

**XLIX OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ
ZAWODY II STOPNIA
ZADANIA DLA GRUPY MECHANICZNO-BUDOWLANEJ**

**Autor: Wojciech Radomski
Koreferent: Maciej Jaworski**

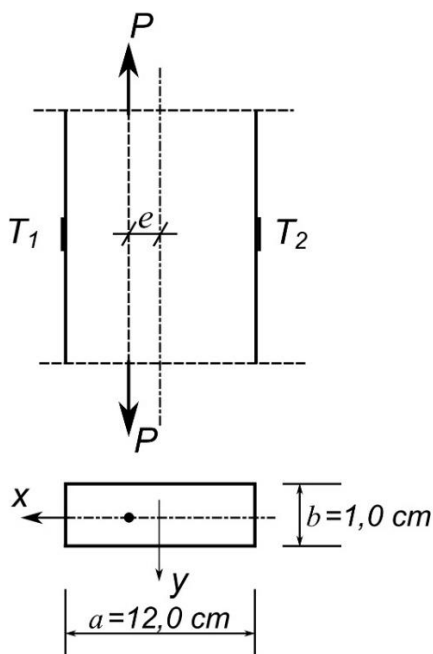
ZADANIE 1

W budownictwie i wielu innych działach techniki często występuje potrzeba zbadania cech materiałowych różnego rodzaju elementów. Potrzeba taka wystąpiła w przypadku metalowego płaskownika o polu prostokątnego przekroju poprzecznego $A = a \times b = 12,0 \text{ cm} \times 1,0 \text{ cm} = 12 \text{ cm}^2$ (rys. 1). W przedstawianym tu przypadku chodziło o wyznaczenie dokładnej wartości modułu Younga E materiału płaskownika. W tym celu płaskownik umieszczono w maszynie wytrzymałościowej i poddano rozciąganiu siłą P (rys. 1). Na obu zewnętrznych krawędziach płaskownika, w tym samym jego przekroju, umieszczono czujniki (tensometry) elektrooporowe T_1 i T_2 , służące do pomiaru odkształceń jednostkowych ε_1 i ε_2 , które powstawały przy rozciąganiu płaskownika. Podczas pomiarów stwierdzono, że mimo intencjonalnie zastosowanego rozciągania osiowego, pomierzone odkształcenia jednostkowe nie są równe, tj. $\varepsilon_1 \neq \varepsilon_2$. Zjawisko takie często występuje podczas badań laboratoryjnych i jest następstwem nieidealnie osiowego rozciągania, tylko występowania niezamierzonego mimośrodowo e siły rozciągającej P (rys. 1). Podczas badań stwierdzono, że przyrostowi wartości siły rozciągającej P o 100 kN, towarzyszą odkształcenia jednostkowe (wydłużenia jednostkowe) $\varepsilon_1 = 0,00060$ oraz $\varepsilon_2 = 0,00015$.

Należy wyznaczyć:

- a) wartość modułu Younga E materiału płaskownika;
- b) wartość mimośrodowo e siły rozciągającej P ;
- c) na podstawie a) określić ogólnie rodzaj materiału płaskownika (można skorzystać z tablic, które są w każdym poradniku).

Wskazówka – należy skorzystać z prawa Hooke'a.



Rys. 1

**XLIX OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ
ZAWODY II STOPNIA
ZADANIA DLA GRUPY MECHANICZNO-BUDOWLANEJ**

Autor: Maciej Jaworski
Koreferent: Wojciech Radomski

ZADANIE 2

Wewnętrzna powierzchnia szyby samochodowej jest pokryta cienkowarstwowym grzejnikiem elektrycznym. Szyba ma grubość $d = 4$ mm, przewodność cieplna szkła wynosi $\lambda = 1,4$ W/(m·K). Określić gęstość mocy grzejnika (w odniesieniu do jednostki powierzchni szyby), przy której temperatura wewnętrznej powierzchni szyby osiąga wartość $t_{sw} = 15^\circ\text{C}$. Współczynniki przejmowania ciepła na wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni szyby wynoszą odpowiednio $\alpha_w = 10$ W/(m²·K) oraz $\alpha_z = 65$ W/(m²·K), temperatura wewnątrz pojazdu wynosi $t_w = 25^\circ\text{C}$, a na zewnątrz $t_z = 10^\circ\text{C}$.

Jaka będzie temperatura wewnętrznej powierzchni szyby po wyłączeniu grzejnika?

Autor: Maciej Jaworski
Koreferent: Wojciech Radomski

ZADANIE 3

W jednej z technologii magazynowania energii elektrycznej nadwyżki energii w systemie elektroenergetycznym wykorzystuje się do sprężania powietrza, które pod wysokim ciśnieniem przechowuje się w dużych podziemnych kavernach (np. w wyrobiskach kopalni soli) – jest to technologia CAES, ang. *compressed air energy storage*. W okresie zwiększonego zapotrzebowania na energię sprężone powietrze zasila turbinę gazową (silnik cieplny), która napędza generator elektryczny – ponieważ nie ma potrzeby zużycia energii na napęd sprężarek w tej fazie procesu moc generatora jest znacznie większa niż w konwencjonalnej elektrowni gazowej.

W magazynie CAES wykorzystuje się kavernę o pojemności 310 tys. m³. W czasie ładowania magazynu powietrze jest sprężane do ciśnienia $p_1 = 66$ bar. W czasie rozładowania (poboru powietrza do turbiny) ciśnienie powietrza spada do $p_2 = 48$ bar. Temperatura powietrza w złożu jest stała i wynosi $t_p = 15^\circ\text{C}$. W komorze spalania turbiny spalany jest olej napędowy o wartości opałowej $W_u = 42,5$ MJ/kg, spalanie jest realizowane ze współczynnikiem nadmiaru powietrza $\lambda = 2,0$. Teoretyczne zapotrzebowanie powietrza do spalania wynosi $L_t = 14,5$ (kg powietrza)/(kg paliwa). Sprawność turbogeneratora wynosi $\eta_G = 0,25$ (uwzględnia sprawność teoretyczną turbiny, generatora oraz łączne straty mechaniczne).

Obliczyć:

- a) energię elektryczną uzyskiwaną w czasie jednego cyklu rozładowania magazynu CAES, wynik podać w MWh;
- b) moc generatora, jeżeli rozładowanie trwa 4 godz., wynik podać w MW.

Stała gazowa powietrza $R = 287$ J/(kg·K), przyjąć, że powietrze zachowuje się jak gaz doskonały.