

**AGH**

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE



WYDZIAŁ INŻYNIERII MECHANICZNEJ I ROBOTYKI

# **Podstawy konstrukcji maszyn 2**

SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA PROJEKTOWEGO

**Skonstruować przeciążeniowe sprzęgło kłowe**

Prowadzący:

dr inż. Dariusz Lepiarczyk

Data wykonania projektu:

20.12.2020

Grupa projektowa nr:

**2**

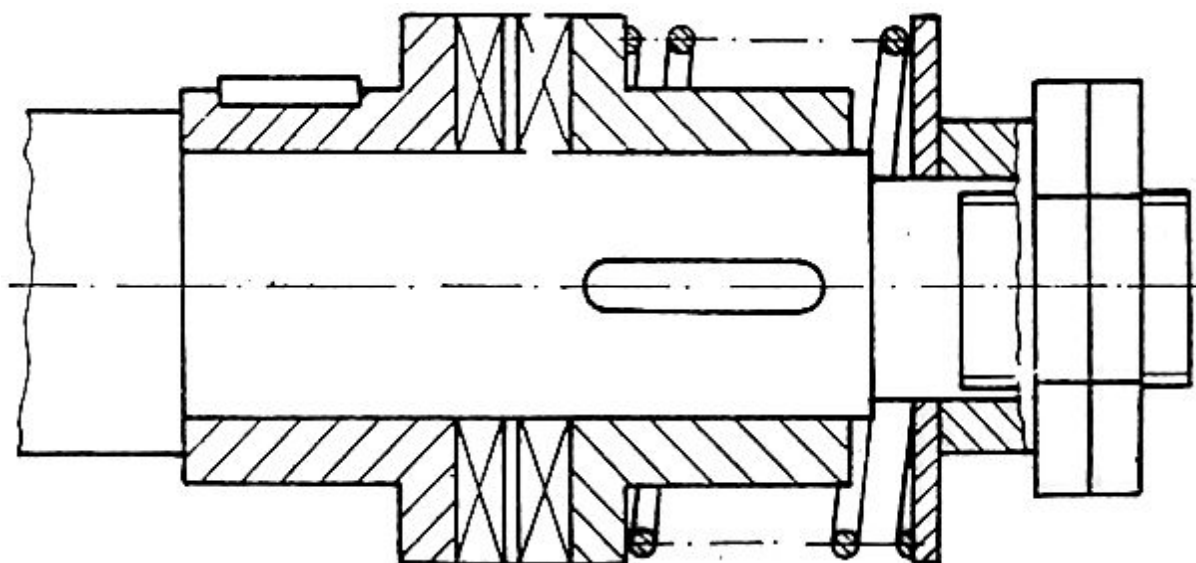
Wykonawca:

Paweł Bryzek

## Temat i dane do projektu:

Skonstruować przeciążeniowe sprzęgło kłowe według podanego rysunku oraz danych:

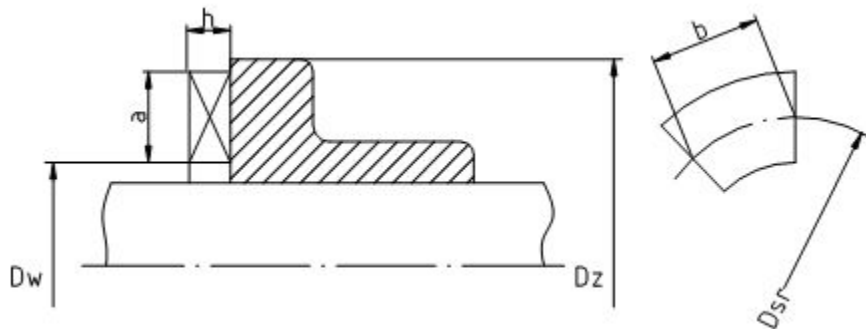
- Moc:  $N = 8 \text{ kW}$
- Obroty:  $n = 900 \text{ obr/min}$
- Wsp. przeciążenia:  $k = 1,3$



Dane	Obliczenia	Wyniki
$N=8\text{kW}$ $n=900 \text{ obr/min}$ $k=1,3$ $i=4$	<p>1. Założenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- moc na wale sprzęgła <math>N=8 \text{ [kW]}</math></li> <li>- obroty nominalne wału <math>n=900 \text{ [min}^{-1}\text{]}</math></li> <li>- współczynnik przeciążenia <math>k=1,3</math></li> <li>- materiał czopa C45</li> <li>- tarczę kłową ze stali 20MnCr55</li> <li>- liczba kłó<i>w</i> <math>i = 4</math></li> </ul> <p>2. Moc obliczeniowa:</p> <p><math>N_o = N \cdot k</math>  <math>N_o = 8 \cdot 1,3 = 10,4 \text{ kW}</math></p>	<p><math>N_o = 10,4 \text{ kW}</math></p>



<p>kg=180 MPa pdop = 60 MPa kt= 100 MPa</p>	<p>Długość wpustu:  <math>l_0 = \frac{4Mo}{d \cdot h \cdot kd} = 26,5 \text{ mm}</math>  Przyjmuje <math>l_0 = 27 \text{ mm}</math></p> <p>Rzeczywista długość wpustu:  <math>l_{rz} = l_0 + b = 35 \text{ mm}</math></p> <p>Dobrano wpust pryzmatyczny A 16x10x45 PN-70/M-850055.</p> <p>6. Obliczenia piasty i kłóć:  Średnica wewnętrzna kłóć:  <math>D_w = 1,4 \cdot d = 42 \text{ mm}</math></p> <p>Średnica zewnętrzna:  <math>D_z = 1,6 \cdot \dot{S}r_w = 54 \text{ mm}</math></p> <p>Średnica średnia:  <math>D_{\dot{s}r} = \frac{D_z + D_w}{2} = 48 \text{ mm}</math></p> <p>Długość kłóć:  <math>a = \frac{D_z - D_w}{2} = 6 \text{ mm}</math>  Przyjmuje: a= 5mm</p> <p>Szerokość kłóć:  <math>b = \frac{\pi \cdot D_{\dot{s}r}}{2 \cdot i} = 18,85 \text{ mm}</math>  Przyjmuje: b = 19 mm</p> <p>Wysokość kłóć:  - Z warunku na docisk powierzchniowy:  <math>h \geq \frac{2 \cdot Mo}{D_{\dot{s}r} \cdot i \cdot a \cdot kd} = 1,05 \text{ mm}</math></p> <p>- Z warunku na zginanie:  dla wybranego materiału  kg=180 MPa  pdop = 60 MPa  kt= 100 MPa</p> $\sigma_{\xi} = \frac{M_{\xi}}{W_{\xi}} = \frac{6 F_o \cdot h}{a \cdot b^2}$ $h \leq \frac{kg \cdot a \cdot b^2 \cdot D_{\dot{s}r}}{12 \cdot Mo} = 43,2 \text{ mm}$ <p>Z obu warunków dobieram h=5 mm</p>	<p><math>l_0 = 27 \text{ mm}</math></p> <p><math>l_{rz} = 35 \text{ mm}</math></p> <p><math>D_w = 42 \text{ mm}</math></p> <p><math>D_z = 54 \text{ mm}</math></p> <p><math>D_{\dot{s}r} = 48 \text{ mm}</math></p> <p>a= 5mm</p> <p>b= 19 mm</p> <p><math>h \geq 1,05 \text{ mm}</math></p> <p><math>h \leq 43,2 \text{ mm}</math></p> <p>h=5 mm</p>
---	--	---



Siła obwodowa na jeden kiet:

$$F_0 = \frac{2 \cdot M_0}{D_{sr} \cdot i} = 1 \text{ kN}$$

$$F_0 = 1 \text{ kN}$$

Sprawdzenie nacisków dopuszczalnych:

$$p = \frac{F_0}{a \cdot h} \leq p_{dop}$$

$$p = 16,7 \text{ MPa}$$

Warunek spełniony.

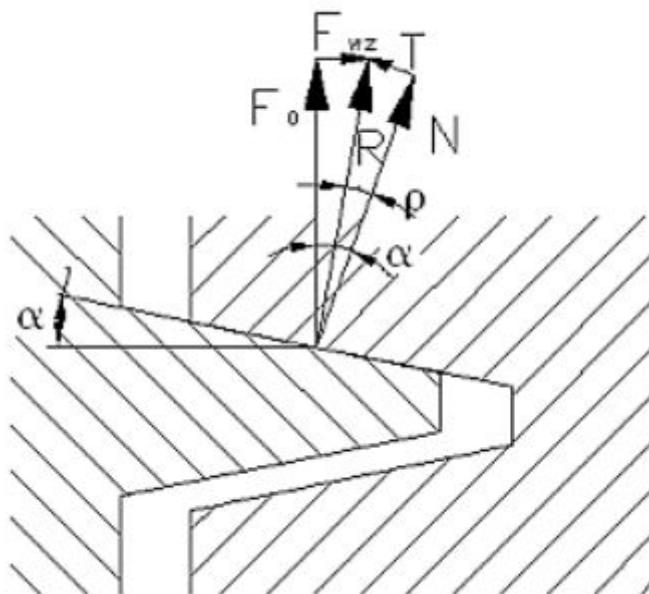
Sprawdzenie siły tnącej:

$$\tau_t = \frac{F_0}{a \cdot b} \leq k_t$$

$$\tau_t = 3,8 \text{ MPa}$$

Warunki wytrzymałościowe spełnione.

7. Obliczenie połączenia kłowego:



7.1. Obliczenie wartości granicznej  $\alpha$

$$\tan(\alpha_{gr}) = \mu \cdot \left(1 + \frac{D_{sr}}{d}\right) = 0,2825$$

$$\alpha_{gr} = 15,6^\circ$$

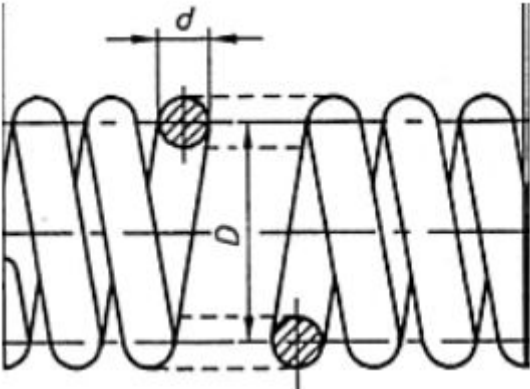
Przy kącie  $\alpha > \alpha_{gr}$  będzie następowało samo rozłączenie sprężki.

Przyjęto kąt  $\alpha = 20^\circ$ .

$$\alpha_{gr} = 15,6^\circ$$

$$\alpha = 20^\circ$$

$$\mu = 0,1$$

<p> <math>d = 4,5 \text{ mm}</math>  <math>D = 45 \text{ mm}</math>  <math>P_n = 582,2 \text{ N}</math>  <math>l_0 = 68 \text{ mm}</math>  <math>f_n = 26,1 \text{ mm}</math>  <math>c = 13,91</math>  <math>z = 3,3</math>  <math>G = 0,8 \cdot 10^5 \text{ Pa}</math>  <math>f_r = 12 \text{ mm}</math> </p>	<p>7.2. Obliczenie kąta tarcia:  <math>\rho = \arctg(\mu) = 5,71^\circ</math></p> <p>7.3. Obliczanie sił włączających sprzęgło i rozłączających sprzęgło:  7.3.1. Siła występująca przy rozłączaniu sprzęgła:  <math>Q_1 = 2Mo \cdot \left( \frac{\mu}{d} - \frac{tg(\alpha - \rho)}{Dsr} \right) = -291 \text{ N}</math></p> <p>Należy tak dobrać sprężynę, aby przy nacisku wynoszącym 291 N ugięta się ona o wartość <math>\Delta f = 5 \text{ mm}</math> powodując rozłączenie sprzęgła.</p> <p>8. Dobór sprężyny dociskowej:</p>  <p>8.1. Warunki geometryczne:  <math>D - d &gt; 42 \text{ mm}</math></p> <p>8.2 Warunek wynikający z mechaniki obciążeń:  <math>P_n &gt; Q_1</math>  <math>P_n &gt; 291 \text{ N}</math></p> <p>8.3. Dobór sprężyny:  Dobrano sprężynę śrubową walcową naciskową ogólnego przeznaczenia wg EN 10270-1 SH.  Parametry dobranej sprężyny:</p> <p style="margin-left: 40px;"> <math>d = 4,5 \text{ mm}</math>  <math>D = 45 \text{ mm}</math>  <math>P_n = 582,2 \text{ N}</math>  <math>l_0 = 68 \text{ mm}</math>  <math>f_n = 26,1 \text{ mm}</math>  <math>c = 13,91</math>  <math>z = 3,3</math> </p> <p> <math>D</math> – średnica podziałowa sprężyny nieobciążonej,  <math>d</math> – średnica drutu,  <math>P_n</math> – siła osiowa blokująca sprężynę,  <math>l_0</math> – długość sprężyny nieobciążonej,  <math>f_n</math> – ugięcie sprężyny odpowiadające sile <math>P_n</math>,  <math>c</math> – sztywność sprężyny,  <math>z</math> – liczba zwojów czynnych. </p>	<p><math>\rho = 5,71^\circ</math></p> <p><math>Q_1 = 291 \text{ N}</math></p>
--	---	---

#### 8.4. Obliczenia sprawdzające:

Obliczenia ilości zwojów czynnych:

$$z_c = \frac{G \cdot d^4 \cdot f r}{8 \cdot D^3 \cdot Q_1} = 0,82$$

$$z_c < z$$

Warunek spełniony.

#### 8.5. Dobór materiału sprężyny:

8.5.1. Wyznaczenie współczynnika K wg wzoru Göhnera:

$$K = 1 + 1,25 \left( \frac{1}{w} \right) + 0,875 \left( \frac{1}{w} \right)^2 + \left( \frac{1}{w} \right)^3$$

warunek sprężyny:  $w = \frac{D}{d} = 13,6$

po podstawieniu:  $K = 1,09$

8.5.2. Wyznaczenie naprężeń stycznych w sprężynie:

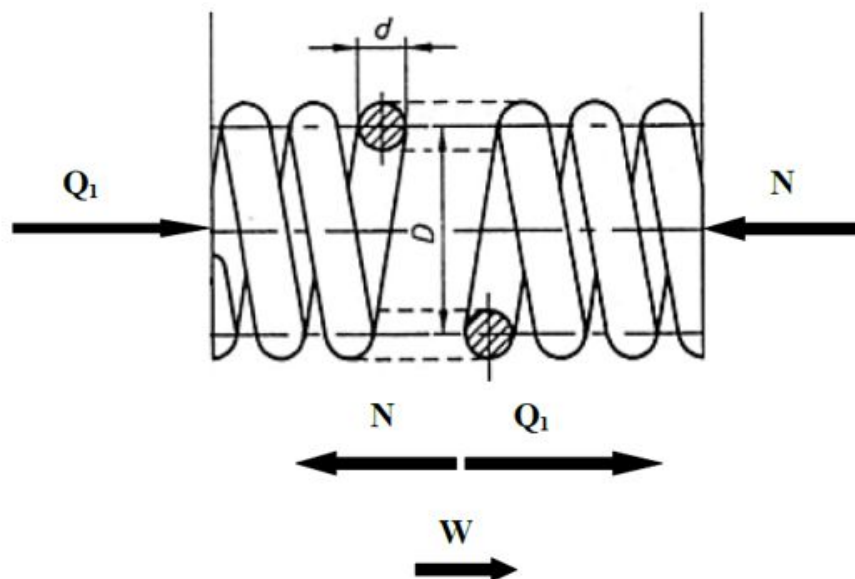
$$\tau = \frac{8}{\pi} \cdot \frac{D}{d^3} \cdot Q_1 = 403 \text{ MPa}$$

8.5.3. Wyznaczenie naprężeń stycznych w sprężynie z uwzględnieniem współczynnika K:

$$\tau_n = K \cdot \tau = 439,27 \text{ MPa}$$

Dobrano drut sprężynowy 67/5/1 wg EN 10270-1 SH.

9. Obliczenie napięcia wstępnego sprężyny układem napinającym nakrętka-przeciw nakrętka:



Gdzie:

$Q_1$  – siła osiowa działająca w momencie przeciążenia układu,

$N$  – napięcie wstępne układu,

$W$  – siła wypadkowa powodująca rozłączenie układu.

9.1. Obliczenie ugięcia sprężyny pod naciskiem  $Q_1$ :

$$w = 13,6$$

$$K = 1,09$$

$$\tau = 403 \text{ MPa}$$

$$\tau_n = 439,27 \text{ MPa}$$

$$Q_1 = \frac{P_n - f_n}{\Delta x_0}$$

743,01 N - 32,3 mm  
291 N -  $\Delta x_0$

Stąd:  $\Delta x_0 = 12,65 \text{ mm}$

$$\Delta x_0 = 12,65 \text{ mm}$$

### 9.2. Obliczenie wymaganej siły wypadkowej W:

$$\frac{Q_1 - \Delta x_Q}{W - f_r}$$

291 N - 12,65 mm  
W - 12 mm

Stąd:  $W = 276 \text{ N}$

$$W = 276 \text{ N}$$

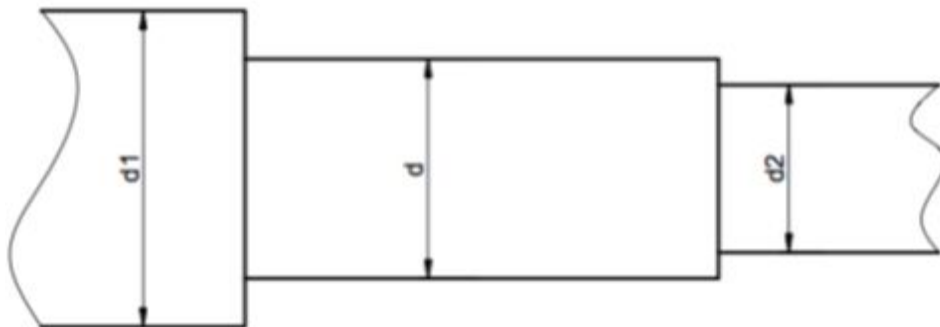
### 9.3.Obliczenie napięcia wstępnego:

$$W=Q_1-N$$

$$N = Q_1 - W = 15 \text{ N}$$

**N = 15 N**

## 10. Stopniowanie wału:



Przy wyznaczaniu kolejnych średnich należy uwzględnić następujące warunki konstrukcyjne:

- warunek początkowy wynikający z obliczeń wytrzymałościowych:  $d \geq 20 \text{ mm}$ ,
- warunek konstrukcyjny:  $d_2/d_1 \geq 1,2$
- warunek normalizacyjny (zgodność z szeregiem Renarda)

Przyjęto następujące wymiary po uwzględnieniu powyższych warunków:

Początkowo przyjęte  $d=30$  mm bez zmian.

$d_1 = 36 \text{ mm}$

$d_2 = 28 \text{ mm}$

$$d_1 = 36 \text{ mm}$$
$$d_2 = 28 \text{ mm}$$

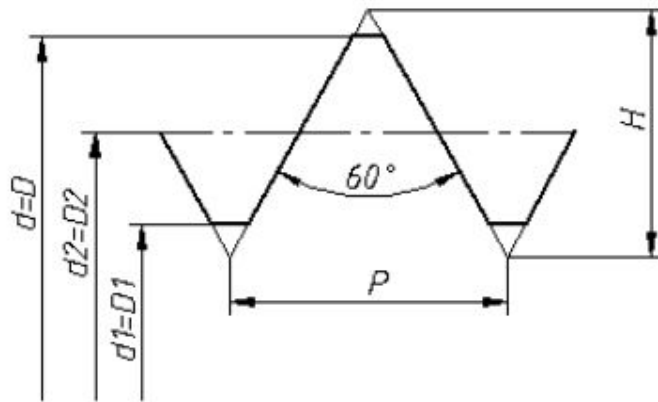
### 11. Dobór gwintu metrycznego:

Dobrano M27x1 zgodnie z normą PN-ISO-68-1:2000



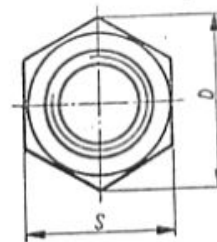
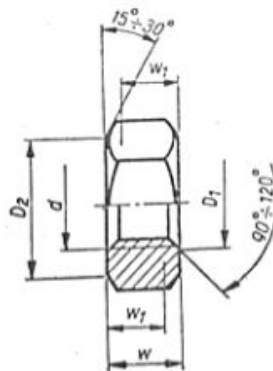
Wymiary gwintu:

$$\begin{aligned} d &= 27 \text{ mm} \\ d_2 &= 26,350 \text{ mm} \\ d_1 &= 25,907 \text{ mm} \\ p &= 1 \text{ mm} \end{aligned}$$



12. Dobór nakrętki i przeciwnakrętki:  
Dobrano nakrętkę M27x1-A PN-86/M-82144.

$$\begin{aligned} d &= 27 \text{ mm} \\ S &= 41 \text{ mm} \\ w &= 23,8 \text{ mm} \\ w_1 &= 18 \text{ mm} \\ D &= 45,62 \text{ mm} \\ D_1 &= 27 \text{ mm} \\ D_2 &= 38,4 \text{ mm} \end{aligned}$$



12.1. Sprawdzenie warunku samohamowności:

Pozorny kąt tarcia  $\rho'$ :

$$\rho' = \arctg\left(\frac{\mu}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}\right) = 9,83^\circ$$

$$\rho' = 9,83^\circ$$

12.2. Kąt pochylenia linii śrubowej:

$$\gamma = \arctg\left(\frac{p}{\pi d}\right) = 0,68^\circ$$

$$\gamma < \rho'$$

Warunek samohamowności spełniony.

$$\gamma = 0,68^\circ$$

12.3. Wyznaczenie ilości obrotów nakrętki potrzebnych do ustalenia napięcia wstępного w sprężynie:

$$Q_1 - \Delta x_Q$$

$$N - \Delta x_N$$

$$291 \text{ N} - 12,65 \text{ mm}$$

$$15 \text{ N} - \Delta x_N$$

$$\text{Stąd } \Delta x_N = 0,65 \text{ mm}$$

$$\Delta x_N = 0,65 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \mu &= 0,15 \\ \alpha &= 60^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= 1 \text{ mm} \\ d &= 27 \text{ mm} \end{aligned}$$

	<p>Ilość obrotów:</p> $n = \frac{\Delta x N}{p} = 0,65 \text{ obrotu}$ <p>Aby uzyskać wymagane napięcie wstępne nakrętkę należy dokręcić z siłą <math>N = 15 \text{ N}</math> co jest równoważne dokręceniu jej o 0,65 obrotu.</p>	$n = 0,65 \text{ obrotu}$
--	--	---------------------------