TENSOMETRIA MECHANICZNA

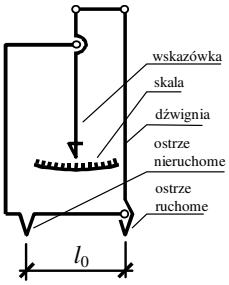
Tensometr - przyrząd do pomiaru zmiany długości (odkształcenia). Wbrew nazwie (*tensio, łac.* - naprężenie, napięcie) nie mierzy naprężeń.

Baza pomiarowa tensometru - odcinek na którym dokonywany jest pomiar tensometrem.

Rodzaje tensometrów

- tensometry mechaniczne (Huggenbergera, Martensa-Kennedy'ego, strunowe),
- tensometry optyczne (zwierciadłowy Martensa),
- tensometry elektrooporowe.

Tensometr Huggenbergera



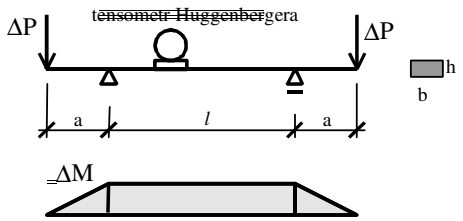
Dane techniczne:

- baza pomiarowa 20 mm,
- przełożenie i = 1000.

Przed pomiarem tensometr mocujemy na przęśle belki za pomocą pokrętła na obejmie i zerujemy jego wskazania.

Pomiar modułu Younga tensometrem Huggenbergera

moment zginający jest w przęśle stały a siła poprzeczna jest równa zero - jest to więc proste zginanie



$$\Delta M = -\Delta P \cdot a$$

$$\Delta\sigma = \frac{|\Delta M|}{W}$$

$$\Delta\varepsilon = \frac{\Delta l_0}{l_0}$$

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} = \frac{\Delta P \cdot a \cdot l_0}{W \cdot \Delta l_0} = \frac{6 a l_0}{b h^2}\frac{\Delta P}{\Delta l_0}$$

Mierząc tensometrem przyrosty długości bazy pomiarowej dla odpowiadających im przyrostów obciążenia, możemy z powyższego wzoru wyznaczyć moduł Younga. Położenie tensometru na przęśle belki jest dowolne - ani naprężenia ani odkształcenia skrajnych włókien nie zależą od wyboru przekroju.

Przeprowadzenie pomiaru:

- pomiar geometrii belki: a, l, b, h,
- zamocowanie tensometru i wyzerowanie go,
- wykonanie odczytów dla rosnącego obciążenia (waga szalki 3 kG, przyrosty obciążenia 2 kG),
- wykonanie obliczeń z uwzględnieniem rozrzutu statystycznego.

Tabelka obliczeń

$\Delta P = 2$ kG = $2x9.81$ N

l.p.	odczyt Hugg.	Δl_0, m
1	0	
		$1\ 10^{-6}$
2	1	
		$2\ 10^{-6}$
3	3	
9		

średnia wartość $\left(\Delta l_0\right)_{\text{śr}} = \ldots$

średnia wartość $E_{\text{śr}} = E\left[\left(\Delta l_0\right)_{\text{śr}}\right]$

odchylenie średnie Δl_0, $S_{\Delta l_0} = \ldots$

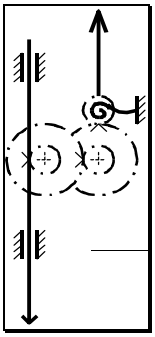
odchylenie średnie E, $S_E = \dfrac{6al_0}{bh^2}\dfrac{\Delta P}{\left(\Delta l_0\right)_{\text{śr}}^{\ 2}} S_{\Delta l_0}$

przedział ufności $\Delta = t_{(n-1)\alpha}\dfrac{S_E}{\sqrt{n}} = 2.365\dfrac{S_E}{\sqrt{8}} = \ldots$

gdzie współczynnik rozkładu *t*-Studenta 2.365 odpowiada 8 różnicom pomierzonych wartości dla poziomu ufności 95%.

Ostateczny wynik: $E = E_{\text{śr}} \pm \Delta_E$, GPa.

Czujnik zegarowy (ugięciomierz)

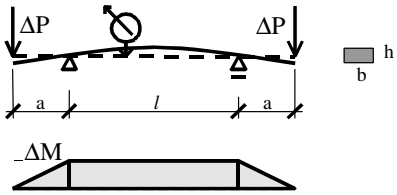


Dane techniczne:

- skok trzpienia ok. 20 mm
- przełożenie i = 100

Przesuw pionowy trzpienia czujnika przekazywany jest poprzez zębatkę na przekładnię zębatą, składającą się z 5 kółek. Pary współpracujących kółek zapewniają przełożenia po i = 4.6. Sprężyna przy wskazówce daję stałą siłę nacisku trzpienia na belkę.

Pomiar modułu Younga ugięciomierzami



Dla zginania prostego zależność między promieniem krzywizny (drugą pochodną ugięć) a momentem zginającym ma postać:

$$\Delta w''(x) = \frac{\Delta P \cdot a}{EJ_y}$$

Po scałkowaniu, mamy: $\Delta w(x) = \dfrac{\Delta P \cdot a}{EJ_y}\dfrac{x^2}{2} + C_1 x + C_2$.

Z warunków kinematycznych wiadomo, że $\Delta w(0) = \Delta w(l) = 0$, skąd $C_1 = -\dfrac{\Delta P \cdot a}{EJ_y}\dfrac{l}{2}$, $\quad C_2 = 0$.

Ostatecznie: $\Delta w(x) = \dfrac{\Delta P \cdot a}{2EJ_y} x(x-l)$.

Jak widać, ugięcia zależą od zmiennej *x*, czyli od wyboru przekroju pomiarowego.

Obliczenia

2 czujniki mocujemy w jednakowej odległości od podpór. Tabelka obliczeń powinna zawierać: odczyty obu zamontowanych czujników zegarowych oraz różnice między kolejnymi pomiarami na danym czujniku. Opracowanie statystyczne wyników przeprowadzamy dla końcowego wzoru:

$$E = \frac{ac(l-c)}{2\frac{bh^3}{12}}\frac{\Delta P}{\Delta w}, \text{ GPa}$$

podając wynik w postaci: $E = E_{\text{śr}} \pm \Delta_E$.