израчунати оптерећење једног завртња:

$$F_r = \frac{F}{z} = \frac{3000}{4} = 750 \text{ N}$$

$$\gamma = 3$$

Сила претходног притезања:

$$F_p = \gamma \cdot F_r = 3 \cdot 750 = 2250 \text{ N}$$

Рачуна се потребна површина ефективног попречног пресека завртња:

$$A_s = \frac{F_p}{0,6 \cdot R_{eH}} = \frac{2250}{0,6 \cdot 400} = 9,375 \text{ mm}^2$$

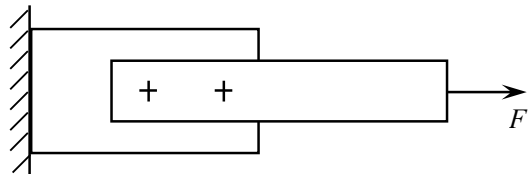
Из табеле метричког навоја усваја се први већи попречни пресек навоја:

$$A_s = 11,3 \text{ mm}^2 \rightarrow \boxed{\text{M4,5}}$$

На основу прорачуна усваја се навој М4,5.

3.

Одредити пречнике завртњева у оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, израђених од челика, класе чврстоће 8.8, ако је веза оптерећена статичком силом $F = 2000 \text{ N}$. Коефицијент трења на месту додир плоча је $\mu_o = 0,18$.



Решење:

ПОПРЕЧНА СИЛА – ПРИТЕГНУТИ ЗАВРТАЊ

$$\text{Класа чврстоће материјала } 8.8 \rightarrow R_{eH} = 640 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Прво треба израчунати попречно оптерећење једног завртња:

$$F_s = \frac{F}{z} = \frac{2000}{2} = 1000 \text{ N}$$

Потом се рачуна сила у плочама:

$$F_b = \frac{F_s \cdot S_\mu}{i \cdot \mu_0} = \frac{1000 \cdot 1,5}{1 \cdot 0,18} = 8333,33 \text{ N}$$

$$S_\mu = 1,2 \div 1,8 = 1,5$$

Сила претходног притезања:

$$F_p = \xi_p \cdot F_b = 1,75 \cdot 8333,33 = 14583,33 \text{ N}$$

$$\xi_p = 1,5 \div 2 = 1,75$$

Рачуна се потребна површина ефективног попречног пресека завртња:

$$A_s = \frac{F_p}{0,6 \cdot R_{eH}} = \frac{14583,33}{0,6 \cdot 640} = 37,98 \text{ mm}^2$$

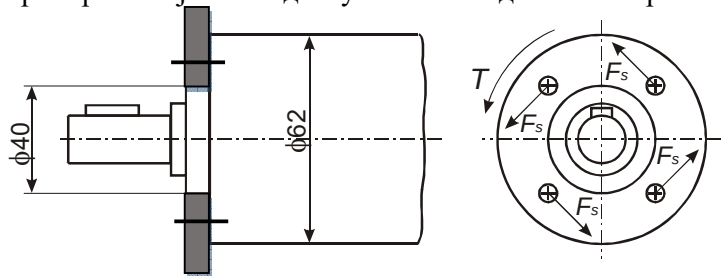
Из табеле метричког навоја усваја се први већи попречни пресек навоја:

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

На основу прорачуна усваја се навој M10.

4.

Планетарни редуктор, приказан на слици, причвршћен је за подлогу са 4 неподешена завртња израђених од челика, класе чврстоће 6.8. Коефицијент трења на месту додира редуктора и подлоге је $\mu_0 = 0,2$. Одредити потребне пречнике завртњева са становишта њихове носивости, ако је излазно вратило редуктора оптерећено променљивим обртним моментом $T = 18,85 \text{ Nm}$.



Решење:

СМИЦАЊЕ (ПОПРЕЧНИ МОМЕНТ) – ПРИТЕГНУТИ ЗАВРТАЊ

$$\text{Класа чврстоће материјала } 6.8 \rightarrow R_{eH} = 480 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Прво треба израчунати попречно оптерећење једног завртња:

$$F_s = \frac{2 \cdot T}{d_\mu \cdot z} = \frac{2 \cdot 18850}{51,79 \cdot 4} = 182 \text{ N}$$

$$d_\mu = \frac{2}{3} \cdot \frac{d_s^3 - d_u^3}{d_s^2 - d_u^2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{62^3 - 40^3}{62^2 - 40^2} = 51,79 \text{ mm}$$

Потом се рачуна сила у плочама:

$$F_b = \frac{F_s \cdot S_\mu}{i \cdot \mu_0} = \frac{182 \cdot 1,5}{1 \cdot 0,2} = 1363 \text{ N}$$

$$S_\mu = 1,2 \div 1,8 = 1,5$$

Сила претходног притезања:

$$F_p = \xi_p \cdot F_b = 3 \cdot 1363 = 4090 \text{ N}$$

$$\xi_p = 2 \div 4 = 3$$

Рачуна се потребна површина ефективног попречног пресека завртња:

$$A_s = \frac{F_p}{0,6 \cdot R_{eH}} = \frac{4090}{0,6 \cdot 480} = 14,2 \text{ mm}^2$$

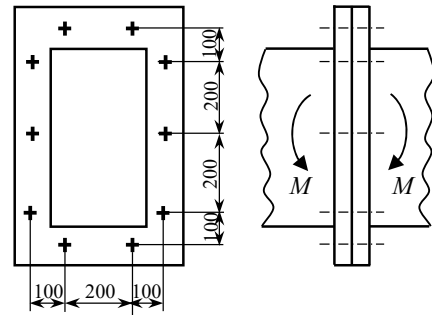
Из табеле метричког навоја усваја се први већи (баш тај исти) попречни пресек навоја:

$$A_s = 14,2 \text{ mm}^2 \rightarrow \boxed{\text{M5}}$$

На основу прорачуна усваја се навој M5.

5.

Одредити пречнике завртњева у оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, којима се прирубнице четвртастих (правоугаоних) цеви међусобно везују. Групна завртањска веза састоји се од 10 завртњева, класе чврстоће 4.8. Веза је оптерећена променљивим моментом савијања $M = 2000 \text{ Nm}$ у равни споја.

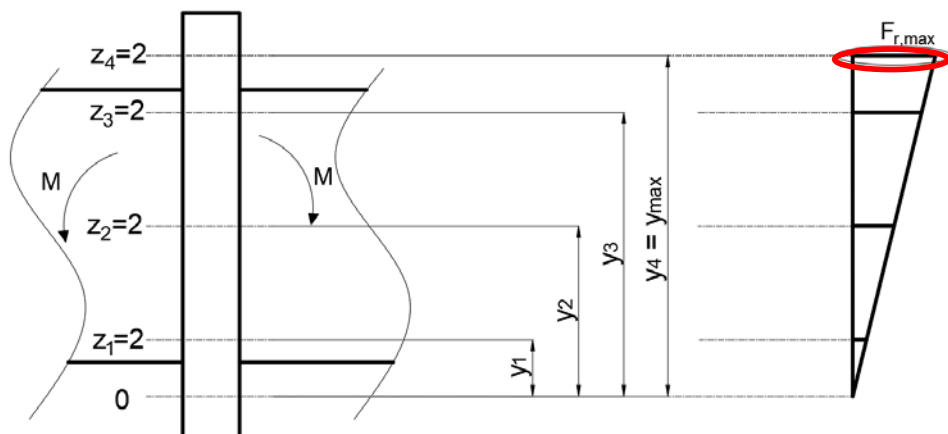


Решење:

ИСТЕЗАЊЕ (МОМЕНТ КОЛИ ИСТЕЖЕ) – ПРИТЕГНУТИ ЗАВРТАЊ

$$\text{Класа чврстоће материјала } 4.8 \rightarrow R_{eH} = 320 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

На слици је приказан спој, са означеним равнима завртња са шемом сила оптерећења. Из шеме се види да се максимална сила јавља у најудаљенијој равни.



Прво треба израчунати максимално оптерећење завртња:

$$F_{r,\max} = \frac{M \cdot y_{\max}}{\sum y^2 \cdot z_i} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 600}{100^2 \cdot 2 + 300^2 \cdot 2 + 500^2 \cdot 2 + 600^2 \cdot 2} = 845 \text{ N}$$

$$\gamma = 3$$

Сила претходног притезања:

$$F_p = \gamma \cdot F_r = 3 \cdot 845 = 2535 \text{ N}$$

Рачуна се потребна површина ефективног попречног пресека завртња:

$$A_s = \frac{F_p}{0,6 \cdot R_{eH}} = \frac{2535}{0,6 \cdot 320} = 13,2 \text{ mm}^2$$

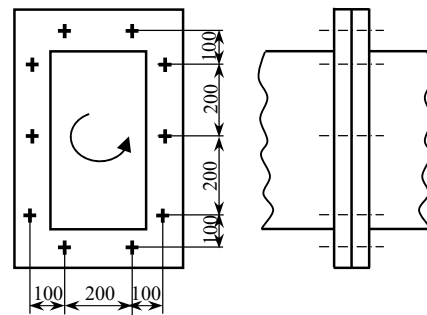
Из табеле метричког навоја усваја се први већи попречни пресек навоја:

$$A_s = 14,2 \text{ mm}^2 \rightarrow \boxed{\text{M5}}$$

На основу прорачуна усваја се навој M5.

6.

Одредити пречнике завртњева у оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, којима се прирубнице четвртастих (правоугаоних) цеви међусобно везују. Групна завртањска веза састоји се од 10 завртњева, класе чврстоће 4.8. Веза је оптерећена променљивим моментом увијања $T = 2500 \text{ Nm}$ у равни споја.



Решење:

СМИЦАЊЕ (МОМЕНТ КОЈИ СМИЧЕ) – ПРИТЕГНУТИ ЗАВРТАЊ

$$\text{Класа чврстоће материјала 4.8} \rightarrow R_{eH} = 320 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Прво треба израчунати максимално оптерећење завртња:

$$F_s = \frac{T}{\sum r_i \cdot z_i} = \frac{2,5 \cdot 10^6}{200 \cdot 2 + 200\sqrt{2} \cdot 4 + 316,23 \cdot 4} = 962,9 \text{ N}$$

$$r_1 = 200 \text{ mm}, z_1 = 2$$

$$r_2 = 200\sqrt{2} \text{ mm}, z_2 = 4$$

$$r_3 = \sqrt{100^2 + 300^2} = 316,23 \text{ mm}, z_3 = 4$$

Потом се рачуна сила у плочама:

$$F_b = \frac{F_s \cdot S_\mu}{i \cdot \mu_0} = \frac{962,91 \cdot 1,5}{1 \cdot 0,2} = 7221,84 \text{ N}$$

$$S_\mu = 1,2 \div 1,8 = 1,5$$

Сила претходног притезања:

$$F_p = \xi_p \cdot F_b = 3 \cdot 7221,84 = 21665,5 \text{ N}$$

$$\xi_p = 2 \div 4 = 3$$

Рачуна се потребна површина ефективног попречног пресека завртња:

$$A_s = \frac{F_p}{0,6 \cdot R_{eH}} = \frac{21665,5}{0,6 \cdot 320} = 112,84 \text{ mm}^2$$

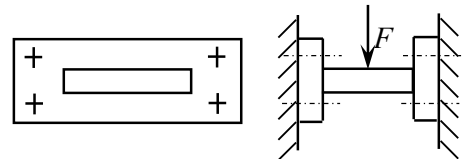
Из табеле метричког навоја усваја се први већи попречни пресек навоја:

$$A_s = 115 \text{ mm}^2 \rightarrow \boxed{\text{M14}}$$

На основу прорачуна усваја се навој M14.

7.

Одредити статичку силу у оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, израђених од челика, класе чврстоће 8.8 и пречника M8. Коefицијент трења на месту додира плоча је $\mu_0 = 0,18$.



Решење:

ПОПРЕЧНА СИЛА – ПРИТЕГНУТИ ЗАВРТАЊ

$$\text{Класа чврстоће материјала 8.8} \rightarrow R_{eH} = 640 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

На основу израза за ефективни попречни пресек, израчунаће се сила притезања:

$$F_p = 0,6 \cdot R_{eH} \cdot A_s = 0,6 \cdot 640 \cdot 36,6 = 14054,4 \text{ N}$$

На основу тога ће се одредити сила у плочама:

$$F_b = \frac{F_p}{\xi_p} = \frac{14054,4}{1,75} = 8031,09 \text{ N}$$

$$\xi_p = 1,5 \div 2 = 1,75$$

Из обрасца за силу у плочама ће се одредити попречна сила по једном завртњу:

$$F_s = \frac{i \cdot \mu_0 \cdot F_b}{S_\mu} = \frac{1 \cdot 0,18 \cdot 8031,09}{1,5} = 963,73 \text{ N}$$

$$S_\mu = 1,2 \div 1,8 = 1,5$$

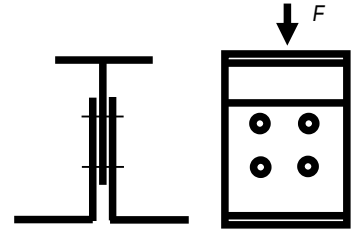
Укупна статичка сила која оптерећује везу са 8 завртања:

$$F = z \cdot F_s = 8 \cdot 963,73 = 7709,8 \text{ N}$$

Решење овог задатка је попречна сила $F = 7709,8 \text{ N}$.

8.

Одредити класу чврстоће завртњева М10 у оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, ако је веза оптерећена статичком силом $F = 5000 \text{ N}$. Коefицијент трења на месту додира плоча је $\mu_0 = 0,22$.

**Решење:****ПОПРЕЧНА СИЛА – ПРИТЕГНУТИ ЗАВРТАЊ**

Прво треба израчунати попречно оптерећење једног завртња:

$$F_s = \frac{F}{z} = \frac{5000}{4} = 1250 \text{ N}$$

Потом се рачуна сила у плочама:

$$F_b = \frac{F_s \cdot S_\mu}{i \cdot \mu_0} = \frac{1250 \cdot 1,5}{2 \cdot 0,22} = 4261,36 \text{ N}$$

$$S_\mu = 1,2 \div 1,8 = 1,5$$

Сила претходног притезања:

$$F_p = \xi_p \cdot F_b = 1,75 \cdot 4261,36 = 7457,39 \text{ N}$$

$$\xi_p = 1,5 \div 2 = 1,75$$

Из обрасца за попречни пресек рачуна се потребна граница течења материјала завртња:

$$R_{eH} = \frac{F_p}{0,6 \cdot A_s} = \frac{7457,39}{0,6 \cdot 58} = 214,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

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

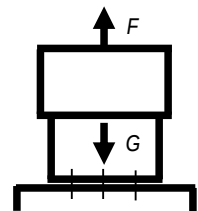
Из табеле материјала усваја се прва већа граница течења:

$$R_{eH} = 240 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \rightarrow 4.6$$

На основу прорачуна усваја се материјал класе чврстоће 4.6.

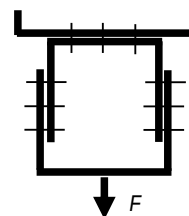
9.

У оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, одредити потребан пречник завртњева ако је познато да је групна завртањска веза оптерећена променљивом силом $F = 10000 \text{ N}$ и да је тежина дела који се везује за подлогу $G = 5000 \text{ N}$, ако је познато да се завртањска веза састоји од шест завртњева, класе чврстоће 6.8.



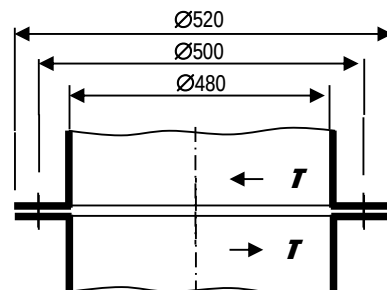
10.

У оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, одредити потребан пречник завртњева ако је познато да је групна завртањска веза оптерећена статичком силом $F = 10000 \text{ N}$, ако је познато да се завртањска веза састоји од завртњева класе чврстоће 6.8 и да је коефицијент трења $\mu_o = 0,21$.



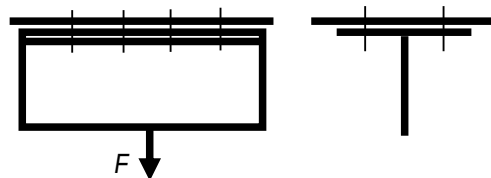
11.

У оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, одредити потребан број завртњева у оквиру групне завртањске везе ако је познато да је завртањска веза оптерећена обртним моментом $T = 1000 \text{ Nm}$, да се састоји од завртњева називног пречника M10, класе чврстоће 6.8 и да је коефицијент трења $\mu_o = 0,2$.



11.

У оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, одредити дозвољено статичко оптерећење F ако је познато да се групна завртањска веза састоји од осам завртњева M10, класе чврстоће 6.8 и да је коефицијент трења на месту контакта $\mu_o = 0,22$.



12.

У оквиру групне завртањске везе, приказане на цртежу, одредити дозвољено једносмерно променљиво оптерећење F ако је познато да се групна завртањска веза састоји од шест завртњева пречника M16, класе чврстоће 9.8 и да је коефицијент трења на месту контакта $\mu_o = 0,2$.

