

Dla przepływu turbulentnego w gładkim pionie przyjmujemy według wzoru Blasiusa $C = 0,3164$; $m = 0,25$.

Podstawiając powyższe wartości do równania (9.56) otrzymamy

$$p_1 - p_2 = \frac{0,0577 Q^{1,75} \sqrt{0,25} \varrho H}{F^{1,75} D^{1,25}} + \varrho g H + \Delta p_M. \quad (9.58)$$

9.2.5. OBLICZANIE PIONU Z ROZBIOREM GAZU W PUNKTACH

W poszczególnych punktach pionu mamy jednakowy odbiór gazu q (rys.9.11). Odległości między punktami odbioru są jednakowe.

Całą wysokość pionu dzielimy na n odcinków o wysokości h .

Wydatek całkowity równy jest

$$Q = q n.$$

Wyznamy spadki ciśnienia na poszczególnych odcinkach pionu wg wzoru (9.56):

$$p_1 - p'_1 = \frac{C(q n)^{2-m} \sqrt{m} \varrho h}{2F^{2-m} D^{1+m}} + \varrho g h,$$

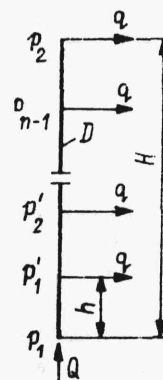
$$p'_1 - p'_2 = \frac{C(q n - q)^{2-m} \sqrt{m} \varrho h}{2F^{2-m} D^{1+m}} + \varrho g h,$$

$$p'_2 - p'_3 = \frac{C(q n - 2q)^{2-m} \sqrt{m} \varrho h}{2F^{2-m} D^{1+m}} + \varrho g h,$$

.....

.....

$$p_{n-1} - p_2 = \frac{C[q n - (n-1)q]^{2-m} \sqrt{m} \varrho h}{2F^{2-m} D^{1+m}} + \varrho g h.$$



Rys.9.11

Po zsumowaniu tych spadków na całej wysokości pionu otrzymamy uogólniony wzór w postaci

$$P_1 - P_2 = \frac{C \varrho^{2-m} \sqrt{\varrho} g h}{2F^{2-m} D^{1+m}} (1^{2-m} + 2^{2-m} + 3^{2-m} + \dots + n^{2-m}) + \varrho g n h.$$

Dla przepływu laminarnego, podstawiając $C = 64$; $m = 1$ oraz uwzględniając straty miejscowe otrzymamy

$$P_1 - P_2 = \frac{16 Q \sqrt{\varrho} H}{F D^2} \frac{n+1}{n} + \varrho g H + \Delta p_M.$$

Dla przepływu turbulentnego w gładkim pionie przyjmując wg Blasiusa $C = 0,3164$, $m = 0,25$ otrzymamy

$$P_1 - P_2 = \frac{0,3164 Q^{1,75} \sqrt{\varrho} H}{2F^{1,75} D^{1,25} n^{2,75}} (1^{1,75} + 2^{1,75} + \dots + n^{1,75}) + \varrho g H + \Delta p_M.$$

Przykład 9.7. Poziomym gazociągiem niskiego ciśnienia o średnicy $D = 20$ mm i bezwzględnej chropowatości $k = 0,05$ mm płynie gaz ziemny. Na odcinku AB o długości $L_1 = 1500$ m wydatek $Q_p = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. Na odcinku BC o długości $L_2 = 1000$ m gaz jest wydatkowany w sposób równomierny i ciągły w ilości $Q = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. Bezwzględne ciśnienie w przekroju początkowym gazociągu wynosi

$$P_A = 0,1063 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} \left(\frac{P_A}{\rho_{H_2O}} = 10,83 \text{ m} \right). \text{ Obliczyć stratę ciśnienia } P_A - P_B.$$

Rozwiązanie. Dla określenia rodzaju przepływu należy obliczyć liczbę Reynoldsa:

$$Re = \frac{4Q}{\pi D \nu} = \frac{4 \varrho Q}{\pi D \mu},$$

$$\mu = 10,49 \cdot 10^{-6} \text{ kg/ms.}$$

$$\text{Gęstość gazu w warunkach normalnych } T_0 = 273 \text{ K i } p_0 = 0,1013 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}, \\ \varrho_0 = 0,718 \text{ kg/m}^3.$$

$$\text{Gęstość gazu o temperaturze } T = 280 \text{ K i ciśnieniu } p_0 = 0,1065 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} \\ \text{przy } Z = 1 \text{ obliczamy ze znanego wzoru}$$

$$\varrho = \varrho_o \frac{p_A T_o}{p_o T} = 0,718 \frac{1,063 \cdot 10^5 \cdot 273}{1,013 \cdot 10^5 \cdot 280} = 0,733 \text{ kg/m}^3$$

Podstawiając wartości liczbowe otrzymamy

$$Re = \frac{4 \cdot 0,733 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,02 \cdot 10,49 \cdot 10^{-6}} = 2220.$$

Mamy więc do czynienia z ruchem laminarnym.

Straty ciśnienia oblicza się:

a) na odcinku AB ze wzoru (9.48)

$$p_A - p_B = \frac{128 \cdot 10,49 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1500}{\pi \cdot 0,02^4} = 2010 \text{ N/m}^2,$$

b) na odcinku BC ze wzoru (9.47):

$$Q_k = Q_p - Q = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s},$$

$$p_B - p_C = \frac{128 \cdot 10,49 \cdot 10^{-6} \cdot 1000}{\pi \cdot 0,02^4} (0,25 + 0,5 \cdot 0,2) \cdot 10^{-3} =$$

$$= 1003 \text{ N/m}^2.$$

Całkowita strata ciśnienia jest równa

$$p_A - p_C = 2010 + 1003 = 3013 \text{ N/m}^2,$$

co odpowiada stracie wysokości ciśnienia

$$\frac{\Delta p}{\gamma_{H_2O}} = \frac{3013}{9,81 \cdot 10^3} = 0,307 \text{ m sł. H}_2\text{O}.$$