

STATYCZNA PRÓBA ROZCIĄGANIA PRÓBKİ, WYZNACZANIE MODUŁU YOUNGA

1. PRÓBKİ

- Przy określaniu wszystkich wielkości charakterystycznych wymienionych w normie *Próba statyczna rozciągania metali PN-xx/H-04310* **z wyjątkiem** umownej granicy sprężystości $R_{0.05\%}$, umownej granicy plastyczności $R_{0.2\%}$ i modułu sprężystości E , nie zachodzi potrzeba stosowania ekstensometru. Wystarczy dokładny (dokł. $\pm 1\%$) pomiar sił (siłomierz maszyny), pomiar (dokł. ± 0.1 mm) pierwotnych i końcowych wymiarów przekroju (suwmiarka) oraz pomiar przemieszczeń (dokł. ± 0.1 mm) kresek podziałki narysowanej przy pomocy rysika na długości pomiarowej próbki.

Z tego punktu widzenia każda próbka dopuszczana przez normę jest odpowiednia do wykonania pomiarów na naszej maszynie.

- Przy określaniu umownej granicy sprężystości $R_{0.05\%}$, umownej granicy plastyczności $R_{0.2\%}$ i modułu sprężystości E , należy wziąć pod uwagę następujące okoliczności:

1. Odształcenie graniczne stanu liniowo sprężystego dla pospolitej stali (jak w próbkach aktualnie w naszym laboratorium) wynosi:

$$\varepsilon_H = \sigma_H / E \approx \frac{250 \div 300 \text{ MPa}}{210 \times 10^3 \text{ MPa}} \approx 0.00119 \div 0.00143$$

a odpowiadające mu wydłużenie próbki na odc. długości pomiarowej L_0

$$\Delta L_H = \varepsilon_H L_0 \approx (0.0012 \div 0.0014) \times L_0$$

Uwzględniając parametry ekstensometru (rozdzielczość 0.01 mm) należy dążyć do jak największej wartości ΔL_H , a to oznacza konieczność stosowania dużych baz i zarazem długich próbek; dla przykładu:

$$\text{dla } L_0 = 100 \text{ mm} \quad \Delta L_H = (0.12 \div 0.14) \text{ mm} = (12 \div 14) \times \text{rozdzielczość ekstensometru}$$

2. Norma wymaga, aby największa siła potrzebna przy rozciąganiu (siła w rozciąganej próbce) była nie mniejsza niż 30% i nie większa niż 95% pełnego zakresu obciążenia. Dla siłomierza naszej maszyny, którego zakres wynosi 100 kN, oznacza to, że maksymalna siła uzyskana w próbie powinna być w zakresie (30÷95) kN. Uwzględniając, że maks. naprężenie dla pospolitej stali wynosi ok. 400÷500 MPa, otrzymujemy warunek na pole przekroju próbki:

$$R_m = F_m / S \quad \Rightarrow \quad S = F_m / R_m \approx \frac{(30 \div 95) 10^3 \text{ Nm}^2}{(400 \div 500) 10^6 \text{ N}} \approx (60 \div 240) \text{ mm}^2$$

Przyjmujemy zatem 60 mm² za minimalne pole przekroju próbki płaskiej.

3. Podsumowanie:

- próbka powinna mieć długość pomiarową ok. 100 mm i pole przekroju min. 60 mm²
- norma zaleca min. grubość próbek płaskich 3 mm

Norma zaleca stosowanie próbek płaskich z główkami (tzw. „wioselka”) lub bez główek (próbki prostokątne). Powyższe wymagania spełniają próbki:

Nr 21 - próbka z główką, dziesięciokrotna - grubość $a_0=4$ mm, szerokość odc. pomiarowego $b_0=20$ mm, długość całkowita $L_t=270$ mm

Nr 44 - próbka bez główki, dziesięciokrotna - grubość $a_0=4$ mm, szerokość odc. pomiarowego $b_0=20$ mm, długość całkowita $L_t=240$ mm.

1.1. Przeliczenia pomocnicze

- granica zakresu liniowego

$$\sigma_H = P_H/S = P_H/80 \text{ mm}^2 \approx 250 \div 300 \text{ MPa} \quad \Rightarrow \quad P_H = \sigma_H \times 80 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \approx 20 \div 24 \text{ kN}$$

$$\Delta l_H = \varepsilon_H \times L_0 \approx (0.00119 \div 0.00143) \times 100 \text{ mm} \approx 0.119 \div 0.143 \text{ mm}$$

- siła maksymalna

$$R_m = F_m/S \quad \Rightarrow \quad F_m = S \times R_m \approx 80 \times 10^{-6} \times (400 \div 500) 10^6 \text{ N} \approx (32 \div 40) \text{ kN}$$

2. WYZNACZNIENIE NAPREŻEŃ GRANICZNYCH PRZY UMOWNYM WYDŁUŻENIU TRWAŁYM METODĄ OBCIĄŻANIA

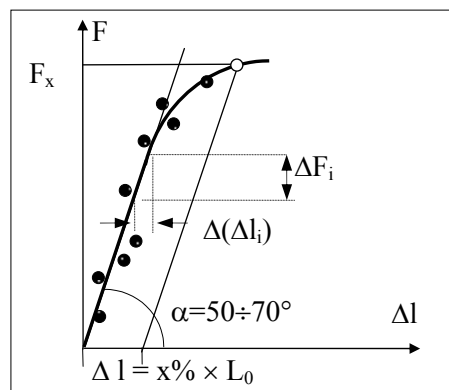
- umowna granica sprężystości $R_{0.05}$ (naprężenie pozorne przy trwałym odkształceniu 0.05 %, co jest równoważne trwałemu wydłużeniu 0.05 % długości pomiarowej - przykładowo dla długości pomiarowej $L_0=100 \text{ mm}$, wydłużenie trwałe wynosi $0.05 \times 1/100 \times 100 = 0.05 \text{ mm}$)

$$R_{0.05} = F_{0.05}/S_0$$

- umowna granica plastyczności $R_{0.2\%}$ (naprężenie pozorne przy trwałym odkształceniu 0.2 %, co jest równoważne trwałemu wydłużeniu 0.2 % długości pomiarowej - przykładowo dla długości pomiarowej $L_0=100 \text{ mm}$, wydłużenie trwałe wynosi $0.2 \times 1/100 \times 100 = 0.2 \text{ mm}$)

$$R_{0.2} = F_{0.2}/S_0$$

- metoda obciążania wymaga znajomości wykresu F vs. Δl lub (σ) vs. (ε) . Skala wydłużeń powinna być powiększona co najmniej 50 razy (tzn. odcinek odpowiadający wydłużeniu np. 0.01 mm (odksz. 0.01% przy bazie $L_0=100 \text{ mm}$) powinien mieć długość na wykresie min. 0.5 mm)
- naprężeniu 10 MPa na osi rzędnych powinien odpowiadać odcinek o długości minimum 2 mm (zakładając, że naprężenia R_x ($x=0.05$ lub 0.2) dla stali są rzędu 300-350 MPa, otrzymujemy długość osi rzędnych min. ok. 7 cm)
- osie odciętych i rzędnych należy tak wyskalować, aby nachylenie prostoliniowego odcinka wykresu wynosiło od 50° do 70° ($\text{tg } 50 = 1.192$, $\text{tg } 70 = 2.747$) - gdyby zatem przyjąć długość osi rzędnych ok. 7 cm, to długość osi odciętych mogłaby wynosić np. 3.5 cm (odpowiadałoby to przy powiększeniu 50 krotnym max. wydłużeniu względnemu $35/0.5 \times 0.01 = 0.7 \text{ mm}$)



- moduł Younga E w zakresie liniowym

$$E = \sigma/\varepsilon$$

$$E_i = \frac{\Delta\sigma_i}{\Delta\varepsilon_i} = \frac{\Delta F_i/S_0}{[\Delta(\Delta l_i)/L_0]} = \frac{\Delta F_i L_0}{\Delta(\Delta l_i) S_0}$$

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$