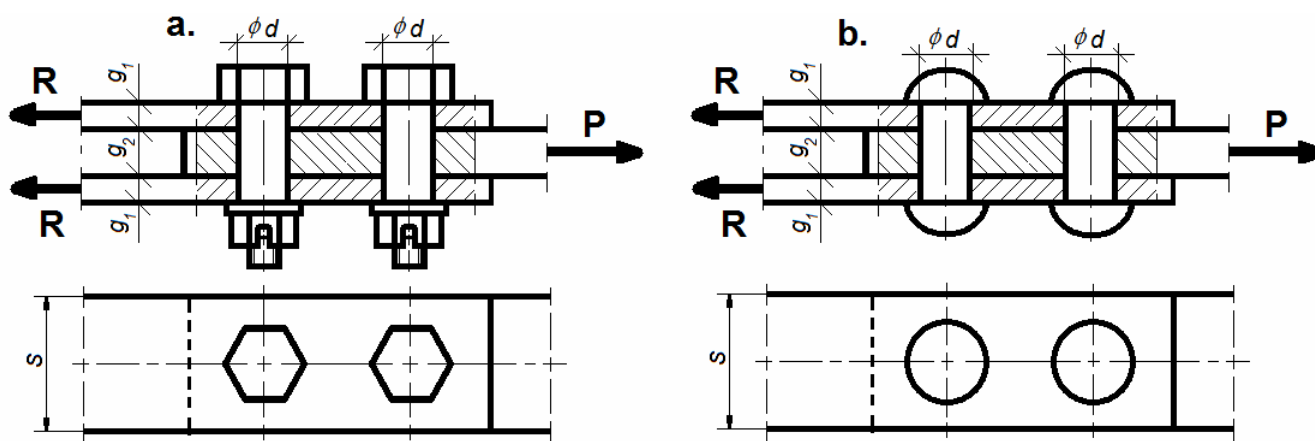


**Instrukcja przygotowania i realizacji scenariusza dotyczącego ćwiczenia T3  
z przedmiotu "Wytrzymałość materiałów", przeznaczona dla studentów II roku studiów  
stacjonarnych I stopnia w kierunku Energetyka na Wydz. Energetyki i Paliw\***

**Treść ćwiczenia T3: Obliczanie wytrzymałościowe typowych połączeń konstrukcyjnych,  
w których występuje ścinanie techniczne (połączenia: sworzniowe,  
nitowane, ze spoinami pachwinowymi).**

**Część I. Połączenia sworzniowe i nitowane**

1. Sprawdzić warunki bezpieczeństwa dla połączenia sworzniowego (rys. 1.a.) oraz połączenia nitowanego (rys. 1 b.).



Rys.1

Do obliczeń przyjąć następujące dane:

- średnica sworznia  $d = 16$  mm,
- grubość blachy łącznika zewnętrznego  $g_1 = 4$  mm,
- grubość blachy łącznika środkowego  $g_2 = 8$  mm,
- szerokość łączników  $s = 60$  mm,
- Siła  $P = 90$  kN
- naprężenie dopuszczalne sworzni, nitów na ścinanie techniczne  $k_t = 120$  MPa,
- naprężenie dopuszczalne materiału łączników na docisk  $p_{dop} = 300$  MPa
- naprężenie dopuszczalne materiału łączników na rozciąganie  $k_r = 150$  MPa .

**1.1. Po przedstawieniu tematu zadania** podać warunek konstrukcyjny, jaki mają spełniać połączenia, aby mogły być sprawdzane wytrzymałościowo ze względu na ścinanie techniczne.

Ten warunek jest następujący:

*Połączenia sworzniowe i nitowane można sprawdzać wytrzymałościowo ze względu na ścinanie techniczne, jeżeli luz w tych połączeniach jest konstrukcyjnie ograniczony (połączenia pasowane z zaciskiem poprzecznym).*

\* Autorem instrukcji jest Marek Płachno, prof. ndzw. AGH. Instrukcja stanowi przedmiot prawa autorskiego określonego w Ustawie o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. 1994 r. Nr 24 poz.83 z późn. zmianami). Autor nie wyraża zgody na inne wykorzystywanie instrukcji niż podane w jej przeznaczeniu.

## 1.2. Warunek bezpieczeństwa na ścinanie techniczne sworzni lub nitów.

- Podać i objaśnić wzór obliczeniowy dla omawianego warunku bezpieczeństwa:

$$\tau = \frac{P}{0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot i \cdot n} \leq k_t$$

gdzie:

$\tau$  - naprężenia obliczeniowe dotyczące ścinania technicznego sworzni, nitów,

$P, d$  - jak na rys. 1,

$i$  - liczba płaszczyzn ścinania sworznia, nita,

$n$  - liczba sworzni, nitów w połączeniu,

$k_t$  - jak w treści zadania.

- Wykonać obliczenia z zastosowaniem podanego i objaśnionego wzoru.

## 1.3. Warunek bezpieczeństwa na docisk sworzni, nitów do ścianek otworów.

- Przedstawić i objaśnić wzory obliczeniowe dla omawianego warunku bezpieczeństwa:

$$p_1 = \frac{R}{n \cdot d \cdot g_1} \leq p_{dop} \quad , \quad p_2 = \frac{P}{n \cdot d \cdot g_2} \leq p_{dop}$$

gdzie:

$p_1, p_2$  - naprężenia obliczeniowe dotyczące docisku sworzni, nitów do ścianek otworów,

$P, R, d, g_1, g_2$  - jak na rys. 1,

$n$  - liczba sworzni, nitów w połączeniu,

$p_{dop}$  - jak w treści zadania,

- Wykonać obliczenia z zastosowaniem podanych i objaśnionych wzorów.

## 1.4. Warunek bezpieczeństwa na rozciąganie łączników.

- Przedstawić i objaśnić wzory obliczeniowe dla omawianego warunku bezpieczeństwa:

$$\sigma_1 = \frac{R}{(s - m \cdot d) \cdot g_1} \leq k_r \quad , \quad \sigma_2 = \frac{P}{(s - m \cdot d) \cdot g_2} \leq k_r$$

gdzie:

$\sigma_1, \sigma_2$  - naprężenia obliczeniowe dotyczące rozciągania łączników,

$P, R, d, g_1, g_2$  - jak na rys. 1 ,

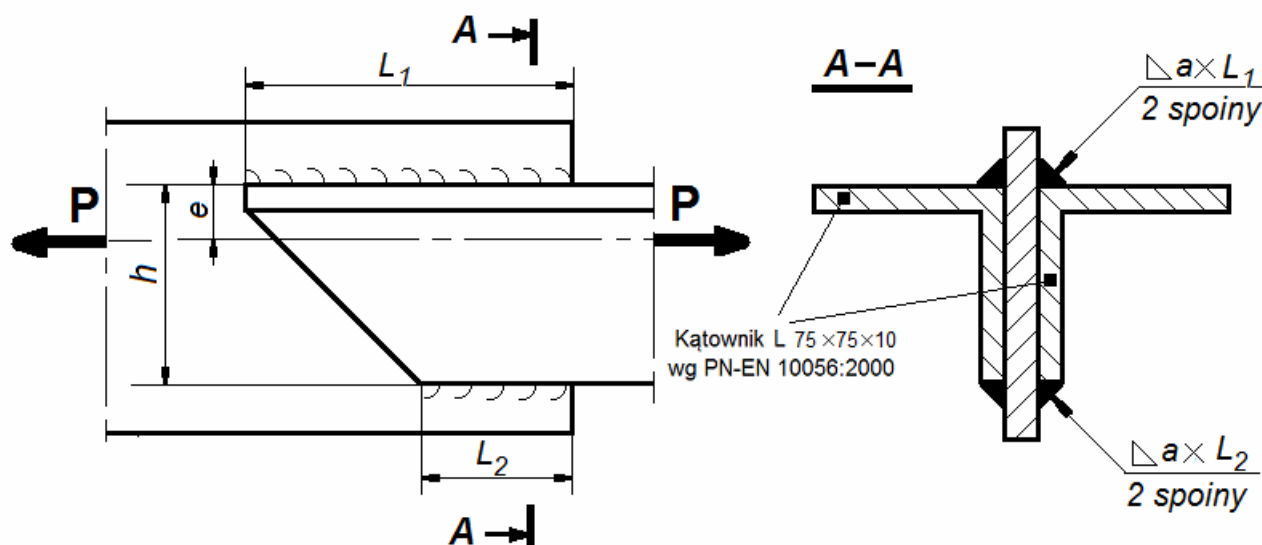
$m$  - liczba otworów w przekroju łącznika prostopadłym do kierunku sił  $P, R$ ,

$k_r$  - jak w treści zadania.

- Wykonać obliczenia z zastosowaniem podanych i objaśnionych wzorów.

## Część II. Połączenia kątowników z blachą węzłową

1. Sprawdzić warunki bezpieczeństwa dla połączenia ze spoinami pachwinowymi jak na rys. 2.



Rys. 2

Do obliczeń przyjmując następujące dane:

- $e$  - odczytać z normy jako odległość środka ciężkości przekroju kątownika,
- $h$  - jak na rys. 2,
- $L_1 = 120$  mm,  $L_2 = 60$  mm,  $P = 200$  kN,
- naprężenie dopuszczalne spoin na ścinanie techniczne  $k_{ts} = 100$  MPa.

### 1.1. Warunki konstrukcyjne spoin pachwinowych

- Podać i objaśnić następujące wzory:

$$a \leq 0,7g_{\min} \quad , \quad L_o = L_k - 2 \cdot a$$

gdzie :

$a$  - grubość obliczeniowa spoiny pachwinowej,

$g_{\min}$  - mniejsza grubość dwu ścianek połączonych spoiną pachwinową o grubości  $a$ ,

$L_o$  - długość obliczeniowa spoiny pachwinowej o grubości  $a$ ,

$L_k$  - długość konstrukcyjna spoiny pachwinowej o grubości  $a$ .

- Wykonać obliczenia z zastosowaniem podanych oraz objaśnionych wzorów.

### 1.2. Rozkład siły osiowej kątownika na jego spoiny krawędziowe

- Podać i objaśnić następujące wzory:

$$P_1 = 0,5 \cdot P \frac{h-e}{h} \quad , \quad P_2 = 0,5 \cdot P \frac{e}{h}$$

gdzie:

$P_1$  - siła przenoszona przez spoinę o długości  $L_1$ ,

$P_2$  - siła przenoszona przez spoinę o długości  $L_2$ ,

$e, h$  - jak na rys. 2.

- Wykonać obliczenia z zastosowaniem podanych oraz objaśnionych wzorów.

### 1.3. Warunki bezpieczeństwa spoin krawędziowych kątowników

- Podać i objaśnić następujące wzory:

$$\tau_{s1} = \frac{P_1}{a \cdot L_{o1}} \leq k_{ts} \quad , \quad \tau_{s2} = \frac{P_2}{a \cdot L_{o2}} \leq k_{ts}$$

gdzie :

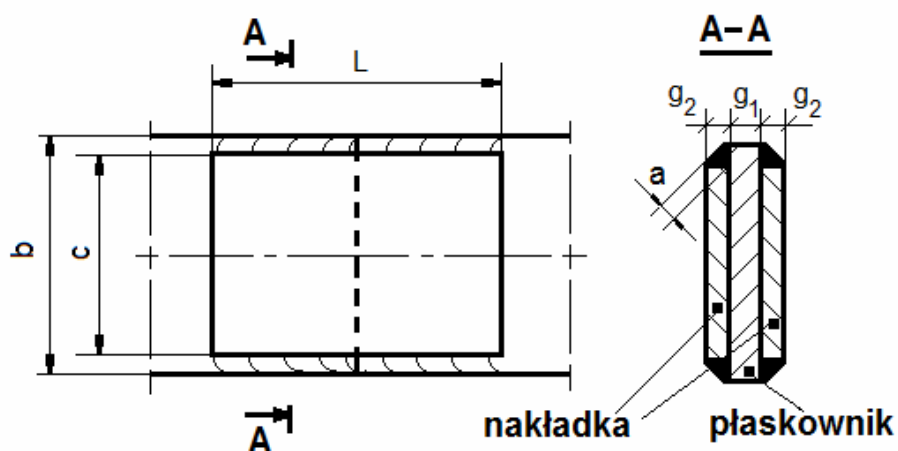
$\tau_{s1}, \tau_{s2}$  - naprężenia obliczeniowe dotyczące ścinania technicznego spoin o długości odpowiednio  $L_1$  i  $L_2$ ,

$P_1, P_2, a, L_{o1}, L_{o2}$  - jak wyżej.

- Wykonać obliczenia z zastosowaniem podanych oraz objaśnionych wzorów.

### Część III. Połączenie nakładkowe płaskowników

1. Obliczyć, jakie wymiary  $a, c, g_2, L$  powinno mieć połączenie nakładkowe dwu płaskowników o takim samym przekroju  $b \times g_1$  (rys. 3), aby nośność połączenia nie była mniejsza niż nośność łączonych płaskowników.



Rys. 3

Do obliczeń przyjąć następujące dane:

$b = 112 \text{ mm}$ ,  $g_1 = 10 \text{ mm}$ ,  $k_{r1} = k_{r2} = 134 \text{ MPa}$ ,  $k_{ts} = 100 \text{ MPa}$ .

#### 1.1. Warunki dla wymiarów $a, c, g_2$

- Podać i objaśnić następujące wzory do obliczenia wymiarów  $a, c, g_2$ :

$$a \leq 0,7 \cdot g_2 \quad , \quad c \leq b - 2 \cdot g_2 \quad , \quad b \cdot g_1 \cdot k_{r1} \leq 2 \cdot c \cdot g_2 \cdot k_{r2}$$

- Stosując podane i objaśnione wzory obliczyć wymiary  $a, c, g_2$  oraz zaokrąglić je do całkowitych wartości wyrażonych w milimetrach.

## 1.2. Warunek dla wymiaru L

- Podać i objaśnić następujący wzór:

$$4(0,5 \cdot L - a) \cdot a \cdot k_{ts} \geq b \cdot g_1 \cdot k_{r1}$$

- Stosując podany i objaśniony wzór obliczyć wymiar L oraz zaokrąglić go do całkowitej wartości wyrażonej w milimetrach.

## 1.3. Sprawdzenie warunku bezpieczeństwa dla spoin

- Podać i objaśnić następujący warunek bezpieczeństwa dla spoin:

$$\frac{b \cdot g_1 \cdot k_{r1}}{4(0,5 \cdot L - a) \cdot a} \leq k_{ts}$$

- Wykonać obliczenia z zastosowaniem podanego oraz objaśnionego wzoru.

## 1.4. Sprawdzenie warunku bezpieczeństwa dla nakładek

- Podać i objaśnić następujący warunek bezpieczeństwa dla nakładek:

$$\frac{b \cdot g_1 \cdot k_{r1}}{2 \cdot c \cdot g_2} \leq k_{r2}$$

- Wykonać obliczenia z zastosowaniem podanego oraz objaśnionego wzoru.

**Koniec instrukcji**