

INSTRUKCJA DO CWICZENIA NR 5

Temat ćwiczenia: Statyczna próba ściskania materiałów kruchych

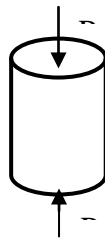
Celem ćwiczenia jest wykonanie próby statycznego ściskania materiałów kruchych, na podstawie której można określić wytrzymałość na ściskanie (R_c) oraz moduł Younga (E).

Naprężenia

Rozważmy próbkę materiału w formie walca, do której przykładamy siłę (P) (Rys. 1). W walcu pojawiają się naprężenia ściskające (σ). Wartość naprężenia σ jest określana jako siła (P) działająca na daną powierzchnię przekroju (S).

$$\sigma = \frac{P}{S} \text{ [MPa]}$$

P – siła osiowa ściskająca próbkę, N,
 S – pole przekroju próbki (początkowe), mm².



Rys. 1. Jednoosiowe ściskanie

Odształcenia

Reakcją materiału na naprężenie jest odkształcenie. Naprężenia normalne powodują odkształcenia normalne (wzdłużne). Przyjmujemy, że przed obciążeniem długość pręta (pierwotna) wynosiła (l_0). Przy rozciąganiu długość się powiększy, a przy ściskaniu zmniejszy się do długości (l). Dzieląc wydłużenie (skrócenie całkowite) (Δl) ($l-l_0$) przez długość początkową otrzymamy **wydłużenie (skrócenie) względne** lub **jednostkowe** (ε):

$$\varepsilon_n = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Odształcenie poprzeczne, w przypadku rozciągania, jest to stosunek zmniejszenia wymiaru poprzecznego do grubości początkowej, natomiast w przypadku ściskania jest to stosunek zwiększenia wymiaru poprzecznego do wymiaru początkowego i nazywamy **zwężeniem** lub **rozszerzeniem jednostkowym** (ε_p)

$$\varepsilon_p = \frac{\Delta a}{a_0}$$

Prawo Hooke'a

W przekrojach prostopadłych do osi rozciągania i ściskania występują naprężenia normalne.

$$\sigma = \frac{P}{S} \text{ [MPa]}$$

Doświadczenia przeprowadzone na elementach obciążonych wykazują, że w pewnych przedziałach obciążeń, przy których ciało może być uważane za **liniowo – sprężyste** słuszne jest **prawo Hooke'a**, które mówi, że **naprężenie normalne jest proporcjonalne do odkształcenia jednostkowego**

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

E – współczynnik proporcjonalności nazywany jest modułem sprężystości wzdłużnej lub modułem Younga, [GPa]

Materiał w miarę zwiększenia obciążenia odkształca się początkowo sprężysto. Cechą charakterystyczną odkształcenia sprężystego jest jego zanik po usunięciu obciążenia oraz to, że przy niezbyt dużych obciążeniach odkształcenie jest proporcjonalne do naprężenia. Stała proporcjonalności nazywana jest modułem Younga w przypadku rozciągania i ściskania. Naprężenie sprężyste następuje dzięki zmianie odległości między atomami, dlatego wartości modułów rosną ze wzrostem sił wiązań między atomami.

Wytrzymałość materiału na ściskanie

Przy badaniu materiałów na ściskanie wykonuje się próbki w kształcie sześciangu lub walca (o wysokości równej średnicy). Po przekroczeniu granicy sprężystości pojawiają się w próbce odkształcenia trwałe. Próbkę spęcznia się, przyjmując kształt beczkowaty. **Wytrzymałość na ściskanie** oblicza się na podstawie największej siły ściskającej (niszczącej)

$$R_c = \frac{P}{S_0} \text{ [MPa]}$$

P – siła niszcząca, N,

S_0 – pole przekroju próbki, mm^2 .

Próbka podczas badania przyjmuje kształt dwóch stożków lub ostrosłupów ściętych, złączonych mniejszymi podstawami. Materiały kruche są bardziej wytrzymałe na ściskanie niż na rozciąganie R_m , np.:

Dla betonu $R_c = (5 - 20)R_m$,

Dla granitu $R_c = (40 - 70)R_m$,

Dla piaskowca $R_c = (20 - 70)R_m$.

Z prostoliniowej części wykresu zależności $P = f(l)$, w której materiał zachowuje się liniowo – sprężysto (skrócenie próbki (l) jest wprost proporcjonalne do działającej siły (P) – prawo Hooke'a), wyznaczamy **moduł Younga (E)**

$$E = \frac{P \cdot l_0}{\Delta l \cdot S_0} \text{ [GPa]}$$

P – siła ściskająca, [N],

Δl – skrócenie próbki odpowiadające sile (P), [mm]

l_0 – początkowa wysokość próbki, [mm],

S_0 – pole początkowego przekroju próbki, [mm^2].

Do badania bierzemy próbki o kształcie walców lub prostopadłościanów o smukłości $h/d=2$. Przed wykonaniem oznaczenia modułu odkształcalności podłużnej należy przeprowadzić oznaczenia wytrzymałości na ściskanie (R_c) na próbkach pochodzących z tej samej partii materiału co próbki do oznaczenia modułu Younga.

Tok przeprowadzenia ćwiczenia

1. Określić pole przekroju poprzecznego i wysokość obu próbek do badania.
2. Przeprowadzić dwie próby ściskania próbek materiałów kruchych:
 - 2.1. **W pierwszej próbce**, o smukłości 1, zarejestrować siłę niszczącą próbkę i na podstawie tej wartości określić 15 przedziałów siły, co jakie będą szczytywane wartości skrócenia następnej próbki. Maksymalna wartość, do jakiej następna próbka będzie obciążana wynosi 70% siły niszczącej.
 - 2.2. **W drugiej próbce**, o smukłości 2, należy zarejestrować wielkości skrócenia i odpowiadające im wartości siły. Zarejestrować również siłę, przy której próbka uległa zniszczeniu (po dokonaniu 15 odczytów należy zdemontować czujniki zegarowe aby nie uległy uszkodzeniu w momencie niszczenia próbki).
3. Uporządkować stanowisko.

Opracowanie wyników

1. Sporządzić wykres zależności $\sigma = f(\epsilon)$ na podstawie pomiarów siły i skrócenia.
2. Obliczyć wytrzymałość na ściskanie (R_c).
3. Obliczyć moduł Younga (E).
4. Porównać otrzymane wartości z wartościami tablicowymi.

Literatura

1. **Ashby M. F., Jones D. R. H.** – *Materiały inżynierskie*. WNT Warszawa 1996
2. **Dobrzański L.** – *Metaloznawstwo z podstawami nauki o materiałach*. WNT Warszawa 1998.
3. **E. Stawarski, J. Bystrowski, J. Jakubowski** – *Wytrzymałość materiałów. Ćwiczenia laboratoryjne*. Skrypty uczelniane nr 1427. Wydawnictwa AGH, Kraków, 1995.

ĆWICZENIE nr 5

Statyczna próba ściskania materiałów kruchych

Grupa - zespół	Data
Skład zespołu	
1.	
2.	
3.	
4.	

1. Badany materiał:

2. Wymiary charakterystyczne próbki

	Próbka 1	Próbka 2
d [mm]		
l [mm]		

3. Rejestr siła – wydłużenia

3.1. Siła niszcząca P_1 [kN]

3.2. Zakres wartości siły do oznaczenia modułu Younga $70\%P_1$ [kN]

Lp.	Siła P [kN]	Wskazania czujników [10 ⁻² mm]			Skrócenie [10 ⁻² mm]
		l ₁	l ₂	l ₃	

3.3. Siła niszcząca P_2 [kN]

