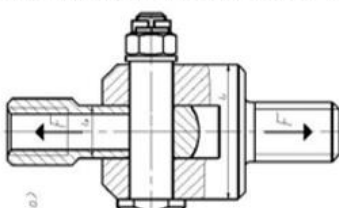


POLITECHNIKA WROCŁAWSKA			
PROJEKTOWANIE ELEMENTÓW I ZESPOŁÓW MECHANICZNYCH			
Autor		Grupa M01-39a	
Imię i nazwisko:	Numer indeksu:	Numer projektu:	Data oddania:
Patryk Olearczyk	261089	III	25.04.2022
Temat projektu:			
Projekt połączenia sworznioowego			

### Projekt 3/8: Projekt połączenia sworznioowego:

Zaprojektuj połączenie sworznioowe widelkowe o nośności 10 kN. Wykonaj rysunek złożeniowy połączenia i rysunki wykonawcze: widełek i ucha, uwzględniające ich połączenia z ciągnami.



DANE:	OBLICZENIA:	WYNIKI:
<p><math>F = 10 \text{ [kN]}</math></p> <p>Materiał sworznia: Stal 20H <math>k_g = 190 \text{ MPa}</math> <math>k_c = 325 \text{ MPa}</math></p> <p>Materiał widełek i ucha: Stal C45 <math>k_{rj} = 95 \text{ MPa}</math> <math>k_r = 170 \text{ MPa}</math></p>	<p>Rys. 1. Schemat połączenia sworznioowego.</p> <p>1. Warunek wytrzymałościowy naprężeń normalnych sworznia na zginanie:</p> $Mg_{\max} = \frac{1}{2} F \left( \frac{1}{2} L_2 + \frac{1}{4} L_1 \right) = \frac{1}{8} F (2L_2 + L_1)$ <p><math>L_1 = (1.5 \div 1.7)d</math>, przyjmujemy <math>L_1 = 1.5d_{sw}</math>  <math>L_2 = (0.3 \div 0.5)L_1</math>, przyjmujemy <math>L_2 = 0.5L_1</math></p> $L = L_1 + 2L_2 = 1.5d_{sw} + 2 \cdot 0.5 \cdot 1.5d_{sw} = 3d_{sw}$ $Mg_{\max} = \frac{1}{8} F \cdot 3d_{sw} = 0.37 Fd$ $\sigma_g = \frac{Mg_{\max}}{W_x} \leq k_g$	

$$\frac{0.37 F d_{sw}}{\frac{\pi d_{sw}^3}{32}} \leq k_g \Rightarrow d_{sw} \geq \sqrt[3]{\frac{0.37 F}{0.1 k_g}}$$

$$d_{sw} \geq \sqrt{\frac{3.7 \cdot 10 \cdot 10^3}{0.1 \cdot 190}} \left[ \frac{N}{\frac{N}{mm^2}} \right]$$

$$d_{sw} \geq 14 \text{ mm}$$

Przyjmujemy  $d_{sw} = 20 \text{ mm}$

$$L_1 = 1.5 d_{sw} = 1.5 \cdot 20 = 30 \text{ mm}$$

$$L_2 = 0.5 \cdot L_1 = 15 \text{ mm}$$

$$L = 2 \cdot 15 + 30 = 60 \text{ mm}$$

$$d_{sw} = 20 \text{ mm}$$

$$L_1 = 30 \text{ mm}$$

$$L_2 = 15 \text{ mm}$$

$$L = 60 \text{ mm}$$

2. Wytrzymałość sworznia na nacisk powierzchniowy:

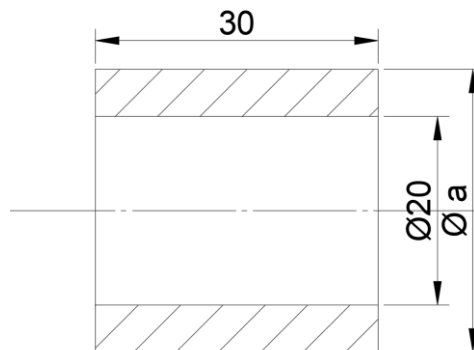
$$p = \frac{F}{d_{sw} \cdot 2L_2} = \frac{F}{d_{sw} \cdot L_1} \leq k_o$$

$$k_o = k_c \cdot 0.8 = 260 \text{ MPa}$$

$$\frac{10}{20 \cdot 30} \left[ \frac{kN}{mm^2} \right] = \frac{10}{60} \left[ \frac{kN}{mm^2} \right] = 17 \text{ MPa} \leq 260 \text{ MPa},$$

Warunek spełniony.

3. Obliczenia wytrzymałościowe ucha:



Rys. 2. Przekrój ucha w płaszczyźnie, w której występuje rozciąganie.

a) Warunek wytrzymałości na nacisk ucha:

$$p = \frac{F}{d_u \cdot L_1} \leq k_o = 0.8 \cdot k_r$$

$$\frac{10}{20 \cdot 30} \left[ \frac{kN}{mm^2} \right] = 16.7 \text{ MPa} \leq 136 \text{ MPa}$$

Warunek spełniony.

b) Warunek wytrzymałości na rozciąganie ucha:

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq k_{rj} \Rightarrow A \geq \frac{F}{k_{rj}}$$

$$A \geq \frac{10 \cdot 10^3}{95} \left[ \frac{N}{mm^2} \right] = 105,3 \text{ mm}^2$$

$$A = (a - 20) \cdot 30$$

$$(a - 20) \cdot 30 \geq 105,3 \text{ mm}^2 \Rightarrow a \geq \frac{105,3}{30} + 20 [\text{mm}]$$

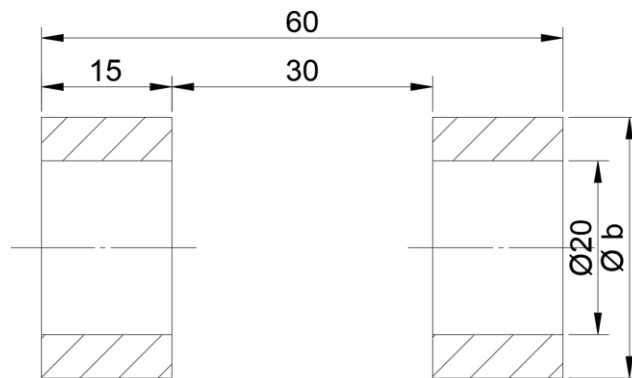
$$a \geq 23,51 \text{ mm}$$

$$a = 30 \text{ mm}$$

Warunek spełniony dla  $a \geq 23,51 \text{ mm}$ , przyjmujemy  $a = 30 \text{ mm}$ .

4. Obliczenia wytrzymałościowe widełek:

W celu uzyskania luzu na sworzniu otwór powiększono o 0,5 mm.



Rys. 3. Przekrój widełek w płaszczyźnie, w której występuje rozciąganie.

a) Warunek wytrzymałości na nacisk otworu widełek:

$$p = \frac{F}{d_w \cdot 2L_2} \leq k_o = 0,8 \cdot k_r$$

$$\frac{10}{2 \cdot 20 \cdot 15} \left[ \frac{kN}{mm^2} \right] = 16,7 \text{ MPa} \leq 136 \text{ MPa}$$

Warunek spełniony.

b) Warunek wytrzymałości na rozciąganie widełek:

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq k_{rj} \Rightarrow A \geq \frac{F}{k_{rj}}$$

$$A \geq \frac{10 \cdot 10^3}{95} \left[ \frac{N}{mm^2} \right] = 105,3 \text{ mm}^2$$

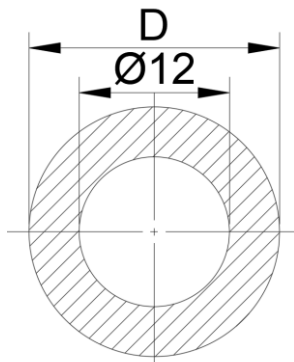
$$A = 2 \cdot (b - 20) \cdot 15$$

$$(b - 20) \cdot 30 \geq 105,3 \text{ mm}^2 \Rightarrow b \geq \frac{105,3}{30} + 20 [\text{mm}]$$

$$b \geq 23,51 \text{ mm}$$

Warunek spełniony dla  $b \geq 23,51 \text{ mm}$ , przyjmujemy  $b = 30 \text{ mm}$ .

c) Wytrzymałość mocowania ciągna na rozciąganie:



Do mocowania ciągna przyjęto gwint wewnętrzny M12.

$$\sigma = \frac{F}{S} \leq k_{rj}$$

$$S \geq \frac{F}{k_{rj}}$$

$$S \geq \frac{10 \cdot 10^3}{95} \left[ \frac{N \cdot \text{mm}^2}{N} \right] = 10,5 \text{ mm}^2$$

$$S = (D^2 - 12^2) \frac{\pi}{4}$$

$$(D^2 - 12^2) \frac{\pi}{4} \geq 10,5 \text{ mm}^2$$

$$D \geq \sqrt{10,5 \cdot \frac{4}{\pi} + 12^2}$$

$$D \geq 12,55 \text{ mm}$$

Warunek spełniony dla  $D \geq 12,55 \text{ mm}$ , Przyjmujemy  $D = 14 \text{ mm}$

d) Wytrzymałość gwintu w widelkach na nacisk powierzchniowy:

$$p = \frac{F}{A} \leq k_o$$

Gdzie A to powierzchnia czynna gwintu.

$$A = i \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_3^2)$$

$$i = \frac{H}{p}$$

Gdzie: H – długość czynna gwintu, p – skok gwintu (dla M12 p = 1,75mm), d – średnica gwintu, d<sub>3</sub> – średnica rdzenia śruby wchodzącej w otwór.

$$p = \frac{F}{\frac{H}{p} \cdot \frac{\pi}{4} (d^2 - d_3^2)} \leq k_o \Rightarrow H \geq \frac{4Fp}{\pi(d^2 - d_3^2)k_o}$$

$$k_o = 0,8 \cdot k_{rj} = 0,8 \cdot 95 = 76 \text{ MPa}$$

$$H \geq \frac{40 \cdot 1,75 \cdot 10^3}{\pi(12^2 - 10,2^2) \cdot 76} \left[ \frac{N \cdot \text{mm}}{\text{mm}^2 \cdot \text{MPa}} \right]$$

$$H \geq 7,33 \text{ mm}$$

Warunek spełniony dla  $H \geq 7,33 \text{ mm}$ , Przyjmujemy  $H = 10 \text{ mm}$

$$b = 30 \text{ mm}$$

$$D = 14 \text{ mm}$$

$$H = 10 \text{ mm}$$

$$p = 1,75 \text{ mm}$$

#### Literatura:

1. <https://virgamet.pl/20h-1-7027-20cr4-5120-20ch-stal-do-naweglania>
2. <https://pasaz24.blob.core.windows.net/web2845/files/W%C5%82asno%C5%9Bci%20wytrzyma%C5%82o%C5%9Bciowe%20niekt%C3%B3rych%20gatunk%C3%B3w%20stali%20oraz%20napr%C4%99%C5%BCenia%20dopuszczalne.pdf>
3. [http://imiue.polsl.pl/download/subject/151\\_Instrukcja-BadanieZachowaniaZginanie.pdf](http://imiue.polsl.pl/download/subject/151_Instrukcja-BadanieZachowaniaZginanie.pdf)
4. Pomoce udostępnione w ramach wykładu z Projektowania elementów i zespołów mechanicznych
5. <https://www.pkm.edu.pl/index.php/polocenia-obl/spawane-obl/369-01060101>
6. <https://pkm.edu.pl/index.php/component/content/article/86-0106/363-01060204>
7. <https://euro-met.pl/katalogi/item/sworzen-z-lbem-walcowym-z-czopem-gwintowanym>
8. <http://www.elektronik.lodz.pl/gwinty/oblicz.htm>
9. A. Rutkowski A. Stepniewska - Zbiór zadań z części maszyn
10. <https://darmet.com.pl/pl/informacje-techniczne/4648-tabela-gwintow-metrycznych>