

MASZYNY I URZĄDZENIA DO FILTROWANIA OSADZANIA I ODPYLANIA	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-80
	Urządzenia odpylające Odpylacze cyklonowe CE	2371-19
	Podstawowe parametry i wytyczne doboru	Zamiast BN-75/2371-05 BN-75/2371-06 86
		Grupa katalogowa 0460

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są podstawowe parametry i wytyczne doboru odpylaczy cyklonowych CE o zwiększonej odporności na zużycie erozyjne, stosowanych do zatrzymywania pyłów z gazów odlotowych.

1.2. Zakres stosowania przedmiotu normy. Odpylacze cyklonowe CE należy stosować do zatrzymywania pyłów (zwłaszcza pyłów o działaniu erozyjnym) występujących w spalinach kotłów przemysłowych oraz w procesach produkcyjnych przemysłu odlewniczego, koksowniczego, węglowego i materiałów budowlanych, przy temperaturze gazów odlotowych na wlocie do cyklonu nie przekraczającej 400°C i maksymalnym stężeniu zapylenia 50 g/m³.

1.3. Określenia

1.3.1. trwałość — czas pracy odpylacza do momentu przedziurawienia ściany.

1.3.2. Pozostałe określenia — wg PN-64/Z-01002.

2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

2.1. Odmiany. W zależności od liczby cyklonów różni się 5 odmian odpylaczy wg tabl. 1.

Tablica 1

Odmiana odpylacza	Liczba cyklonów	Wielkość (średnica cyklonu D)
		mm
CE-1	1	400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000
CE-2	2	
CE-4	4	
CE-6	6	
CE-8	8	

2.2. Postacie. W zależności od średnicy kominu wylotowego (d) rozróżnia się dwie postacie cyklonów:

- z kominem wylotowym o średnicy $d = 0,4D$ — 0,4,
- z kominem wylotowym o średnicy $d = 0,5D$ — 0,5.

2.3. Wielkości — wg tabl. 1.

2.4. Przykład oznaczenia odpylacza cyklonowego odmiany CE-4 z cyklonami o średnicy $D = 800$ mm i średnicy kominu wylotowego $d = 0,5D$:

ODPYLACZ CYKLONOWY CE-4-800/0,5 BN-80/2371-19

3. PODSTAWOWE PARAMETRY I WYTYCZNE DOBORU

3.1. Strumień objętości gazu dla zakresu zalecanych prędkości wlotowych 8 do 15 m/s podano w tabl. 2.

Tablica 2

Wielkość D mm	Strumień objętości gazu V m ³ /s				
	CE-1	CE-2	CE-4	CE-6	CE-8
400	0,23 ÷ 0,43	0,46 ÷ 0,86	0,92 ÷ 1,72	1,38 ÷ 2,58	1,84 ÷ 3,44
450	0,29 ÷ 0,56	0,58 ÷ 1,12	1,16 ÷ 2,24	1,74 ÷ 3,36	2,32 ÷ 4,48
500	0,36 ÷ 0,68	0,72 ÷ 1,36	1,44 ÷ 2,72	2,16 ÷ 4,08	2,88 ÷ 5,44
560	0,45 ÷ 0,84	0,90 ÷ 1,68	1,80 ÷ 3,36	2,70 ÷ 5,04	3,60 ÷ 6,72
630	0,57 ÷ 1,07	1,14 ÷ 2,14	2,28 ÷ 4,28	3,42 ÷ 6,42	4,56 ÷ 8,56
710	0,73 ÷ 1,37	1,46 ÷ 2,74	2,92 ÷ 5,48	4,38 ÷ 8,22	5,84 ÷ 11,86
800	0,92 ÷ 1,73	1,84 ÷ 3,46	3,68 ÷ 6,92	5,52 ÷ 10,38	7,36 ÷ 13,84
900	1,16 ÷ 2,19	2,32 ÷ 4,38	4,64 ÷ 8,76	6,96 ÷ 13,14	9,28 ÷ 17,52
1000	1,44 ÷ 2,70	2,88 ÷ 5,40	5,76 ÷ 10,80	8,64 ÷ 16,20	11,52 ÷ 21,60

Zgłoszona przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy
Przemysłu Urządzeń Klimatyzacyjno-Wentylacyjnych i Odpylających BAROWENT
Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Urządzeń Klimatyzacyjno-Wentylacyjnych i Odpylających KLIMA-WENT
dnia 4 października 1980 r. jako norma obowiązująca od dnia 1 kwietnia 1981 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 28/1980 poz. 113)

3.2. Opór przepływu odpylacza ΔP , Pa należy obliczać wg wzorów 1 ÷ 4.

Dla odpylacza pojedynczego o średnicy komina wylotowego $d = 0,4D$

$$\Delta P = 206 \rho \left(\frac{\dot{V}}{D^2} \right)^2 \quad (1)$$

Dla odpylacza pojedynczego o średnicy komina wylotowego $d = 0,5D$

$$\Delta P = 141 \rho \left(\frac{\dot{V}}{D^2} \right)^2 \quad (2)$$

Dla odpylacza bateryjnego z cyklonami o średnicy komina wylotowego $d = 0,4D$

$$\Delta P = 217 \rho \left(\frac{\dot{V}}{nD^2} \right)^2 \quad (3)$$

Dla odpylacza bateryjnego z cyklonami o średnicy komina wylotowego $d = 0,5D$

$$\Delta P = 149 \rho \left(\frac{\dot{V}}{nD^2} \right)^2 \quad (4)$$

w których:

- ρ — gęstość gazu, kg/m^3 ,
- \dot{V} — strumień objętości gazu, m^3/s ,
- n — liczba cyklonów w odpylaczu,
- D — średnica cyklonu, m.

3.3. Przedziałowa skuteczność działania η_p , %. Przedziałową skuteczność należy obliczać wg wzoru

$$\eta_p = \left(1 - e^{-\frac{0,692d}{d_g}} \right) 100 \quad (5)$$

w którym:

- d — średnica ziarna pyłu, m,
- d_g — średnica ziarna granicznego, m.
- Średnicę ziarna granicznego d_g , m, należy obliczać wg wzorów 6 ÷ 11.

Dla cyklonów o średnicy komina wylotowego $d = 0,4D$

$$d_g = 0,008 \cdot \mu^{0,152} \rho^{0,695} \rho_p^{-0,847} D^{1,157} \left(\frac{\dot{V}}{n} \right)^{-0,155} \quad (6)$$

Dla cyklonów o średnicy komina wylotowego $d = 0,5D$

$$d_g = 0,014 \cdot \mu^{0,152} \rho^{0,695} \rho_p^{-0,847} D^{1,157} \left(\frac{\dot{V}}{n} \right)^{-0,155} \quad (7)$$

w którym:

- μ — lepkość dynamiczna gazu, Ns/m^2 ,
- ρ_p — gęstość pyłu, kg/m^3 .

Dla powietrza o temperaturze 20°C średnicę ziarna granicznego oblicza się wg wzorów: (8) ÷ (11).

Dla cyklonów o średnicy komina wylotowego $d = 0,4D$

$$d_g = 0,0017 \rho_p^{-0,847} D^{1,157} \left(\frac{\dot{V}}{n} \right)^{-0,155} \quad (8)$$

Dla cyklonów o średnicy komina wylotowego $d = 0,5D$

$$d_g = 0,003 \rho_p^{-0,847} D^{1,157} \left(\frac{\dot{V}}{n} \right)^{-0,155} \quad (9)$$

Dla powietrza i spalin o temperaturze 200°C średnicę ziarna granicznego oblicza się wg wzorów:

Dla cyklonów o średnicy komina wylotowego $d = 0,4D$

$$d_g = 0,0013 \rho_p^{-0,847} D^{1,157} \left(\frac{\dot{V}}{n} \right)^{-0,155} \quad (10)$$

Dla cyklonów o średnicy komina wylotowego $d = 0,5D$

$$d_g = 0,002 \rho_p^{-0,847} D^{1,157} \left(\frac{\dot{V}}{n} \right)^{-0,155} \quad (11)$$

3.4. Całkowita skuteczność działania dla znanego składu ziarnowego pyłu powinna być obliczana wg PN-64/Z-01002.

3.5. Trwałość odpylacza T , miesiące należy obliczać wg wzoru

$$T = \frac{l}{4,1 \cdot k \cdot I_H \cdot a \cdot S_c \cdot c_{sg}^{3,17}} 10^5 \quad (12)$$

w którym:

- l — grubość ścianki odpylacza, m.
- k — współczynnik korygujący uwzględniający warunki pracy
 - $k = 1$ — przy odpylaniu powietrza lub innych gazów nieagresywnych chemicznie, gdzie odpylacz jest ustawiony wewnątrz budynku,
 - $k = 1$ i 2 — jw., gdy odpylacz ustawiony jest na zewnątrz budynku,
 - $k = 1,5$ — przy odpylaniu spalin kotłowych,
- I_H — współczynnik intensywności zużycia blachy cyklonu wg tabl. 3,
- a — szerokość wlotu do cyklonu, m,
- S_c — stężenie zapylenia gazu na wlocie do odpylacza, kg/m^3 ,
- c_{sg} — prędkość obwodowa gazu na granicy warstwy przyściennej w miejscu określenia trwałości, m/s.

Prędkość obwodową gazu c_{sg} należy obliczać wg wzorów 13 ÷ 16. W górnej części cyklonu na wysokości wlotu:

Dla cyklonów o średnicy komina wylotowego $d = 0,4D$

$$c_{sg} = 0,95 c_e \quad (13)$$

Dla cyklonów o średnicy komina wylotowego $d = 0,5D$

$$c_{sg} = c_e \quad (14)$$

gdzie c_e — prędkość gazu na wlocie do cyklonu, m/s.

W dolnej części stożka cyklonu:

Dla cyklonów o średnicy komina wylotowego $d = 0,4D$

$$c_{sg} = 1,12 c_e f_D \quad (15)$$

Dla cyklonów o średnicy komina wylotowego $d = 0,5D$

$$c_{sg} = 1,15 c_e f_D \quad (16)$$

gdzie f_D — współczynnik uwzględniający wpływ wielkości cyklonu na trwałość wg tabl. 4.

Tablica 3. Współczynnik I_H dla stali St3S, dla wybranych pyłów

Rodzaj pyłu	Z spalnic kotłowych	Z oczyszczarek odlewów	Koksowniczy	Cementowy	Węglowy
Gęstość pyłu	$\rho_p = 2000$	$\rho_p = 2800$	$\rho_p = 2900$	$\rho_p = 3100$	$\rho_p = 1800$
	kg/m ³				
I_H	1,0	0,71	0,43	0,28	0,11

Tablica 4. Wartość współczynnika f_D

Wielkość cyklonu D	400	450	500	560	630	710	800	900	1000
	mm								
f_D	0,88	0,85	0,83	0,81	0,78	0,75	0,71	0,67	0,64

3.6. Dobór odpylacza do warunków pracy należy wykonać wg 3.1 ÷ 3.5 lub wg załączników 1 ÷ 4.

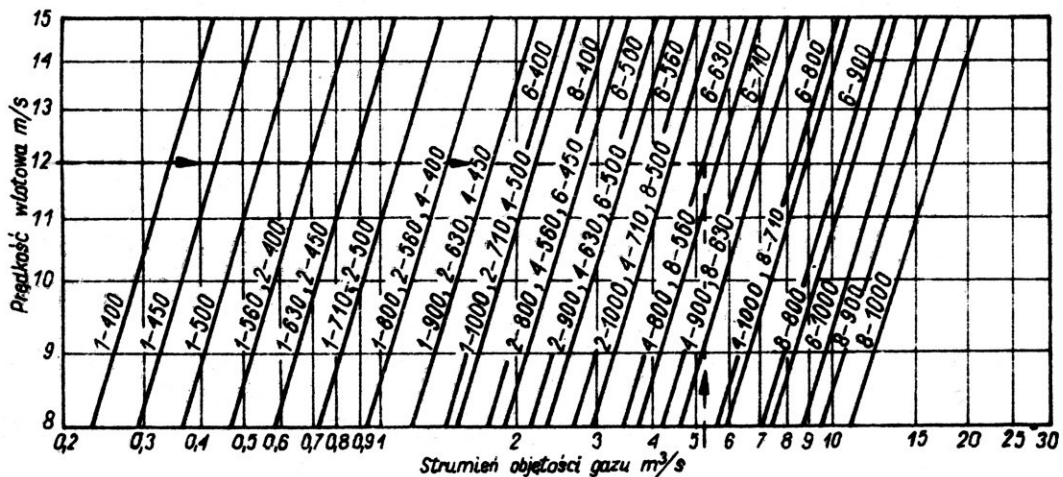
K O N I E C

Informacje dodatkowe

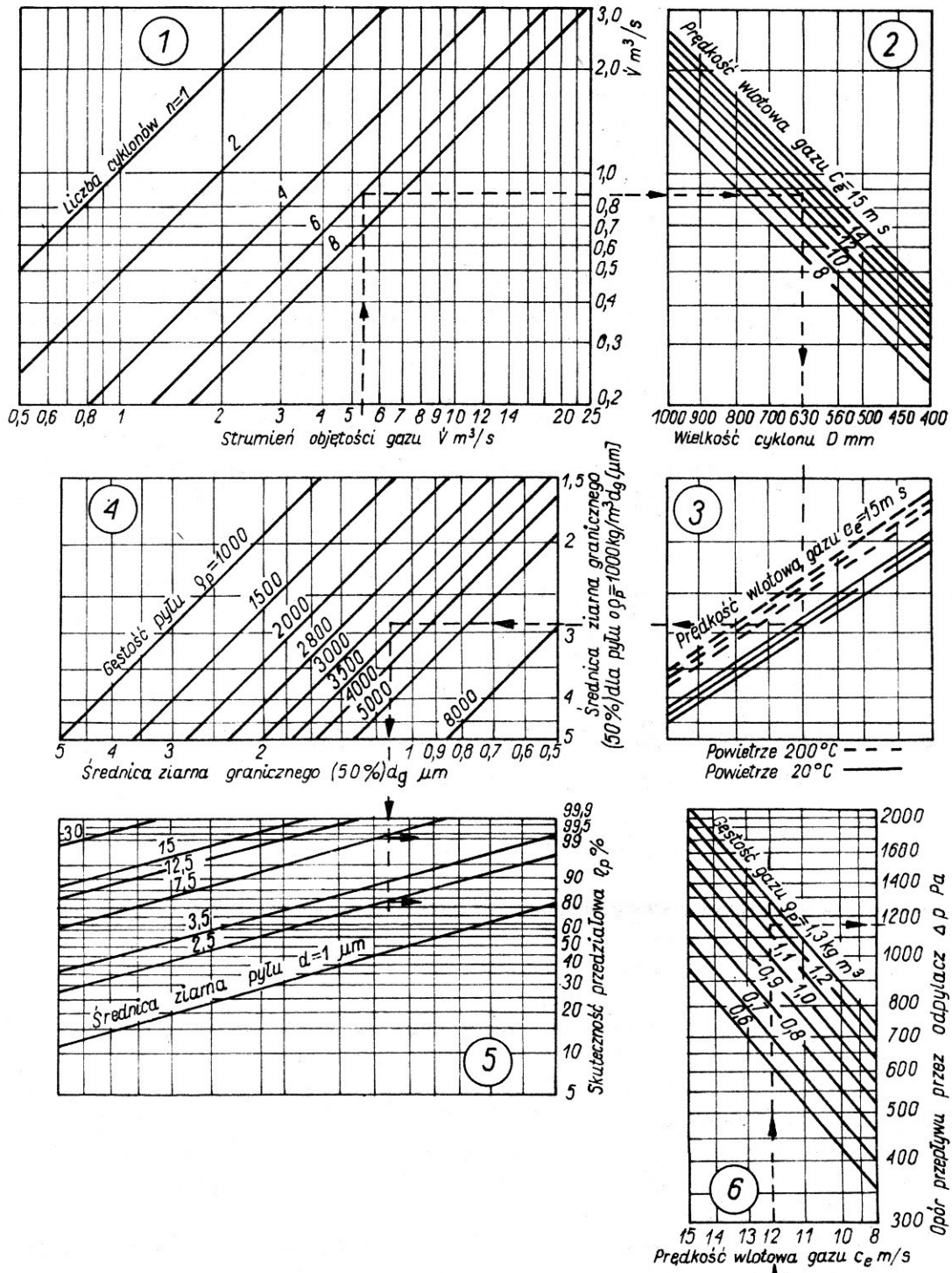
ZALĄCZNIK 1

NOMOGRAM DO OKREŚLENIA ODMIANY I WIELKOŚCI ODPYLACZA CE

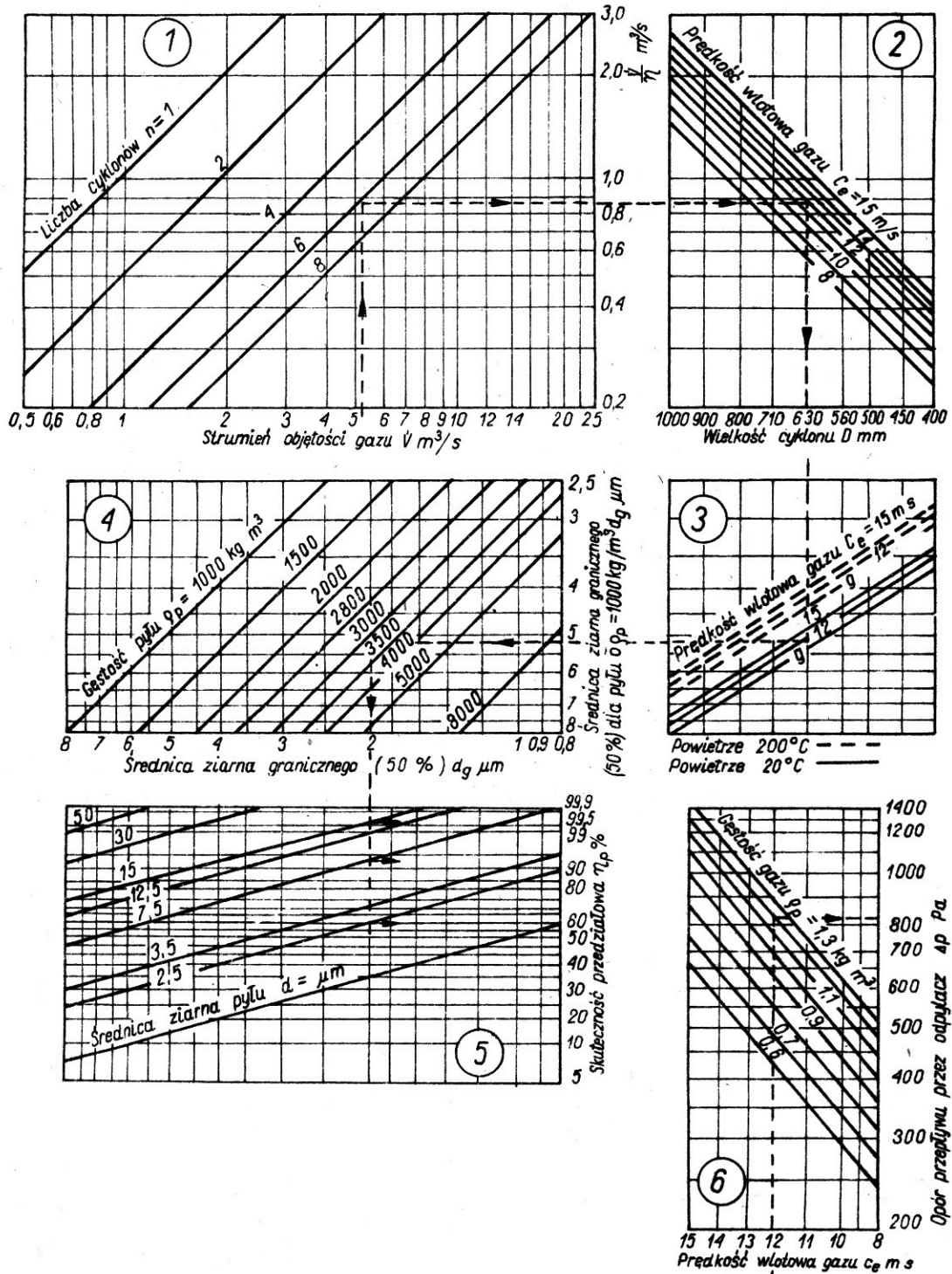
Dobór należy przeprowadzić dla prędkości wlotowej 12 m/s (rysunek).



NOMOGRAM DO DOBORU ODPYLACZY CE Z CYKLONAMI O ŚREDNICY KOMINA WLOTOWEGO $d = 0,4D$ (rysunek)



NOMOGRAM DO DOBORU ODPYLACZY CE Z CYKLONAMI O ŚREDNICY KOMINA WLOTOWEGO $d = 0,5D$ (rysunek)



PRZYKŁAD DOBORU

Dobrać odpylacz cyklonowy CE do następujących warunków pracy:

strumień objętości gazu $\dot{V}_c = 5,1 \text{ m}^3/\text{s}$,

stężenie zapylenia gazu na wlocie $S_1 = 20 \text{ g}/\text{m}^3$,

wymagane stężenie zapylenia na wylocie $S_2 \leq 1 \text{ g}/\text{m}^3$,

gęstość gazu $\rho = 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$,

dopuszczalny opór przepływu $\Delta P < 1500 \text{ Pa}$.

Rodzaj pyłu: cement portlandzki 250 o składzie ziarnowym:

$0 \div 5 \mu\text{m} - 14\%$, $5 \div 10 \mu\text{m} - 11\%$, $10 \div 20 \mu\text{m} - 15\%$,

$20 \div 30 \mu\text{m} - 12\%$, $> 30 \mu\text{m} - 48\%$,

gęstość pyłu $\rho_p = 3100 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Współczynnik zużycia erozyjnego stali St3S dla pyłu cementowego $I_H = 0,28$. Grubość blachy cyklonu $l = 5 \text{ mm}$.

Odpylacz usytuowany jest na zewnątrz budynku, $k = 1,2$. Z nomogramu wg załącznik 1 dla strumienia objętości $5,1 \text{ m}^3/\text{s}$ dobieramy odpylacz CE-6-630. O wyborze postaci CE/0,4 lub CE/0,5 zadecyduje spełnienie wymagań odnośnie żadanego stężenia zapylenia gazu na wlocie z odpylacza i dopuszczalnych oporów przepływu.

Wersja z odpylaczem CE-6-630/0,5:

strumień objętości przypadający na jeden cyklon:

$$\dot{V} = \frac{5,1}{6} = 0,85 \text{ m}^3/\text{s}$$

średnica ziarna granicznego dla $t = 20^\circ\text{C}$:

$$d_g = 0,003 (3100)^{-0,847} (0,63)^{1,157} (0,85)^{-0,155} = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

przedziałowa skuteczność działania odpylacza:

$$\eta_p^{0 \div 5} = \left(1 - e^{\frac{-0,692 \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-6}}} \right) \cdot 100 = 57,8\%$$

$$\eta_p^{5 \div 10} = 92,5\%$$

$$\eta_p^{10 \div 20} = 99,4\%$$

$$\eta_p^{20 \div 30} = 99,5\%$$

$$\eta_p^{> 30} = 100\%$$

Całkowita skuteczność działania:

$$\eta = 57,8 \cdot 0,14 + 92,5 \cdot 0,11 + 99,4 \cdot 0,15 + 99,5 \cdot 0,12 + 100 \cdot 0,48 = 93,2\%$$

Stężenie zapylenia gazu na wylocie z odpylacza:

$$S_2 = S_1 (1 - \eta) = 20 (1 - 0,932) = 1,36 \text{ g}/\text{m}^3 \text{ większe od } S_2 \text{ wymaganego.}$$

Wersja z odpylaczem CE-6-630/0,4:
średnica ziarna granicznego

$$d_g = 0,0017 \cdot 3100^{-0,847} \cdot 0,63^{1,157} \cdot 0,85^{-0,155} = 1,13 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

skuteczność działania

$$\eta_p^{0 \div 5} = 78,5\% \quad \eta_p^{5 \div 10} = 99,0\% \quad \eta_p^{> 10} = 100\%$$

skuteczność całkowita $\eta = 96,9\%$

stężenie zapylenia gazu na wylocie z odpylacza

$$S_2 = 0,63 \text{ g}/\text{m}^3 \text{ mniejsze od } S_2 \text{ wymaganego}$$

opór przepływu odpylacza:

$$\Delta P = 217 \cdot 1,2 \left(\frac{5,1}{6 \cdot 0,63^2} \right)^2 \cong 1190$$

Pa — mniejsze od ΔP dopuszczalnego

trwałość odpylacza:

W górnej części cyklonu na wysokości wlotu

$$c_{sg} = 0,95 \cdot 12 = 11,4 \text{ m/s}$$

$$T = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{4,1 \cdot 1,2 \cdot 0,28 \cdot 0,126 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 11,4^{3,17}} 10^5 = 64 \text{ miesiące}$$

W dolnej części stożka cyklonu

$$c_{sg} = 1,12 \cdot 0,78 \cdot 12 = 10,5 \text{ m/s}$$

$$T = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{4,1 \cdot 1,2 \cdot 0,28 \cdot 0,126 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 10,5^{3,17}} 10^5 = 83 \text{ miesiące.}$$

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Urządzeń Klimatyzacyjno-Wentylacyjnych i Odpylających BAROWENT, Katowice.

2. Normy związane PN-64/Z-01002 Ochrona powietrza atmosferycznego przed zapyleniem.

Charakterystyki suchych urządzeń odpylających

3. Symbol wg SWW — 0874-312.

4. Autor projektu normy — mgr inż. Jadwiga Juńczyk — Instytut Techniki Ciepłej, Łódź.