

Zadanie 37.7

Silnik, który w pewnym czasie spalił litr gazu napędzając o ciepło spalania 40 MJ/kg i gęstości 840 kg/m^3 , ma sprawność 20% . Oblicz, na jaką maksymalną wysokość można by podnieść w tym czasie ładunek o masie 2 t z wykorzystaniem tego silnika.

Dane:

$$V = 1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{spalania}} = 40 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} = 40 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\rho_{\text{gazu}} = 840 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\eta = 20\%$$

$$M = 2 \text{ t} = 2 \cdot 1000 \text{ kg} = 2000 \text{ kg}$$

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Ciepło pobrane możemy wyrazić jako iloczyn masy paliwa i ciepła spalania:

$$Q_{\text{pobrane}} = m_{\text{paliwa}} \cdot Q_{\text{spalania}}$$

Masę paliwa możemy przedstawić jako iloczyn jego gęstości i objętości:

$$m_{\text{paliwa}} = \rho_{\text{gazu}} \cdot V$$

Ciepło pobrane będzie miało postać:

$$Q_{\text{pobrane}} = \rho_{\text{gazu}} \cdot V \cdot Q_{\text{spalania}}$$

Następnie wyznaczamy pracę wykonaną przez gaz:

$$\eta = \frac{W_{\text{gaz}}}{Q_{\text{pobrane}}} \quad | \cdot Q_{\text{pobrane}}$$

$$\eta \cdot Q_{\text{pobrane}} = W_{\text{gaz}}$$

$$W_{\text{gaz}} = \eta \cdot Q_{\text{pobrane}}$$

Składamy na jaką maksymalną wysokość można by podnieść ładunek o masie M wykorzystując ten silnik. Wywnioskować z tego można, że praca gazu będzie równoważna iloczynowi siły ciężkiej trzeba unieść, aby podnieść ładunek na wysokość h .

$$W_{\text{gaz}} = F \cdot h \quad F = Mg$$

Otrzymujemy zależność:

$$W_{\text{gaz}} = Mgh = \eta \cdot Q_{\text{pobrane}}$$

Wyznaczymy tę wartość w taki sposób, aby wyznaczoną wysokość nie udało się osiągnąć:

$$Mgh = \eta \cdot Q_{\text{spalania}} \cdot \rho \cdot V$$

$$h = \frac{\eta \cdot Q_{\text{spalania}} \cdot \rho \cdot V}{Mg}$$

$$h = \frac{\eta \cdot \rho \cdot V \cdot Q_{\text{spalania}}}{Mg}$$

Podstawiamy dane liczbowe do wzoru:

$$h = \frac{20\% \cdot 360 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 1000 \text{ m}^3 \cdot 10 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{20000 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{720 \cdot 360 \cdot 10^6 \text{ J}}{20000 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{6,72 \cdot 10^6 \text{ J}}{20000 \text{ N}} = \frac{6,72 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}}{20000 \text{ N}} =$$
$$= \frac{6720000 \text{ m}}{20000} = 336 \text{ m}$$