

Wytrzymałość materiałów II: ćwiczenia (1)

Skrećanie

zagadnienia statycznie wyznaczalne

Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

Projektowanie wałów - skręcanie

Naprężenia w okrągłym wale skręcanym

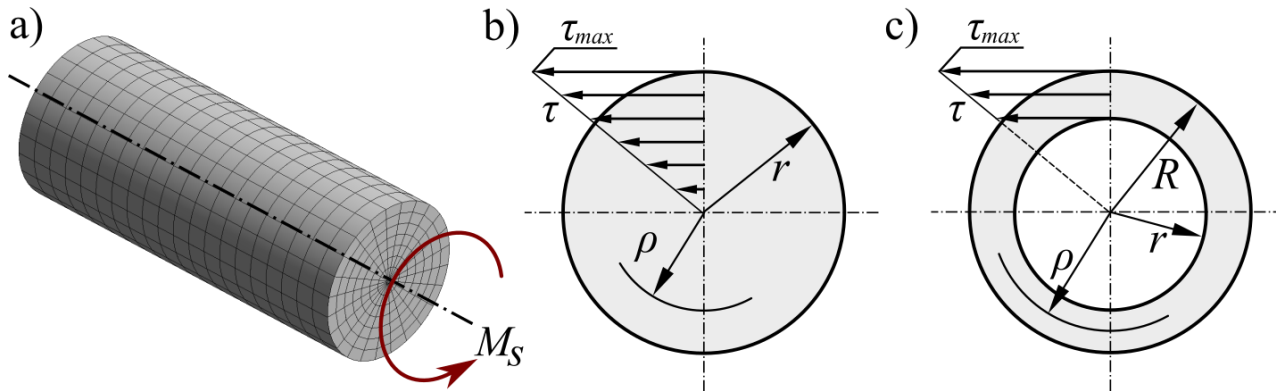
$$\tau = \frac{M_s \rho}{I_0}$$

$$\tau_{max} = \frac{M_s r}{I_0}$$

Biegunowy moment bezwładności

$$I_0^P = \frac{\pi d^4}{32}$$

$$I_0^D = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32}$$



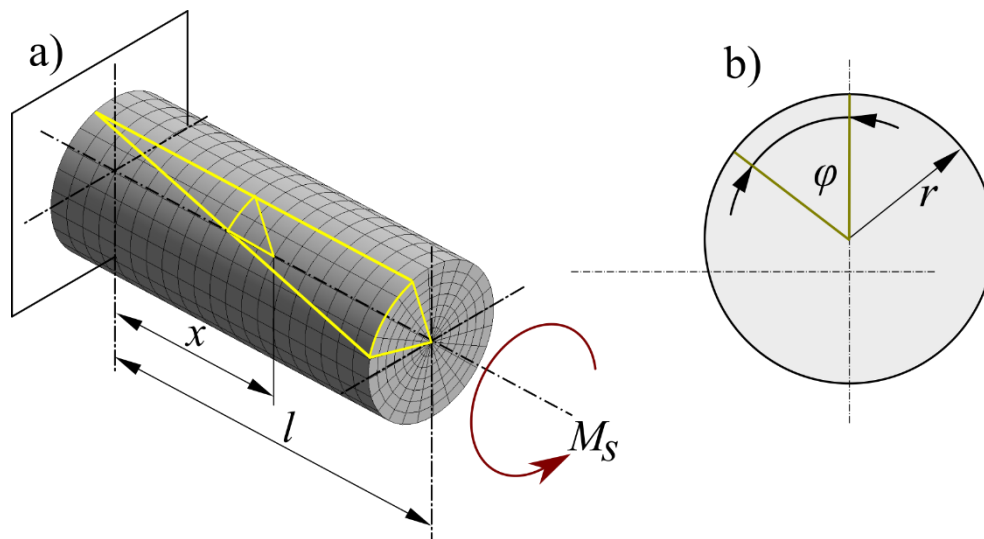
Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

Projektowanie wałów - skręcanie

Kąt skręcenia wału

$$\varphi(x) = \frac{M_s x}{G I_0}$$

$$\varphi = \frac{M_s l}{G I_0}$$

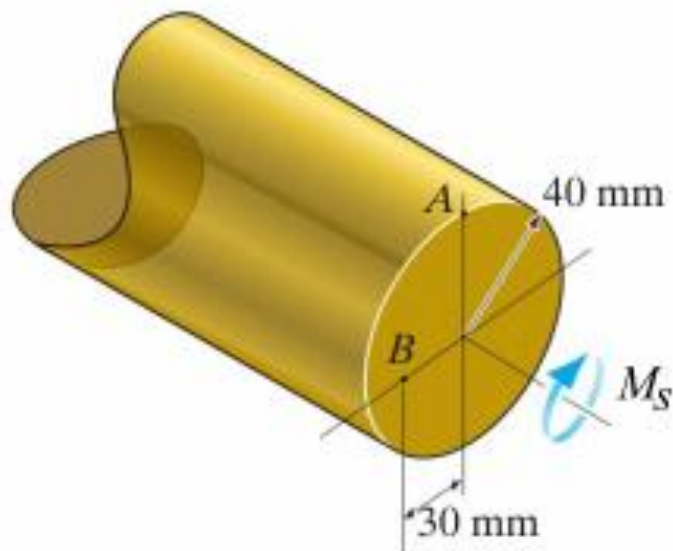


Wytrzymałość materiałów: ćwiczenia

Projektowanie wałów - skręcanie

Pełny wał okrągły poddany jest skręcaniu momentem $M_s = 5 \text{ kNm}$.
Wyznaczyć wartości naprężeń stycznych w punktach A i B.
Narysować rozkład naprężeń na przekroju wału.

[Hibbeler, 2014]



Wytrzymałość materiałów II: ćwiczenia (1)

Klucz imbusowy ($G = 80 \text{ GPa}$) służy do dokręcenia śruby w punkcie A. Zakłada się, że śruba nie obraca się, a każdy z palców wywiera na klucz siłę równą $F = 80 \text{ N}$

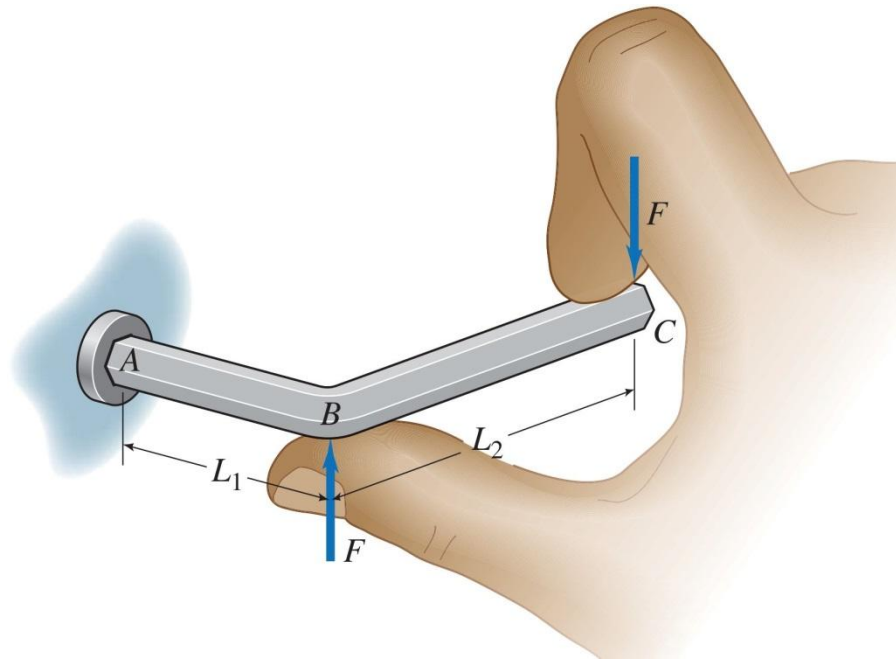
Wyznaczyć obrót w punkcie B oraz przemieszczenie punktu C wywołane skręceniem twisting. Przybliżyć przekrój sześcienny przekrojem kołowym o średnicy $d = 7 \text{ mm}$.

Założone wymiary to:

$$L_1 = 40 \text{ mm},$$

$$L_2 = 100 \text{ mm}.$$

[Steif, 2012]



Wytrzymałość materiałów II: ćwiczenia (1)

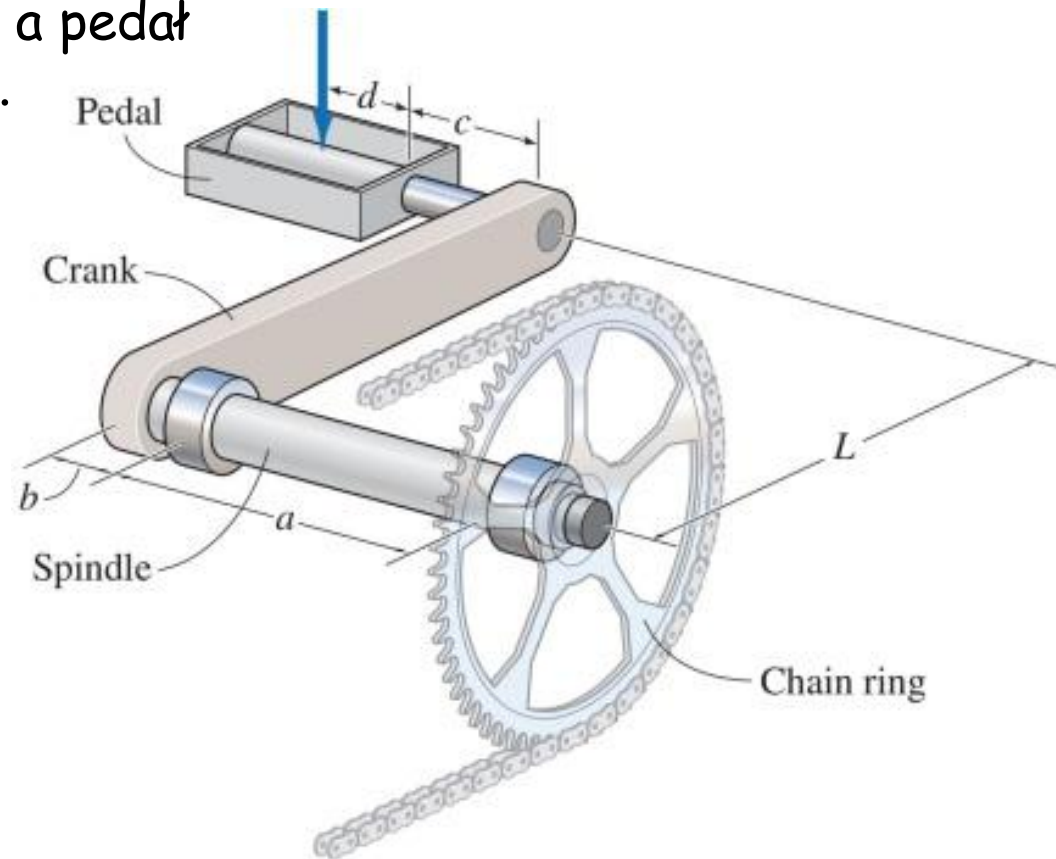
Oś zębatki, w czasie pedałowania, podlega skręcaniu. Ma ona przekrój wału drążonego o średnicy zewnętrznej równej 27 mm i wewnętrznej równej 21 mm. Moduł styczny dla materiału to 80 GPa.

Wyznaczyć maksymalne naprężenia styczne w osi, jeśli jest ona zablokowana przed obrotem, a pedał przesunie się w dół o 0,4 mm.

Założone wymiary to:

$a = 70 \text{ mm}$,
 $b = 25 \text{ mm}$,
 $c = 9,5 \text{ mm}$,
 $d = 80 \text{ mm}$,
 $L = 170 \text{ mm}$.

[Steif, 2012]



Wytrzymałość materiałów II: ćwiczenia (1)

Wał stalowy o średnicy $d = 20$ mm obciążony jest trzema momentami zgodnie z rysunkiem. Wyznaczyć kąt obrotu końca wału (punkt D).

Dane:

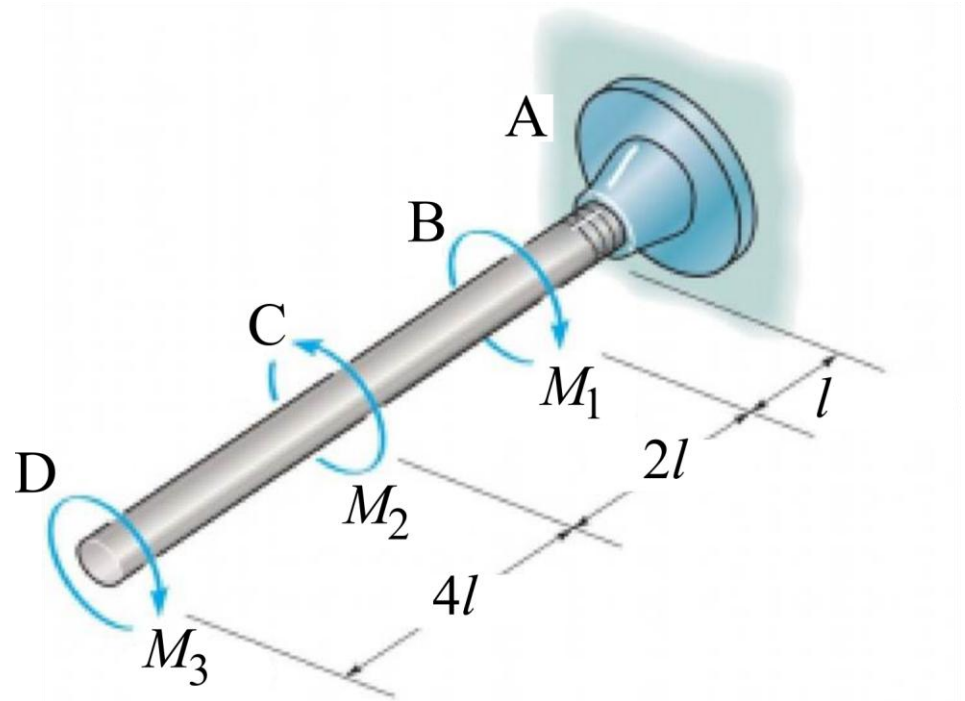
$$M_1 = 20 \text{ Nm},$$

$$M_2 = 70 \text{ Nm},$$

$$M_3 = 40 \text{ Nm},$$

$$l = 200 \text{ mm}.$$

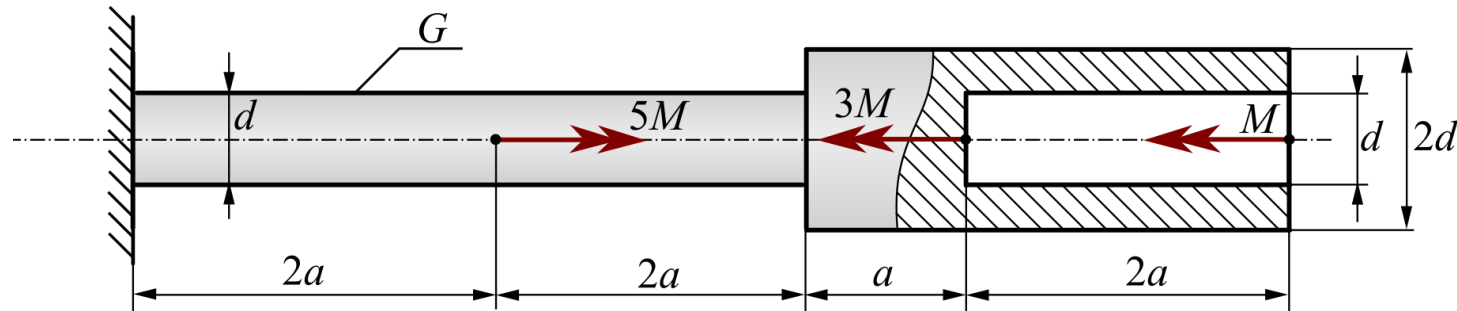
[Hibbeler, 2014]



Wytrzymałość materiałów II: ćwiczenia (1)

Dla wału przedstawionego na rysunku narysować wykresy: sił wewnętrznych, naprężeń oraz kąta skręcenia.

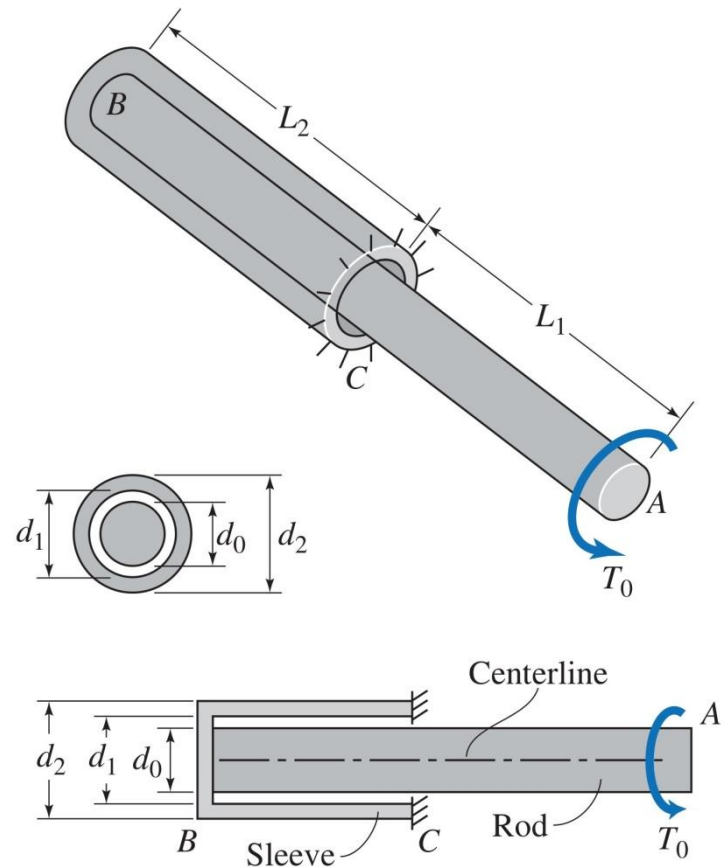
O ile i w którą stronę obróci się punkt C?



Wytrzymałość materiałów II: ćwiczenia (1)

Na rysunku przedstawiono kompaktową wersję sprężyny skrętnej. Moduł Younga pręta AB jest równy G_r , natomiast kołnierza BC G_s . Wyznaczyć zależność na sztywność sprężyny zdefiniowaną jako T_0/φ_0 , gdzie φ_0 jest kątem obrotu w punkcie przyłożenia momentu.

[Steif, 2012]



Wytrzymałość materiałów II: ćwiczenia (1)

Przedstawione na rysunku urządzenie monitoruje ciśnienie wywierane na powierzchnię A poprzez pomiar kąta obrotu górnego końca wałka ($G = 1 \text{ GPa}$). Stosunek ciśnienia do obrotu powinien wynosić 100 kPa/stopień .

Dobrać średnicę wałka.

Założyć, że ciśnienie rozkłada się równomiernie na całej powierzchni A oraz, że deformacji ulega jedynie wałek.

Założone wymiary to:

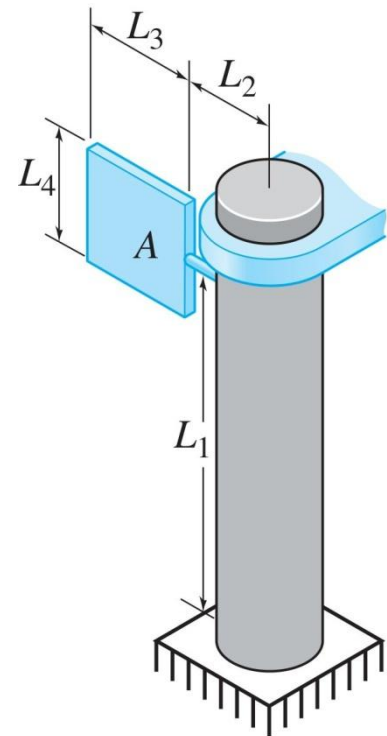
$$L_1 = 500 \text{ mm},$$

$$L_2 = 50 \text{ mm},$$

$$L_3 = 40 \text{ mm},$$

$$L_4 = 30 \text{ mm},$$

[Steif, 2012]

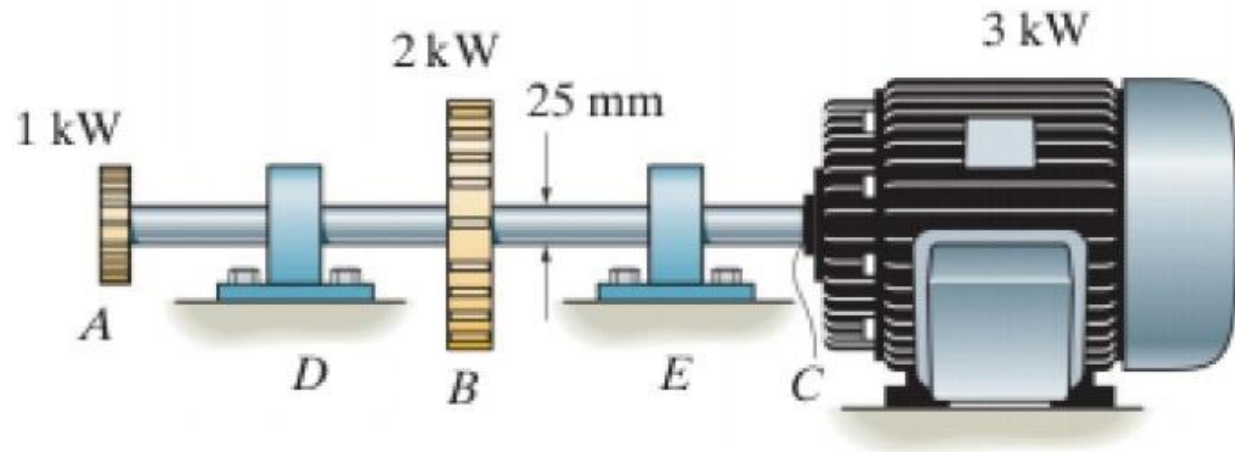


Wytrzymałość materiałów II: ćwiczenia (1)

Pełny wał AC ma średnicę 25 mm i jest podparty łożyskami w punktach D i E. Połączony jest w punkcie C z silnikiem dostarczającym mocy równej 3 kW przy prędkości obrotowej 3000 obr/min. Koła A i B odbierają odpowiednio 1 kW i 2 kW mocy.

Wyznaczyć maksymalne naprężenia styczne w wale w przedziałach AB i BC. Wał może się swobodnie obracać w łożyskach D i E.

[Hibbeler, 2014]



Wytrzymałość materiałów II: ćwiczenia (2)

Skrećanie

zagadnienia statycznie niewyznaczalne

Wytrzymałość materiałów II: ćwiczenia (2)

Stalowy wał utwierdzony na obu końcach obciążony jest momentem skręcającym $M = 100 \text{ Nm}$.

Wyznaczyć maksymalne naprężenia w wale oraz kąt obrotu w przekroju B.

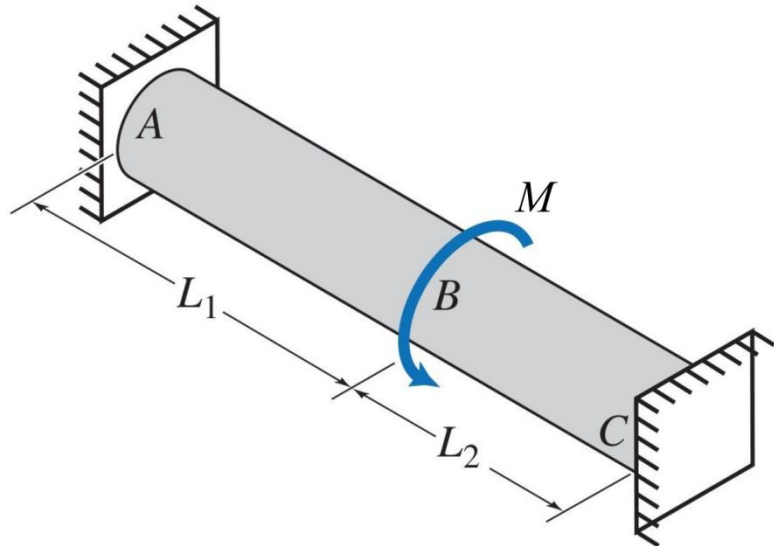
Przyjąć:

$$G = 80 \text{ GPa},$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$L_1 = 300 \text{ mm}$$

$$L_2 = 200 \text{ mm}$$



[Steif, 2012]

Wytrzymałość materiałów II: ćwiczenia (2)

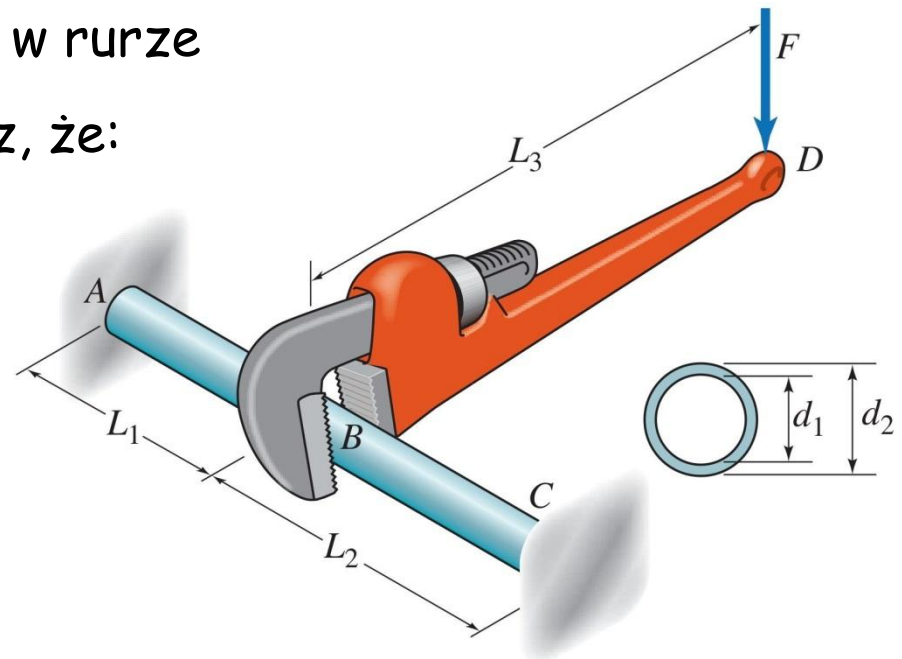
Rura z tworzywa sztucznego ($G = 1 \text{ GPa}$) jest skręcana kluczem. Zakładamy, że jest ona utwierdzona na obu końcach oraz zabezpieczona przed zginaniem. Siła $F = 40 \text{ N}$ przyłożona jest prostopadle do końca uchwyty klucza.

Wyznaczyć:

- przemieszczenie punktu D
- maksymalne naprężenia styczne w rurze

Przyjąć, że klucz jest sztywny oraz, że:

- $L_1 = 100 \text{ mm}$
- $L_2 = 150 \text{ mm}$
- $L_3 = 250 \text{ mm}$
- $d_1 = 24 \text{ mm}$
- $d_2 = 30 \text{ mm}$

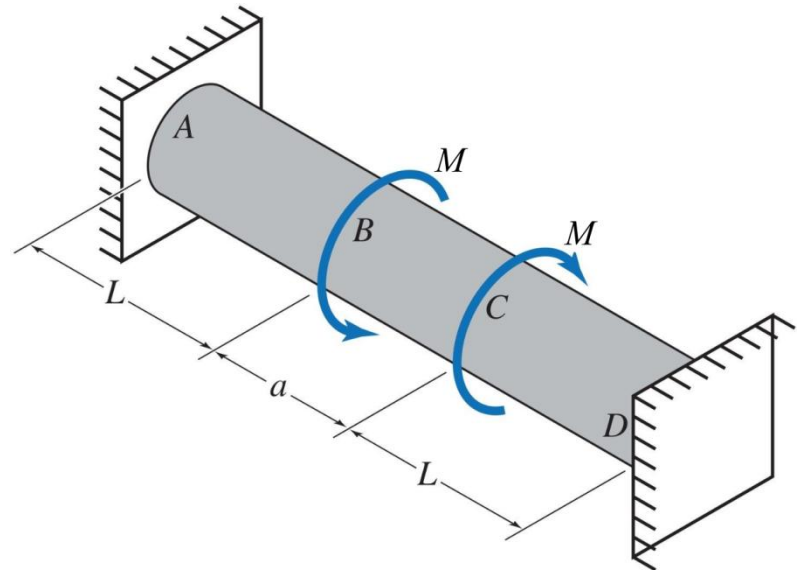


Wytrzymałość materiałów II: ćwiczenia (2)

Wał o średnicy d i module stycznym G obciążony jest dwoma równymi, przeciwnie skierowanymi momentami M .

Wyprowadzić zależność na kąt obrotu w przekroju B oraz na maksymalne naprężenia styczne w przedziale BC.

[Steif, 2012]



Wytrzymałość materiałów II: ćwiczenia (2)

Rura ze stopu magnezu połączona jest z prętem stalowym. W punkcie A przyłożony jest moment skręcający $M_s = 5 \text{ kNm}$. Przedstawić rozkład maksymalnych naprężeń tnących na przekroju wału.

Przyjąć:

$$G_{st} = 75 \text{ GPa},$$

$$G_{mg} = 30 \text{ GPa}$$

$$l = 900 \text{ mm}$$

$$d = 40 \text{ mm}.$$

[Hibbeler, 2014]

