

Przykład 6

Obliczyć strumień ciepła dostający się do płynnego gazu ziemnego przez boczne ścianki zbiornika o średnicy zewnętrznej 80 m i wysokości 60 m. Do zaizolowania zbiornika użyto perlitu oraz włókna szklanego. Grubość warstwy perlitu jest równa 2 m, grubość warstwy włókna szklanego wynosi 0,3 m. Współczynniki przewodności cieplnej wynoszą odpowiednio dla perlitu 0,025 W/(m·K), dla włókna szklanego 0,046 W/(m·K). Temperatura LNG jest równa 111 K, temperatura zewnętrznej powierzchni izolacji 300 K. Ile LNG odparowuje wskutek niedoskonałości izolacji? Przyjąć ciepło skraplania gazu ziemnego równe 500 kJ/kg.

$$\text{kJ} := 1000\text{J}$$

$$D_z := 80\text{m}$$

$$H := 60\text{m}$$

$$\delta_1 := 2\text{m}$$

$$\delta_2 := 0.3\text{m}$$

$$\delta := \delta_1 + \delta_2 = 2.3\text{m}$$

$$\lambda_1 := 0.025 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$$

$$\lambda_2 := 0.046 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{K}}$$

$$T_{\text{LNG}} := 111\text{K}$$

$$T_z := 300\text{K}$$

Ciepło parowania/skraplania LNG

$$r := 500 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Powierzchnia wymiany ciepła

$$A := \pi \cdot D_z \cdot H = 15079.6 \text{ m}^2$$

Zastępczy współczynnik przewodności cieplnej

$$\lambda_z := \frac{\delta_1 + \delta_2}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}} = 0.0266 \frac{1}{\text{m} \cdot \text{K}} \cdot \text{W}$$

Strumień ciepła przewodzonego przez izolację

$$Q := \frac{A \cdot \lambda_z}{\delta} \cdot (T_z - T_{\text{LNG}}) = 32.94 \cdot \text{kW}$$

Strumień gazowego LNG opuszczającego zbiornik

$$\dot{m} := \frac{Q}{r} = 0.0659 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$m = 237.2 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$