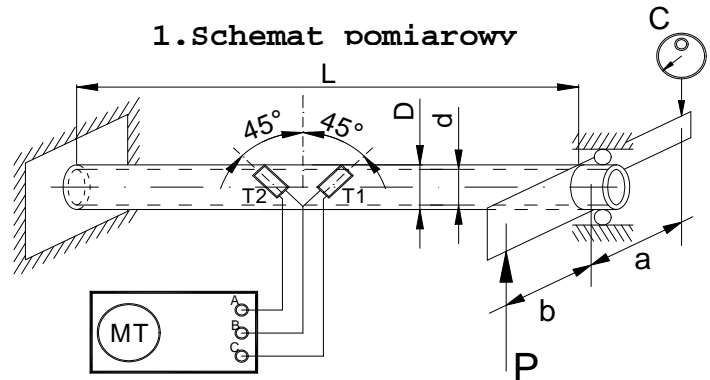
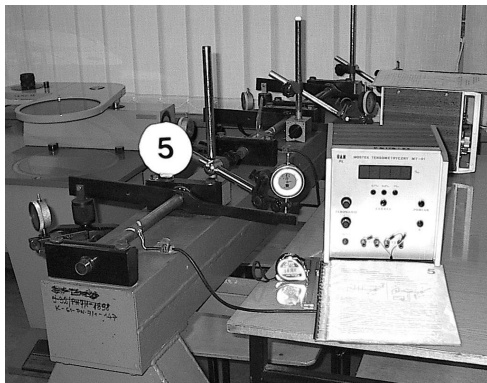


INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA nr 5
 WYZNACZANIE MODUŁU KIRCHOFFA
 (MODUŁ ODKSZTAŁCENIA POSTACIOWEGO)



2. Kolejność czynności

- 2.1. Pomierzyć wielkości a , b , l przymiarem z dokładnością do 1mm i średnice wewnętrzne d_1 , d_2 oraz zewnętrzne D_1 , D_2 suwmiarką w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach. Określić dokładność pomiaru ($\Delta a, \Delta b, \Delta l, \Delta d, \Delta D$). Wyniki pomiarów wpisać do protokołu.
- 2.2. Ustawić czujnik mechaniczny C wg schematu pomiarowego
- 2.3. Podłączyć tensometry do mostka wg schematu pomiarowego
- 2.4. Uruchomić mostek wg instrukcji obsługi mostka TT3B.
- 2.5. Ustawić stałą mostka K_M zbliżoną do wartości stałe tensometru.
- 2.6. Przeprowadzić równoważenie mostka tensometrycznego.
- 2.7. Wykonać odczyt A_0 z mostka tensometrycznego i zerowy odczyt C_0 z czujnika mechanicznego.
- 2.8. Przyłożyć obciążenie 50 N pokręcając pokrętko obciążnika umieszczone poniżej belki oporowej. Wartości siły odczytujemy z siłomierza pałkowego wykorzystując czujnik zegarowy i odpowiedni nomogram.
- 2.9. Zrównoważyć mostek pokrętkami oporników oraz wykonać odczyty wskazań mostka A_i i czujnika mechanicznego C_i .
- 2.10. Zwiększając obciążenie co 50 N czynności 2.8. i 2.9. powtórzyć 5 razy do obciążenia 250 N.

3. Opracowanie wyników badań

3.a. Metoda mechaniczna

Na podstawie wskazań czujnika można określić kąt skręcenia pręta

$$\varphi_i = \frac{C_i}{a} \quad /1/$$

Z teorii skręcania swobodnego wynika, że przesunięcie przy powierzchni zewnętrznej pręta wynosi:

$$\gamma_i = \frac{\varphi_i D}{2l} \quad /2/$$

a naprężenia styczne na powierzchni zewnętrznej wynoszą:

$$\tau_i = \frac{16P_i D b}{\Pi(D^4 - d^4)} \quad /3/$$

a stąd moduł Kirchoffa dla i-tego pomiaru wynosi

$$G_i = \frac{32P_iabl}{\Pi C_i(D^4 - d^4)} \quad /4/$$

Dla wielu pomiarów najlepsze przybliżenie liniowe można znaleźć z metody najmniejszych kwadratów. Na podstawie instrukcji „Aproksymacja liniowa” jego wartość wynosi:

$$G = \frac{48abl}{\Pi(D^4 - d^4)C_N^9} \left[\sum_{i=1}^{N-1} P_i C_i (C_{i+1} - C_{i-1}) + P_N C_N (C_N - C_{N-1}) \right] \quad /5/$$

Wartość modułu Kirchoffa (wzór /4/) wyznaczamy pośrednio przez pomiar wielkości (a, b, i, D, C_i, P_i). Błąd względny i bezwzględny modułu kirchoffa obliczamy zgodnie z instrukcją rachunku błędów. Dla wielu pomiarów błąd badanej wielkości wyznaczamy jako maksymalny błąd z błędów wszystkich pomiarów.

3.b. Metoda elektrooporowa

Dla poszczególnych pomiarów wartości posunięcia obliczamy ze wzoru:

$$\gamma_i = \frac{K_M}{K_t} (A_i - A_0) \quad /6/$$

gdzie: K_t - stała tensometrów

K_M - stała mostka tensometrycznego

A₀ - odczyt z mostka dla zerowego obciążenia

A_i - odczyt z mostka dla i-tego obciążenia

Naprężenia styczne wynoszą jak w pkt. 3.a.

Moduł Kirchoffa należy wyznaczyć ze wzoru:

$$G_i = \frac{6P_iDK_t b}{\Pi K_M (A_i - A_0)(D^4 - d^4)} \quad /7/$$

Dla wielu pomiarów /N/ najlepsze przybliżenie liniowe można znaleźć z metody najmniejszych kwadratów (jak w pkt. 3.a.) jego wartość wynosi:

$$G_i = \frac{24DK_t b}{\Pi K_M (D^4 - d^4)R_N^9} \left[\sum_{i=1}^{N-1} P_i R_i (R_{i+1} - R_{i-1}) + P_N R_N (R_N - R_{N-1}) \right] \quad /8/$$

gdzie R_i = A_i - A₀

Wartości modułu Kirchoffa (wzór /7/) wyznaczamy pośrednio przez pomiar wielkości (b, K_t, K_M, d, D, P_i, A_i).

Błąd bezwzględny i względny modułu Kirchoffa obliczamy zgodnie z instrukcją rachunku błędów.

Dla wielu pomiarów błąd badanej wielkości wyznaczamy jako maksymalny błąd z błędów wszystkich pomiarów.

4. Sprawozdanie winno zawierać:

- 4.1. Protokół z ćwiczenia
- 4.2. Obliczenie rachunkowe modułu Kirchoffa (dwie metody)
- 4.3. Rachunek błędów
- 4.4. Porównanie obu metod

5. Literatura

A. Jakubowicz, Z. Orłoś - „Wytrzymałość Materiałów”

M. Banasiak - „Ćwiczenia laboratoryjne z Wytrzymałości Materiałów”
„Ćwiczenie - Skręcanie prętów”