

skąd

$$\frac{P_1 - P_2}{\gamma} = \frac{1}{g} v_2 (v_2 - v_1).$$

Z równania Bernoulliego mamy

$$\frac{P_1 - P_2}{\gamma} = \frac{1}{2g} (v_2^2 - v_1^2) + h_{sm}.$$

Porównując lewe strony ostatnich równań napiszemy

$$\frac{1}{g} v_2 (v_2 - v_1) = \frac{1}{2g} (v_2^2 - v_1^2) + h_{sm},$$

skąd

$$h_{sm} = \frac{1}{2g} (v_2 - v_1) [2v_2 - (v_2 + v_1)] = \frac{1}{2g} (v_2 - v_1)^2.$$

Jest to wzór Bordy-Carnota

Uwzględniając równanie ciągłości $v_1 F_1 = v_2 F_2$ napiszemy

$$h_{sm} = \frac{v_2^2}{2g} \left[\frac{v_1}{v_2} - 1 \right]^2 = \frac{v_2^2}{2g} \left[\frac{F_2}{F_1} - 1 \right]^2 = \zeta \frac{v_2^2}{2g}.$$

Ostatecznie współczynnik oporu ζ otrzymamy w postaci

$$\zeta = \left[\frac{F_2}{F_1} - 1 \right]^2. \quad (7.19)$$

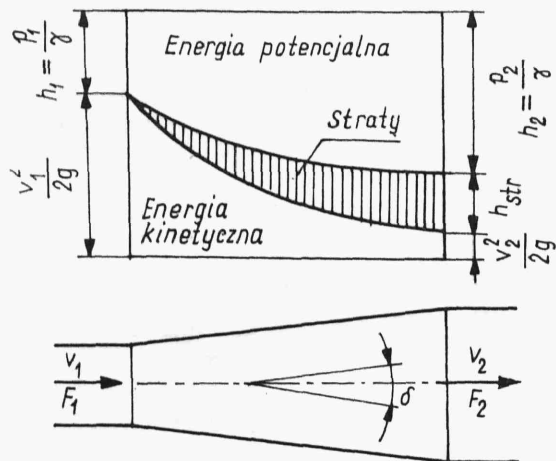
7.3.5. ŁAGODNE ZWIĘKSZENIE SIĘ PRZEKROJU (DYFUZOR)

Opory miejscowe w dyfuzorze zależą od kąta δ , długości dyfuzora i od chropowatości ścianki przewodu (rys.7.10).

Do obliczenia współczynnika oporu w krótkich dyfuzorach można stosować wzór w postaci

$$\zeta = k \left(\frac{F_2}{F_1} - 1 \right)^2, \quad (7.20)$$

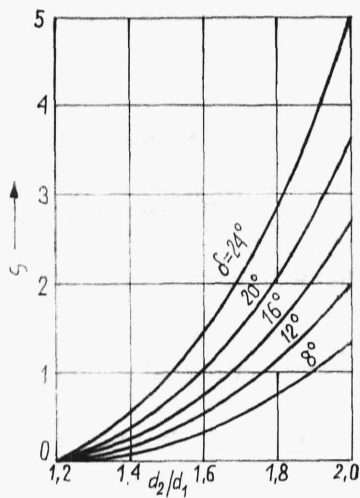
gdzie k zależy od kąta δ według tablicy 7.4.



Rys. 7.10

Tablica 7.4

δ	$2,5^\circ$	5°	$7,5^\circ$	10°	15°	20°	25°	30°	40°	60°	90°	180°
k	0,18	0,13	0,14	0,16	0,27	0,43	0,62	0,81	1,04	1,21	1,12	1

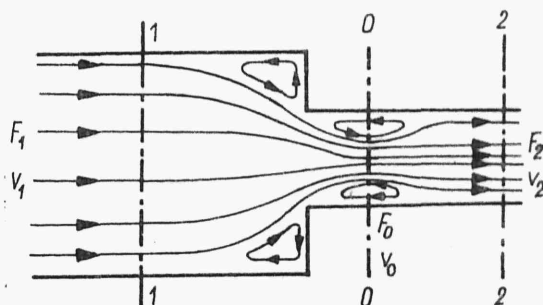


Rys. 7.11

Współczynnik ζ dla dyfuzorów w zależności od kąta δ i stosunku średnic d_2/d_1 z uwzględnieniem chropowatości ścianki przewodu można wyznaczyć z wykresu (rys.7.11).

7.3.6. NAGŁE ZMNIJSZENIE SIĘ PRZEKROJU

Przy nagłym przejściu z przekroju szerszego do przekroju węższego (rys.7.12) wpływ na opory miejscowe mają początkowo tworzące się w martwych przestrzeniach wiry a następnie zjawisko dławienia strumienia.



Rys.7.12

Do wyznaczenia współczynnika ζ stosujemy w praktyce wzór Weisbacha

$$\zeta = \zeta_0 + \left(\frac{1}{\beta} - 1 \right)^2, \quad (7.21)$$

gdzie: $\zeta_0 = 0,04$,

β - współczynnik zwężenia zależny od stosunku przekrojów F_2/F_1 .

Przy $F_2/F_1 \leq 0,1$ współczynnik zwężenia $\beta = 0,61 \div 0,64$ przy ostrej krawędzi, $\beta = 0,68 \div 0,8$ przy lekko ściętej krawędzi, $\beta = 0,9$ przy lekko zaokrąglonej krawędzi, $\beta = 0,99$ przy gładkiej i łagodnie zaokrąglonej krawędzi.

Przy $F_2/F_1 \geq 0,1$ zależność współczynników β i ζ od stosunku F_2/F_1 dla przewodów o ostrej krawędzi według doświadczeń Weisbacha podano w tablicy 7.5

Współczynnik ζ można również określić z wykresu zależności od stosunku F_2/F_1 (rys.7.13).