

9.2.4. CIĄGŁY I RÓWNOMIERNY ROZBIÓR GAZU Z PIONU INSTALACJI WEWNĘTRZNEJ

Na rysunku 9.10 przedstawiono schematycznie pion wewnętrznej instalacji gazowej o średnicy D , wysokości H oraz o wydatku na wlocie Q .

Przy ciągłym i równomiernym rozbiórze gazu wzdłuż pionu wydatek na jednostkę wysokości H równy jest

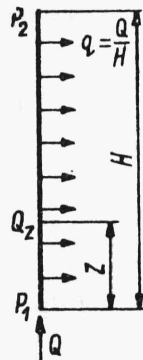
$$q = \frac{Q}{H}.$$

W dowolnym przekroju pionu wydatek wynosi

$$Q_z = Q - q z = Q - \frac{Q}{H} z = Q \left(1 - \frac{z}{H} \right),$$

gdzie z - odległość dowolnego przekroju od wlotu pionu.

Do obliczenia przepływu gazu w pionie zastosujemy równanie Bernoulliego w postaci różniczkowej



Rys.9.10

$$\frac{dp}{\varrho} + d\left(\frac{v^2}{2}\right) + g dz + \lambda \frac{v^2}{2} \frac{dz}{D} = 0.$$

Zmienną prędkość przepływu gazu można wyrazić w postaci

$$v = \frac{Q_z}{F} = \frac{Q}{F} \left(1 - \frac{z}{H} \right). \quad (9.53)$$

Współczynnik oporów przyjmujemy w postaci ogólnego wzoru

$$\lambda = \frac{C}{Re^m}.$$

Podstawiając powyższe zależności do równania Bernoulliego otrzymamy

$$dp + \varrho d\left(\frac{v^2}{2}\right) + \varrho g dz + \frac{C}{Re^m} \frac{Q^2 \varrho}{2F^2 D} \left(1 - \frac{z}{H} \right)^2 dz = 0. \quad (9.54)$$

Liczbę Reynoldsa wyrazimy w zależności od wydatku z uwzględnieniem zależności (9.53)

$$Re = \frac{v D}{\nu} = \frac{D}{\nu} \frac{Q}{F} \left(1 - \frac{z}{H}\right).$$

Po uwzględnieniu tej zależności w równaniu (9.54) otrzymamy

$$dp + \rho d\left(\frac{v^2}{2}\right) + \rho g dz + \frac{C Q^{2-m} \nu^m \rho}{2F^{2-m} D^{1+m}} \left(1 - \frac{z}{H}\right)^{2-m} dz = 0.$$

Całkując

$$\int_{p_1}^{p_2} dp + \rho \int_{v_1}^0 d\left(\frac{v^2}{2}\right) + \rho g \int_0^H dz + \frac{C Q^{2-m} \nu^m \rho}{2F^{2-m} D^{1+m}} \int_0^H \left(1 - \frac{z}{H}\right)^{2-m} dz = 0$$

otrzymamy uogólniony wzór na straty ciśnienia w pionie przy ciągłym i równomiernym rozbiorze

$$p_1 - p_2 = \frac{C}{2(3-m)} \frac{Q^{2-m} \nu^m \rho H}{F^{2-m} D^{1+m}} + \rho g H - \rho \frac{v_1^2}{2}. \quad (9.55)$$

Przy małych prędkościach przepływu można pominąć ostatni wyraz, wówczas równanie (9.55) przyjmie postać

$$p_1 - p_2 = \frac{C}{2(3-m)} \frac{Q^{2-m} \nu^m \rho H}{F^{2-m} D^{1+m}} + \rho g H. \quad (9.56)$$

Dla przepływu laminarnego podstawiamy $C = 64$, $m = 1$; wówczas po uwzględnieniu miejscowych strat ciśnienia Δp_M

$$p_1 - p_2 = \frac{16 Q \nu \rho H}{F D^2} + \rho g H + \Delta p_M, \quad (9.57)$$

gdzie $\Delta p_M = \rho \sum_{i=1}^n \zeta_i \frac{v_i^2}{2}.$