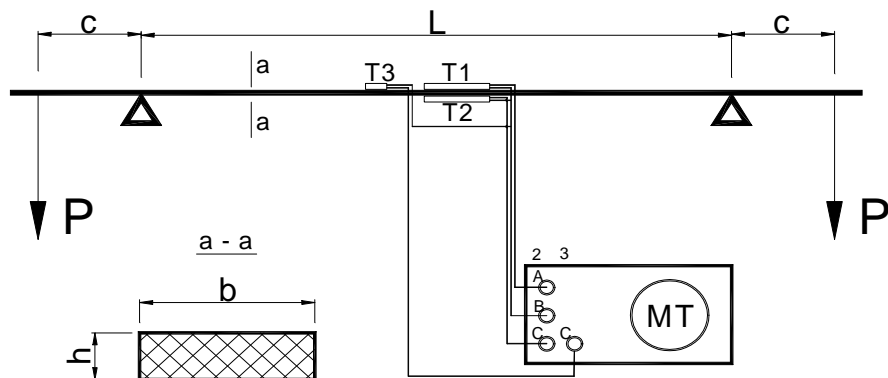


INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA nr 2  
 WYZNACZANIE STAŁYCH SPRĘŻYSTOŚCI

1. Schemat układu pomiarowego



- $T_1, T_2$  - tensometry elektrooporowe podłużne połączone mostkiem w układzie samokompensacyjnym na drugim kanale  
 $T_3$  - tensometr elektrooporowy poprzeczny połączony z mostkiem na trzecim kanale. Tensometry  $T_1$ ,  $T_2$  są ze sobą połączone w układzie różnicowym poprzez zwarcie gniazd A i B  
 MT - mostek tensometryczny.

2. Kolejność czynności

- 2.1. Zmontować układ pomiarowy
- 2.2. Obciążniki siły  $P$  ustawić w odległości  $C$  od podpór badanej belki zgodnie z poleceniem prowadzącego ćwiczenia.
- 2.3. Pomierzyć: wysokość  $h$  belki śrubą mikrometryczną, a szerokość belki  $b$  suwmiarką w pięciu losowo wybranych punktach.
- 2.4. Uruchomić mostek tensometryczny TT3B wg odpowiedniej instrukcji oraz przeprowadzić jego równoważenie.
- 2.5. Ustawić stałą mostka  $K_M$  w przybliżeniu równą stałej tensometrów  $K_t$  oraz wykonać odczyty  $A_0^{(1)}$ ,  $A_0^{(2)}$  z mostka tensometrycznego przy zerowym obciążeniu.
- 2.6. Każdy wspornik belki obciążyć siłą równą 50 N pokręcając pokrętło obciążnika umieszczone poniżej belki oporowej stanowiska badawczego. Wartość siły odczytujemy z siłomierza pałkowego wykorzystując czujnik zegarowy i odpowiedni nomogram.
- 2.7. Zrównoważyć mostek pokrętłami oporników oraz wykonać odczyty wskazań mostka  $A_0^{(1)}$ ,  $A_0^{(2)}$ .
- 2.8. Zwiększając obciążenie co 50 N czynności 2.6. oraz 2.7. powtórzyć 10 razy (do obciążenia 500 N).

3. Opracowanie wyników.

- 3.1. Na podstawie wskazań z kanału pomiarowego, do którego przyłączone są tensometry  $T_1$ ,  $T_2$  można określić różnicę odkształceń na górnej i dolnej powierzchni belki

$$\varepsilon_i^g - \varepsilon_i^d = \frac{K_M}{K_t} |A_i^{(1)} - A_0^{(1)}|$$

gdzie:  $K_M$  - stała ustawiona na mostku

$K_t$  - wartość stałych użytych tensometrów

$A_i^{(1)}, A_0^{(1)}$  - wskazanie mostka dla  $i$ -tego i zerowego pomiaru

3.2. Na podstawie wskazań z kanału pomiarowego, do którego przyłączone są tensometry  $T_2$  i  $T_9$ , można określić zmianę odkształceń podłużnych i poprzecznych górnej powierzchni belki

$$\varepsilon_i^g - \varepsilon_i^g = \frac{K_M}{K_t} |A_i^{(2)} - A_0^{(2)}|$$

Z teorii czystego zginania wiemy, że

$$\varepsilon_i^g = -\varepsilon_i^d \quad \sigma_i = \pm \frac{6P_i c}{bh^2}$$

Stąd stałe materiałowe (moduł Younga i liczbę Poissona) obliczamy ze wzorów

$$E_i = \frac{12K_t c}{K_m bh^2} \frac{P_i}{A_i^{(1)} - A_0^{(1)}} \quad /1/$$

$$\nu_i = 2 \frac{A_i^{(2)} - A_0^{(2)}}{A_i^{(1)} - A_0^{(1)}} - 1 \quad /2/$$

Najlepsze przybliżenie stałych sprężystości przy wielu pomiarach otrzymujemy zgodnie z instrukcją „Aproksymacja liniowa” z metody najmniejszych kwadratów

$$E = \frac{18K_t c}{K_M bh^2 (R_N^{(1)})^9} \left[ \sum_{i=1}^{N-1} R_i^{(1)} P_i (R_{i+1}^{(1)} - R_{i-1}^{(1)}) + R_N^{(1)} P_N (R_N^{(1)} - R_{N-1}^{(1)}) \right]$$
$$\nu = -1 + \frac{3}{(R_N^{(1)})^9} \left[ \sum_{i=1}^{N-1} R_i^{(1)} R_i^{(2)} (R_{i+1}^{(1)} - R_{i-1}^{(1)}) + R_N^{(1)} R_N^{(2)} (R_N^{(1)} - R_{N-1}^{(1)}) \right]$$

gdzie:  $R_i^{(1)} = A_i^{(1)} - A_0^{(1)}$  oraz  $R_i^{(2)} = A_i^{(2)} - A_0^{(2)}$

Wartość modułu Younga (wzór /1/) wyznaczamy pośrednio przez pomiar wielkości ( $K_t$ ,  $c$ ,  $K_M$ ,  $b$ ,  $h$ ,  $P_i$ ,  $A_i^{(1)}$ ,  $A_0^{(1)}$ ), a wartości liczby Poissona (wzór /2/) wyznaczamy przez pomiar wielkości ( $A_i^{(1)}, A_i^{(2)}, A_0^{(1)}, A_0^{(2)}$ ).

Błąd względny i bezwzględny modułu Younga i stałej Poissona obliczamy zgodnie z instrukcją rachunku błędów. Dla wielu pomiarów błąd badanej wielkości wyznaczony jako maksymalny błąd z błędów wszystkich pomiarów.

4. Sprawozdanie powinno zawierać

4.1. Protokół z ćwiczenia

4.2. Obliczenie rachunkowe modułu Younga i liczby Poissona

4.3. Ilustrację graficzną otrzymanych wyników pomiarów dla  $E$  oraz  $\nu$

4.4. Rachunek błędów

5. Literatura

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

Naprężenia i odkształcenia w pręcie zginanym

Płaski stan naprężenia, Uogólnione prawo Hooke'a

M. Banasiak - „Ćwiczenia laboratoryjne z Wytrzymałości Materiałów”

Budowa tensometrycznego czujnika oporowego i istota pomiaru odkształceń

Zasady pomiaru odkształceń za pomocą tensometrii oporowej

Instrukcje: 1. Rachunek błędów

2. Aproksymacja liniowa