

**PRZYKŁAD 1**

Stalowy zbiornik na gaz ziemny dzwonowy (jednoczłonowy) ma średnicę wewnętrzną  $d = 14,4$  m i wysokość  $h = 6$  m. Zbiornik ma kształt cylindra z płaskim dnem. Nadciśnienie gazu w zbiorniku ma wynosić  $p_m = 7$  kPa. Skład objętościowy gazu ziemnego jest następujący: metan  $\text{CH}_4 = 88,5\%$ ; etan  $\text{C}_2\text{H}_6 = 4,7\%$ ; propan  $\text{C}_3\text{H}_8 = 1,6\%$ ; n-butan  $\text{C}_4\text{H}_{10} = 0,2\%$ ; azot  $\text{N}_2 = 5\%$ . Jaki maksymalny ciężar  $G$  może mieć dzwon? Jaka może być maksymalna grubość ścianki dzwonu,  $\delta$ ? Ile  $\text{um}^3$  i ile kg gazu może maksymalnie zmieścić zbiornik? Gęstość stali przyjąć równą  $\rho = 7850$   $\text{kg/m}^3$ . Ciśnienie atmosferyczne  $p_{ot} = 1020$  hPa, temperatura otoczenia  $T_{ot} = 291$  K. Podczas obliczeń siły wyporu wody działające na dzwon pominąć.

**DANE:**

$$d := 14.4 \cdot \text{m}$$

$$h := 6 \cdot \text{m}$$

$$p_m := 7 \cdot \text{kPa}$$

$$p_{ot} := 102 \cdot \text{kPa} = 1.02 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_{ot} := 291 \cdot \text{K}$$

$$\text{CH}_4 := 0.885$$

$$\text{C}_2\text{H}_6 := 0.047$$

$$\text{C}_3\text{H}_8 := 0.016$$

$$\text{C}_4\text{H}_{10} := 0.002$$

$$\text{N}_2 := 0.05$$

$$M_{\text{CH}_4} := 16$$

$$M_{\text{C}_2\text{H}_6} := 30$$

$$M_{\text{C}_3\text{H}_8} := 44$$

$$M_{\text{C}_4\text{H}_{10}} := 58$$

$$M_{\text{N}_2} := 28$$

$$\text{kmol} := 1000 \cdot \text{mol}$$

$$\rho := 7850 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g := 9.81 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{um} := \sqrt[3]{\frac{\text{kmol}}{22.71}}$$

$$MR := 8314 \cdot \frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{K}}$$

$$Mv_u := 22.71 \cdot \frac{\text{um}^3}{\text{kmol}}$$

Powierzchnia, na którą działa siła parcia gazów unosząca dzwon

$$A_W := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 162.86 \text{ m}^2$$

Ciężar dzwona

$$G := p_m \cdot A_W = 1.14 \times 10^6 \text{ N}$$

$$G = 1.14 \cdot \text{MN}$$

Masa dzwona

$$m_d := \frac{G}{g} = 1.162 \times 10^5 \text{ kg}$$

Objętość materiału dzwona

$$V := \frac{m_d}{\rho} = 14.804 \cdot \text{m}^3$$

Maksymalna grubość ścianki dzwona

$$\delta := \frac{V}{\frac{\pi d^2}{4} + \pi \cdot d \cdot h} = 34.087 \cdot \text{mm}$$

Ciśnienie bezwzględne gazu w dzwonie

$$p := p_m + p_{ot} = 1.09 \times 10^5 \cdot \text{Pa}$$

Maksymalna objętość gazu w dzwonie

$$V_g := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h = 977.161 \cdot \text{m}^3$$

Maksymalna ilość kilomoli gazu w dzwonie

$$n := \frac{p \cdot V_g}{MR \cdot T_{ot}} = 44.0240 \cdot \text{kmol}$$

Maksymalna ilość um<sup>3</sup> gazu w dzwonie

$$V_u := n \cdot M_{V_u} = 999.785 \cdot \text{um}^3$$

Zastępcza masa cząsteczkowa gazu

$$M_z := CH_4 \cdot M_{CH_4} + C_2H_6 \cdot M_{C_2H_6} + C_3H_8 \cdot M_{C_3H_8} \dots = 17.79 \\ + C_4H_{10} \cdot M_{C_4H_{10}} + N_2 \cdot M_{N_2}$$

Przelicznik kmol na kg

$$M_z := M_z \cdot \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}$$

Maksymalna ilość kilogramów gazu w dzwonie

$$m := n \cdot M_z = 783.187 \text{ kg}$$