

# Połączenie sworzniowe i spawane

Serwis: Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza  
Kurs: Podstawy Konstrukcji Maszyn 1 - projekty (ML/CS-P1,P4, ML/AB-P4,P5)  
Książka: Połączenie sworzniowe i spawane  
Wydrukowane przez użytkownika: Michał Batsch  
Data: środa, 11 marzec 2026, 08:51

# Spis treści

1. Wprowadzenie
2. Obliczenia połączenia sworzniowego
3. Obliczenia połączenia spawanego
4. Literatura

# 1. Wprowadzenie

W ramach zajęć należy wykonać dwa projekty:

- 1) Projekt połączenia sworzniowego,
- 2) Projekt wału maszynowego.

Dokumentacja projektowa składana przez studenta jest oceniana przez prowadzącego. Ocena końcowa z zajęć projektowych jest średnią ocen uzyskanych z dwóch projektów. W dokumentacji projektowej powinny znaleźć się obliczenia oraz dokumentacja techniczna, w skład której wchodzi rysunek złożeniowy oraz dwa rysunki wykonawcze części. Forma oddania projektu (elektroniczna lub papierowa) zostanie ustalona w zależności od bieżącej sytuacji w państwie.

W ramach projektu pierwszego należy zaprojektować zespół, w którym wspornik (1) przymocowany za pośrednictwem śrub (4) do kształtownika (5) przenosi siłę  $F$ . Siła  $F$  działająca pod kątem  $\alpha$  przyłożona jest do widełek (2) które poprzez sworzeń (3) obciążają wspornik (1). Kształtownik (5) jest dowolnie obranym przez studenta kształtownikiem np.: ceownikiem, teownikiem, płaskownikiem itd.

## 2. Obliczenia połączenia sworzniowego

W pierwszej kolejności należy dobrać materiał sworznia, oraz odczytać wartości naprężeń dopuszczalnych oraz nacisków dopuszczalnych w połączeniach sworzniowych. Przyjmuje się sworzeń luźno pasowany, który pracuje na zginanie. Moment gnący dany jest zależnością:

$$M_g = \frac{Pl}{4}$$

Uwzględniając wskaźnik wytrzymałości przekroju kołowego na zginanie, naprężenia dane są wzorem:

$$\sigma_g = \frac{M_g}{W_x} = \frac{\frac{Pl}{4}}{\frac{\pi d_{sw}^3}{32}} \leq k_{gj}$$

Ponadto, przyjmując że  $l=1,5d_{sw}$ , średnicę sworznia można oszacować na podstawie nierówności:

$$d_{sw} \geq \sqrt{\frac{12P}{\pi k_{gj}}}$$

Z tabeli, należy dobrać średnicę sworznia, która spełnia powyższą nierówność. Następnie należy dobrać materiał wspornika i widełek. Należy mieć na uwadze, że wspornik jest konstrukcją spawaną wobec czego należy zastosować stal do spawania (stal o oznaczeniu St wg nieaktualnej już normy). W następnej kolejności sprawdzane są wartości nacisków jednostkowych pomiędzy sworzniem, a uchem oraz sworzniem, a widełkami. W przypadku zachowania podanych na rysunku proporcji szerokości ucha i widełek, musi zostać spełniona nierówność:

$$p = \frac{F}{d_{sw}l} \leq p_{dop}$$

Ponadto należy dokonać sprawdzenia naprężeń normalnych (rozciąganie + zginanie) w uchu:

$$\sigma_{zmax} = \frac{2F}{(g-d_{sw})l} \leq k_{rj}$$

oraz naprężeń gnących wyznaczonych na podstawie teorii pręta zakrzywionego:

$$\sigma_g = \frac{F(g + \frac{d_{sw}}{2})}{2lh^2} \leq k_{gj}$$

Wszystkie oznaczenia są podane na rysunku połączenia. Proszę zwrócić uwagę na podstawienie prawidłowych jednostek miar, od których zależy jednostka wielkości obliczanej.

### 3. Obliczenia połączenia spawanego

Wspornik jest konstrukcją spawaną składającą się z dwóch elementów: ucha oraz płyty. Ucho połączone jest z płytą spoiną pachwinową. W celu rozpoczęcia obliczeń należy wstępnie dobrać grubość płyty  $g_p$ , która powinna być mniejsza od grubości ucha  $l$  np.:  $g_p = l/2$ . Grubość spoiny oblicza się z zależności:

$$a = 0,7 g_{min}$$

gdzie:

$$g_{min} = \min(g_p, l)$$

Ponadto grubość spoiny powinna spełniać poniższe warunki:

$$a \geq 2mm \wedge a \in \mathbb{N}$$

Spoina pachwinowa pracuje na ścinanie, rozciąganie oraz zginanie. Pole przekroju ścinanego dane jest zależnością:

$$A_{spt} = 2ga$$

Natomiast pole przekroju rozciąganego i zginanego:

$$A_{sp} = 2a(l+g)$$

Ponadto dla przekroju zginanego spoiny (przekrój A-A) oblicza się moment bezwładności (na podstawie twierdzenia Steinera zastosowane dla czterech prostokątów):

$$J_x = \frac{l}{12} [(g+2a)^3 - g^3] + 2 \frac{ag^3}{12}$$

oraz jego wskaźnik wytrzymałości na zginanie:

$$W_x = \frac{2J_x}{g+2a}$$

W następnej kolejności należy ustalić wartości naprężeń dopuszczalnych dla połączeń spawanych na podstawie wzorów:

$$k'_t = s_t k_t$$

$$k'_r = s_n k_r$$

$$k'_g = s_n k_g$$

gdzie:  $k_t$ ,  $k_r$  i  $k_g$  to naprężenia dopuszczalne dla materiałów łączonych,  $s_n$  i  $s_t$  to współczynniki wytrzymałości spoiny. Ponadto należy przyjąć odległość  $L = (2 \div 3) d_{sw}$ . Następnie sprawdzane są warunki wytrzymałościowe:

- na ścinanie:

$$\tau = \frac{F_z}{A_{spt}} \leq k'_t$$

- na rozciąganie

$$\sigma_r = \frac{F_y}{A_{sp}} \leq k'_r$$

- na zginanie

$$\sigma_g = \frac{F_z L}{W_x} \leq k'_g$$

- na jednoczesne ścinanie, zginanie i rozciąganie (złożony stan naprężeń - hipoteza Hubera):

$$\sigma_z = \sqrt{(\sigma_g + \sigma_r)^2 + \left(\frac{s_n}{s_t} \tau\right)^2} \leq k'_r$$

Wszystkie powyższe warunki wytrzymałościowe powinny zostać spełnione.

## 4. Literatura

1. Mazanek E., Kania L., Dziurski A.: "Przykłady obliczeń z podstaw konstrukcji maszyn t.1", WNT, Warszawa 2005
2. Rutkowski A.: "Części maszyn", WSiP, Warszawa 2014