



Wprowadzenie teoretyczne

Doświadczenie „ROZCIĄGANIE”

Temat: Wyznaczanie modułu Younga na wydłużeniu dla próbki z tworzywa ABS lub PETG.

Moduł Younga to tak zwany moduł sprężystości, który określamy dla elementów podlegających naprężeniom statycznym takich jak pręty, liny czy płaskowniki. Substancje i materiały posiadają właściwości odzyskiwania swoich kształtów i rozmiarów po usunięciu siły zewnętrznej, która powoduje odkształcenie. Powyższą właściwość sprężystości w pewnym zakresie posiadają wszystkie ciała stałe. Przyłożenie zewnętrznej siły prowadzi do powstania wewnętrznego naprężenia w materiale. Odkształcenie względne ϵ , związane ze zmianą długości próbki definiujemy jako stosunek wydłużenia x do długości pierwotnej L :

$$\epsilon = \frac{x}{L}$$

Prawo Hooke’a jest podstawowym doświadczalnym prawem sprężystości ciał, obowiązuje ono dla małych odkształceń. Prawo to mówi o proporcjonalności względnego odkształcenia do naprężenia wywołującego to odkształcenie. Współczynnik proporcjonalności jest wielkością stałą dla danego materiału. Współczynnik ten nazywamy modułem sprężystości. Prawo Hooke’a dla wydłużanego materiału definiujemy wzorem:

$$\frac{F}{S} = E \cdot \frac{x}{L}$$

który można skrócić do postaci:

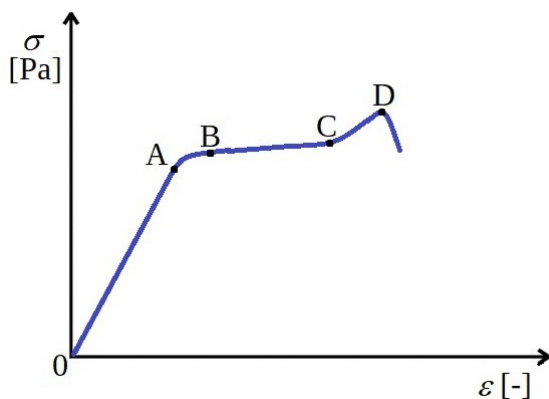
$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

skąd

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{\frac{F}{S}}{\frac{x}{L}} = \frac{F \cdot L}{S \cdot x}$$

gdzie:

- σ - naprężenie normalne wynikające z działania sił F prostopadłych do powierzchni przekroju S .
- E - moduł sprężystości przy wydłużaniu, zwany modułem Younga.



Wykres naprężenia wewnętrznego jako funkcja wydłużania względnego rozciąganego drutu. Zakres 0-A na wykresie jest zakresem sprężystości o charakterze liniowym, do którego stosuje się prawo Hooke’a. Punkt B oznacza koniec zakresu sprężystości. Przekroczenie punktu B oznacza trwałą deformację próbki. Zakres B-C mówi o zakresie plastyczności (płynięcia) materiału. Bez dodatkowych naprężeń obserwujemy wydłużanie się próbki. Punkt D mówi o granicy wytrzymałości materiału, próbka ulega zerwaniu.

„ROZCIĄGANIE”

Temat: Wyznaczanie modułu Younga na wydłużenie dla próbki z tworzywa ABS lub PETG.

1. Podaj treść i zapisz wzorem prawo Hooke'a.
2. Wyjaśnij co to jest współczynnik sprężystości i podaj jego jednostkę.
3. Podaj definicję i jednostkę modułu Younga.
4. W jakim zakresie mieszczą się moduły Younga popularnych materiałów np. stal, miedź, aluminium, drewno, nylon itp?
5. Omów podział ciał stałych ze względu na budowę struktury cząsteczkowej i wyjaśnij różnicę w ich budowie (postaciowe i bezpostaciowe).
6. Podaj definicję i jednostkę odkształcenia względnego.
7. Podaj definicję i jednostkę naprężenia normalnego.
8. Podaj definicję i jednostkę siły.
9. Narysuj wykres naprężenia wewnętrznego w funkcji wydłużenia względnego.
10. Opisz charakterystyczne zakresy występujące na wykresie naprężenia wewnętrznego w funkcji wydłużania względnego.
11. Narysuj wykres naprężenia wewnętrznego w funkcji wydłużania względnego w zakresie stosowalności prawa Hooke'a.
12. Jak zmieni się naprężenie normalne jeśli siła rozciągająca wzrośnie dwukrotnie?
13. Podaj rodzaje naprężeń występujących w materiale.
14. Wyjaśnij różnicę między odkształceniem sprężystym a odkształceniem plastycznym.
15. Opisz podział materiałów ze względu na właściwości mechaniczne i wyjaśnij różnicę między nimi (sprężyste, kruche, plastyczne).

„ROZCIĄGANIE”

Temat: Wyznaczanie modułu Younga na wydłużenie dla próbki z tworzywa ABS lub PETG.

Baza teoretyczna



Prawo Hooke’a w zastosowaniu do rozciągania próbki: w granicach sprężystości materiału, wydłużenie x jest wprost proporcjonalne do przyłożonej zewnętrznej siły F , która jest przyczyną tego wydłużenia:

$$\frac{F}{S} = E \cdot \frac{x}{L}$$

Stosując definicję naprężenia σ i odkształcenia ε :

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

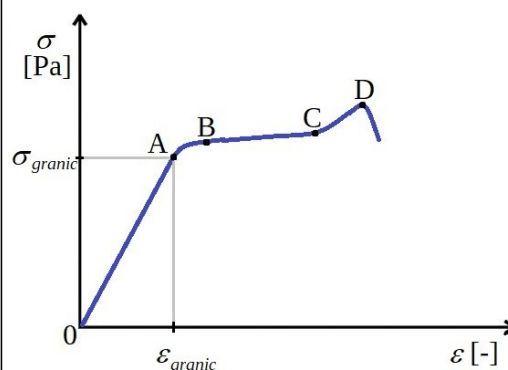
Względne wydłużenie (odkształcenie) jest wprost proporcjonalne do wywołującego je naprężenia. Współczynnikiem proporcjonalności jest moduł Younga E .

Wartość **modułu Younga E** można więc wyznaczyć:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\frac{F}{S}}{\frac{x}{L}} = \frac{F \cdot L}{S \cdot x}$$

Aby **wyznaczyć moduł Younga** należy:

1. Włączyć (wyzerować) siłomierz.
2. Umocować próbkę w uchwytach.
3. Kręcąc korbą znaleźć położenie początkowe, przy którym siłomierz wskazuje 0 N.
4. Zmierzyć suwmiarką długość początkową próbki L (odległość między uchwytami).
5. Rozciągać próbkę dokonując pomiarów wydłużenia x oraz siły rozciągającej F . Wyniki zapisywać co około 0,15 mm.
6. Po zgromadzeniu 15 pomiarów można zwiększyć wydłużenia x do 1-2 mm, aż do zerwania próbki.
7. Wykonać na komputerze wykres zależności siły F w funkcji wydłużenia próbki x , dla minimum 10 punktów z zakresu 0-A i określić graniczny zakres liniowości wykresu.
8. Obliczyć **moduł Younga** dla wydłużeń i odkształceń mniejszych niż wartości graniczne.
9. Obliczyć średnią wartość modułu Younga i niepewność maksymalną jako trzykrotność odchylenia standardowego



Sprawozdanie

.....
Nazwisko i Imię

.....
Data

„ROZCIĄGANIE”

Temat: Wyznaczanie modułu Younga na wydłużenie dla próbki z tworzywa ABS lub PETG.

1. Wyniki pomiarów

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
F	[N]																					
x	[mm]																					

$$L = \dots \quad d = 1,7 \text{ mm}$$

2. Obliczenia (przykładowe – odnoszą się do pomiaru nr 2)

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,0017 \text{ m})^2}{4} = 2,27 \cdot 10^{-6} [\text{m}^2]$$

$$\sigma = \frac{F}{S} =$$

$$\varepsilon = \frac{x}{L} =$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F \cdot L}{S \cdot x} =$$

3. Wyniki obliczeń

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
σ	[]										
ε	[-]										
E	[Pa]										

4. Oblicz:

Średnią wartość modułu Younga

$$E_{\text{sr}} =$$

Odchylenie standardowe

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (E_i - E_{\text{sr}})^2}{N}}$$

gdzie: E_i – wartość modułu Younga dla kolejnego pomiaru,

E_{sr} – średnia wartość modułu Younga,

N – liczba pomiarów.

5. Podsumowanie

Wyznaczona średnia wartość modułu Younga E wynosi ...

Niepewność maksymalna wyznaczonego modułu Younga wynosi: $3 \cdot \sigma_E =$

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.