

## Spis treści

1. Siła ściskająca pręt .....	2
2. Siła rozciągająca śrubę imadła .....	3
3. Średnica śruby rdzenia imadła .....	4
4. Rzeczywiste naprężenia złożone rozciągająco- skręcające dla przyjętej śruby .....	5
5. Grubość korpusu.....	8
6. Średnica pokrętła i jego długość .....	10
7. Średnica głowicy śruby .....	11
Sprawdzenie docisków powierzchniowych między głowicą śruby, a szczęką imadła.....	12

# 1. Siła ściskająca pręt

$R_e$  – granica sprężystości dla stali 10

$d$  - średnica niszczonego pręta

$X_e$  - współczynnik bezpieczeństwa ( 1 ponieważ niszczenie )

$$d = 8 \text{ mm}$$

$$X_e = 1$$

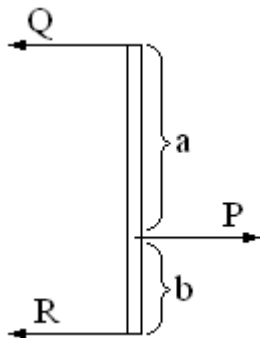
$$R_{eC} = 205 \text{ MPa}$$

$$Q \geq \frac{\pi d^2 R_{eC}}{4 X_e} = \frac{\pi \cdot 64 \cdot 205}{4 \cdot 1} = 10304 \text{ N}$$

Przyjmuje:

$$Q = 11000 \text{ N}$$

## 2. Siła rozciągająca śrubę imadła



Rys. 1

$$P = Q \cdot \left( \frac{a}{b} + 1 \right)$$

$$Q = 11000 \text{ N}$$

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

$$b = 40 \text{ mm}$$

$$P = 11000 \cdot \left( \frac{60}{40} + 1 \right) = 27500 \text{ N}$$

$Q$  - siła ściskająca pręt

$P$  - siła działająca na śrubę

$a, b$  - długości wynikające z rys. 1

### 3. Średnica śruby rdzenia imadła

a) Naprężenia dopuszczalne na rozciąganie

Dla śruby zaleca się stosowanie stali 35 w stanie ulepszonym cieplnie. Dla tej stali, odczytałem z tablic:

$$R_e = 260 - 320 \text{ Mpa}$$

$$X_e = 2$$

$$k_R = \frac{R_e}{X_e} = \frac{260}{2} = 130 \text{ MPa}$$

b) Średnica rdzenia

$$d_r = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot k_R}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 27500}{\pi \cdot 130}} = 16,41 \text{ mm}$$

c) Dobór gwintu

$d_3$  – dla gwintów metrycznych wg (PN M-02013) jest to średnica wewnętrzna gwintu śruby (średnica rdzenia)

$D$  – średnica zewnętrzna śruby

$D_1$  – średnica wewnętrzna gwintu nakrętki

$h$  – skok gwintu

Odczytuję z tablic:

Dla gwintu M20:

$$d_3 = 16,933$$

$$h = 2,5$$

$$D = 20$$

$$D_1 = 17,294$$

## 4. Rzeczywiste naprężenia złożone rozciągająco- skręcające dla przyjętej śruby

a) Średnia średnica gwintu

$D_1$  – średnica otworu w nakrętce

$\vartheta$  – kąt nachylenia gwintu

$M$  – śruba (średnica zewnętrzna gwintu)

$\xi$  - pozorny kąt tarcia

$$d_p = \frac{M + D_1}{2} = \frac{20 + 17,294}{2} = 18,647 \text{ mm}$$

b) Kąt pochylenia linii śrubowej

$$\vartheta = \arctg \frac{h}{\pi \cdot d_p} = \arctg \frac{2,5}{\pi \cdot 18,647} = 0,0423$$

$$\vartheta = 2^\circ 25'$$

c) Pozorny kąt tarcia

$\alpha$  - kąt wierzchołkowy gwintu ( dla metrycznego wynosi  $60^\circ$  )

Współczynnik tarcia wynosi odpowiednio:

$\mu = 0,15$     na sucho

$\mu = 0,1$      ze smarem

Stosujemy: smar maszynowy 2 wg (PN-58/C-96131)

Przy czym pozorny kąt tarcia wynosi:

$\mu = 0,1$

$\alpha = 60^\circ$

$$\xi' = \operatorname{arctg} \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \operatorname{arctg} \frac{0,1}{\cos 30}$$

$$\xi' = 6^{\circ} 38'$$

d) Moment skrecający od sił tarcia:

$$M_S = 0,5 \cdot P \cdot d_p \cdot \operatorname{tg} (\vartheta + \xi')$$

$$M_S = 0,5 \cdot 27500 \cdot 18,647 \cdot \operatorname{tg} (2^{\circ} 25' + 6^{\circ} 38') = 40792,643 \text{ Nmm}$$

e) Naprężenia skrecające od sił tarcia:

$W_o$  – współczynnik wytrzymałości przekroju na skrecanie

$d_p$  – średnia średnica gwintu

$$\tau_s = \frac{M_S}{W_o} = \frac{16 \cdot M_S}{\Pi \cdot d_p^3} = \frac{16 \cdot 40792}{\Pi \cdot 18,647^3} = 42,791 \text{ MPa}$$

f) Rzeczywiste naprężenia rozciągające:

$P$  – siła rozciągająca śrubę imadła

$$\delta = \frac{4 \cdot P}{\Pi \cdot d_p^2} = \frac{4 \cdot 27500}{\Pi \cdot 18,647^2} = 122,12 \text{ MPa}$$

g) Naprężenia zredukowane ( zastępcze )

$\delta$  - rzeczywiste naprężenia rozciągające śrubę

$k_r$  – dopuszczalne naprężenia na rozciąganie

$k_s$  – dopuszczalne naprężenia na ściskanie

$\tau_s$  – naprężenia styczne

$$\delta_z = \sqrt{\delta^2 + \left( \frac{k_R}{k_S} \cdot \tau_s \right)^2} = \sqrt{122,12^2 + 3 \cdot 42,79^2} = 142,85 \text{ MPa}$$

Odczytałem z tablic dla stali 35:

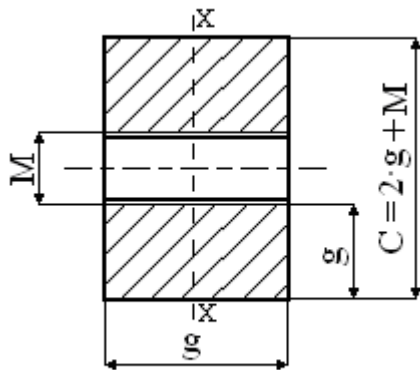
$$R_e = 260 - 320 \text{ MPa}$$

$$X_e = 2$$

$$\delta_{\max} = \frac{R_e}{X_e} = \frac{320}{2} = 160 \text{ MPa}$$

czyli naprężenia w normie

## 5. Grubość korpusu



Rys. 2

a) Grubość

gdzie:

P – siła zginająca

a – wymiar wg Rys. 1

g – wymiar wg Rys. 2

$\delta_g$  – dopuszczalne naprężenia zginające dla żeliwa szarego

Odczytałem z tablic dla żeliwa szarego ZL20:

$$R_e = 110 \text{ MPa}$$

$$X_e = 2$$

$$k_r = \frac{R_e}{X_e} = \frac{110}{2} = 55 \text{ MPa}$$

$$k_g = 1,2 \cdot k_r = 1,2 \cdot 55 = 66 \text{ MPa}$$

$$g = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot P \cdot a}{k_g}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 27500 \cdot 60}{66}} = 42,1716 \text{ mm}$$

Minimalna grubość ścianki odlewu żeliwnego odlewane w formie piaskowej wynosi 8mm, ze względu na możliwość powstania pęknięć powierzchniowych odlewów podczas stygnięcia w wilgotnych masach formierskich (naprężenia odlewnicze).

b) Przekrój szczęki imadła

$$C = 2 \cdot g + M = 2 \cdot 43 + 20 = 106 \text{ mm}$$

## 6. Średnica pokrętła i jego długość

a) Długość obliczona pokrętła

Przyjmuję siłę nacisku ręki przy pracy przerywanej  $S = 300 \div 400 \text{ N}$

$$M_S = S \cdot l_{\max} = 40792 \text{ Nmm}$$

$$l_{\max} = \frac{M_S}{S} = \frac{40792}{400} = 101,98 \text{ mm}$$

gdzie:

$M_S$  – moment skręcający od sił tarcia

$l_{\max}$  – długość dźwigni

$S$  – siła nacisku rękę na dźwignię ( 400 N )

b) długości rzeczywiste pokrętła

$$l = l_{\max} + 0,5 \cdot S_Z$$

gdzie:

$S_Z$  – szerokość dłoni ( przeciętnie 70mm )

$$l = 101,98 + 0,5 \cdot 70 \cong 135 \text{ mm}$$

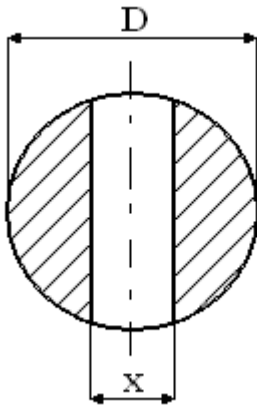
c) grubość pokrętła

$$k_g = \frac{1,19 \cdot R_e}{X_e} = 1,19 \cdot \frac{320}{2} = 190 \text{ MPa}$$

$$x \cong \sqrt[3]{\frac{M_S \cdot 32}{\Pi \cdot k_g}} = \sqrt[3]{\frac{40792 \cdot 32}{\Pi \cdot 190}} = 12,9799$$

Przyjmuję, że  $x = 13 \text{ m}$

## 7. Średnica głowicy śruby



gdzie:

$W_O$  – wskaźnik wytrzymałości przekroju

Odczytałem z tablic dla stali 35:

$$R_e = 260 - 320 \text{ MPa}$$

$$k_s = k_e \cdot 0,6 = \frac{260}{2} \cdot 0,6 = 96 \text{ MPa}$$

$$W_O = 0,2 \cdot D^2 \cdot \left( 1 - 0,9 \cdot \frac{x}{D} \right)$$

$$\frac{40792}{0,2 \cdot D^2 \cdot \left( 1 - 0,9 \cdot \frac{13}{D} \right)} \leq 96$$

$$D = \frac{11,7 + 92,9}{2} = 52,3 \text{ mm}$$

Przyjmuję  $D = 53 \text{ mm}$

## 8. Warunek docisków powierzchniowych między głowicą śruby, a szczęką imadła

Ze względu na zużycie

$$k_d = k_C \cdot 0,15 = \frac{R_e}{X_e} \cdot 0,15 = 130 \cdot 0,15 = 19,5 \text{ MPa}$$

$$p_{\text{pow}} = \frac{4 \cdot P}{\Pi \cdot (D^2 - M^2)} = \frac{4 \cdot 27500}{\Pi \cdot (53^2 - 20^2)} \leq 19,5$$

$$p_{\text{pow}} = 14,5 \text{ MPa}$$