

Jadwiga JUNCZYK  
Jan KĘDZIERZAWSKI  
Instytut Techniki Ciepłej, Łódź

## O MOŻLIWOŚCIACH POPRAWIENIA SKUTECZNOŚCI ODPYLACZY CYKLONOWYCH

**Streszczenie.** Omówiono badania odpylaczy cyklonowych CE (dotychczas produkowanych) oraz nowo opracowanych w Instytucie Techniki Ciepłej odpylaczy CW, CD oraz ich kombinacji CWD. Nowo opracowane odpylacze charakteryzują się większą skutecznością odpylania oraz mniejszymi oporami przepływu.

## ABOUT THE POSSIBILITIES OF EFFICIENCY IMPROVEMENT OF CYCLONE DUST COLLECTORS

**Summary.** The investigations of cyclone dust collectors type CE (previous design) and some designs in the Institute of Heat Engineering type CW, CD and CWD were discussed. The new designs of dust collectors are more efficient and have lower flow resistance.

## DIE MÖGLICHKEIT DER WIRKUNGSGRADSERHÖHUNG VON ZYKLONABSCHIEDER

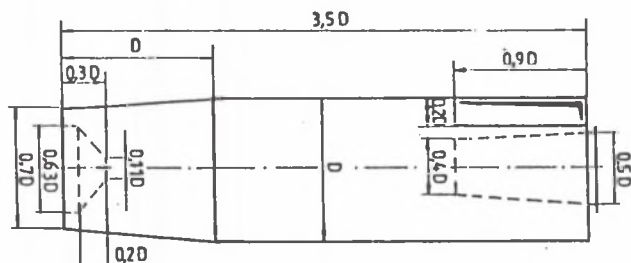
**Zusammenfassung.** Die Untersuchungen von Zyklonabscheider (Typ CE, bisher hergestellte) und neubearbeiteter im Institut für Wärmetechnik Abscheider CW, CD und deren Kombination CWD wurden beschrieben. Neue Abscheider sind durch den höheren Entstaubungswirkungsgrad als auch durch den niedrigeren Strömungswiderstand gekennzeichnet.

## WPROWADZENIE

Odpylacze cyklonowe charakteryzują się prostą konstrukcją, łatwością obsługi oraz niskimi kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi. Stosunkowo wysoka skuteczność odpylania preferuje je do stosowania przy odpylaniu kotłów rusztowych i narzutnikowych, w przemyśle materiałów budowlanych oraz węglowym, koksowniczym itp.

Obecnie jednym z najskuteczniejszych odpylaczy cyklonowych są typoszeregi CE pojedyncze oraz bateryjne, produkowane w szerokim zakresie średnic. Ponieważ typoszereg CE był opracowany w Instytucie Techniki Ciepłej w latach siedemdziesiątych, postanowiono przeanalizować możliwość poprawienia skuteczności odpylacza cyklonowego przy zmniejszonych oporach przepływu i wymiarach zewnętrznych.

Ze względu na ścisłą współpracę z producentem ograniczono się w niniejszym opracowaniu do przedstawienia wyników badań, porównując odpylacz cyklonowy CE (rys. 1) z nowo opracowanymi w Instytucie odpylaczami CW (wysokoskuteczny), CD (docelowy) oraz ich kombinacji CWD (ze stożkiem 1 lub 2).



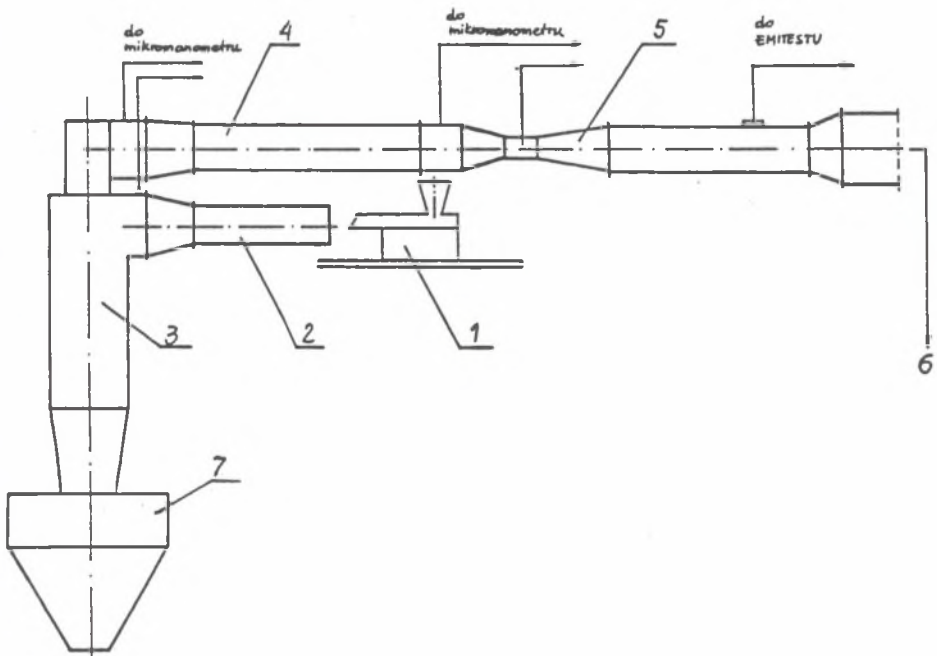
Rys. 1. Odpylacz cyklonowy CE

Fig. 1. CE cycloneduot collecton

Badania modelowe odpylaczy przeprowadzono w Instytucie na specjalnym stoisku, w tych samych warunkach i na tych samych pyłach dla każdego cyklu badań.

## 2. BADANIA ODPYLACZY NA STOISKU

Stoisko pomiarowe (rys. 2) składa się z podajnika pyłu do badanego cyklonu odpylacza, zbiornika pyłu oraz kanału (połączonego z kominkiem odpylacza) odprowadzającego oczyszczone powietrze. Wentylator promieniowy o regulowanej prędkości obrotowej odciąga oczyszczone powietrze z cyklonu kanałem, w którym znajduje się zwężka do pomiaru wydajności oraz sonda pyłomierza typu Emitest (określający masę pyłu opuszczającą cyklon).



Rys. 2. Schemat stoiska pomiarowego: 1 – podajnik pyłu, 2 – kanał zapyłonego powietrza, 3 – odpylacz cyklonowy, 4 – kanał oczyszczonego powietrza, 5 – zwężka pomiarowa, 6 – wentylator wyciągowy, 7 – zbiornik pyłu

Fig. 2. Measurement system scheme

## 2.1. Warunki i zakres pomiarów

Modele odpylaczy o jednakowej średnicy płaszcza  $D = 400$  mm badane były przy zapyleniu czynnika równym  $5 \text{ g/m}^3$ , natomiast różnił się on składem ziarnowym dla dwu badanych serii:

### Seria 1. Pomiar odpylaczy CE i CW

Skład ziarnowy pyłu podano w tablicy 1.

Tablica 1

Skład ziarnowy pyłu dla 1 serii pomiarów (gęstość pyłu  $2000 \text{ kg/m}^3$ )

Średnica ziarna $d, \mu\text{m}$	Udział masowy $u_j, \%$	Sumaryczny udział masowy $\sum u_i, \%$
0 – 2	6,0	6,0
2 – 4	8,0	14,0
4 – 6	6,5	20,5
6 – 10	2,5	23,0
10 – 15	22,0	45,0
15 – 20	10,0	55,0
20 – 30	10,0	65,0
30 – 40	7,0	72,0
40 – 50	5,0	77,0
> 50	23,0	100,0

W cyklonach zmieniano wysokość płaszcza  $H = H/D$ , w przedziale od 2,5 do 3,5. Skuteczność odpylania oraz współczynniki strat określono dla różnych prędkości na wlocie do głowicy  $c_e = 8 + 18 \text{ m/s}$ .

### Seria 2. Pomiar odpylaczy CE, CW, CWD-1 i CWD-2

Skład ziarnowy pyłu podano w tablicy 2.

Tablica 2

Skład ziarnowy pyłu dla 2 serii pomiarów (gęstość pyłu  $2000 \text{ kg/m}^3$ )

Średnica ziarna $d, \mu\text{m}$	Udział masowy $u_j, \%$	Sumaryczny udział masowy $\sum u_i, \%$
0 – 2	8,5	8,5
2 – 4	13,0	21,5
4 – 6	11,0	32,5
6 – 10	16,0	48,5
10 – 15	11,5	60,0
15 – 20	6,0	66,0
20 – 30	6,5	72,5
30 – 40	5,5	78,0
40 – 50	4,0	82,0
> 50	18,0	100,0

Cyklon CE zbadano przy  $\bar{H} = 3,5$ , natomiast CW, CWD-1 i CWD-2 przy  $\bar{H} = 2 \div 4$ . Skuteczność odpylania oraz współczynniki strat określono dla różnych prędkości na wlocie do głowicy  $c_e = 8 \div 21$  m/s.

## 2.2. Metoda pomiarów

Całkowitą skuteczność cyklonu określono z zależności:

$$\eta = \frac{\dot{m}_z}{\dot{m}_p} \times 100 \quad \%$$

gdzie masy pyłu określane metodą ważenia odpowiadają:

$m_z$  – strumień masy pyłu zatrzymanego w cyklonie, kg/h,

$m_p$  – strumień masy pyłu dostarczonego podajnikiem, kg/h.

Dla kontroli bilansu pyłu w układzie pomiarowym pyłomierzem EMITEST mierzono strumień masy pyłu w kanale za odpylaczem. Strumień objętości (wydatek) powietrza przepływającego przez cyklon mierzono zwężką pomiarową, utrzymując stałe zapylenie czynnika, równe  $5 \text{ g/m}^3$  powietrza. Współczynnik oporu powietrza przepływającego przez odpylacz cyklonowy określano mierząc różnicę ciśnień statycznych ( $p_{\text{dyn}} = \text{idem}$ ), na wlocie i wylocie z cyklonu, manometrem U-rurkowym.

## 2.3. Niepewność pomiarów

Liczba pomiarów każdego mierzonego punktu odpowiadała  $n = 3$ . Dla tej wartości obliczano średnią arytmetyczną  $\eta$ , średnie odchylenie standardowe  $S$  oraz wartość średniego błędu średniej arytmetycznej  $S_\eta$  [2].

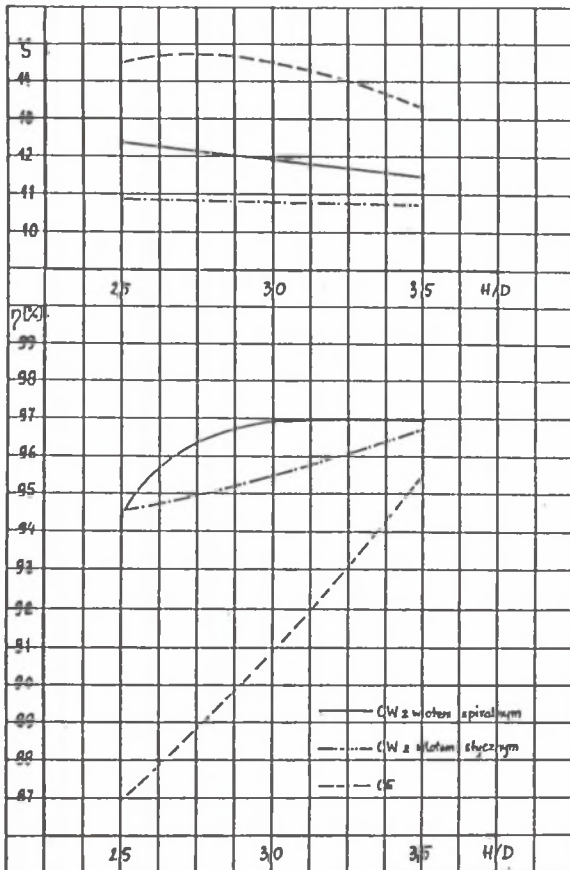
Dla poziomu ufności  $\alpha = 0,9$ , liczby pomiarów  $n = 3$  oraz współczynnika  $t_\alpha$  (tablice Studenta-Fishera) wyznaczono granice przedziału ufności  $\Delta_\eta$ , pozwalające przykładowo obliczyć wartość średnią z pomiarów  $\eta = 0,9707$  oraz odchylenie wyznaczenia skuteczności  $\Delta_\eta = 0,004$ , a zatem wartość rzeczywista skuteczności odpylania zawarta jest w przedziale:

$$0,9696 < \eta < 0,9718$$

### 3. WYNIKI POMIARÓW

#### 3.1. Porównanie odpylaczy CE i CW

Zgodnie z warunkami podanymi w punkcie 2.1 zbadano odpylacze cyklonowe CW i CE, a porównanie uzyskanych wyników dla  $c_e = 12$  m/s przedstawiono na rys. 3 [1].



Rys. 3. Porównanie skuteczności odpylania i współczynnika strat cyklonów CE i CW z wlotem stycznym i spiralnym, przy  $c_e = 12$  m/s (pył wg tabl. 1)

Fig. 3. Comparison of dust extraction effectiveness and loss factors of CE and CW cyclones with tangential and spiral inlet for  $c_e = 12$  m/s

Wyniki badań pozwalają wnioskować, że:

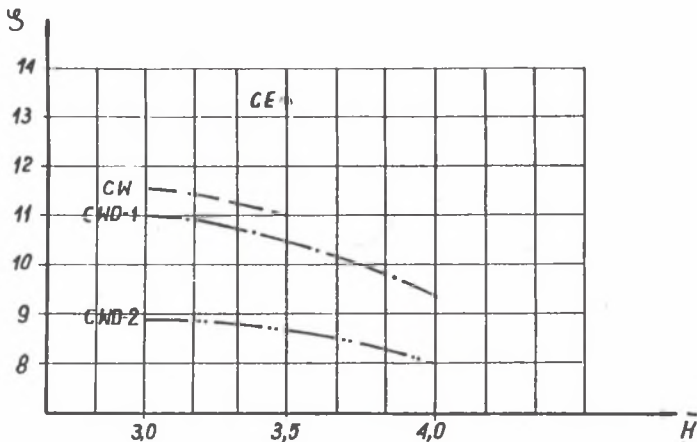
- skuteczność odpylania cyklonów CW jest (dla wszystkich względnych wartości  $H = H/D$ ) większa niż dla cyklonu CE, przy czym dla cyklonu CW zmniejszenie wartości  $H = 3,5$  do  $H = 3,0$  nie wpływa ujemnie na skuteczność odpylania (przy zastosowaniu głowicy z wlotem spiralnym, która okazuje się dużo korzystniejsza od głowicy z wlotem stycznym),
- opory przepływu odpylacza CW z wlotem stycznym i z wlotem walcowym są dużo mniejsze od oporów odpylacza CE.

### 3.2. Porównanie odpylaczy CE, CW, CWD-1 i CWD-2

Zgodnie z warunkami podanymi w pkt. 2.1 (należy podkreślić, że pył, na którym były badane odpylacze w serii 2, był bardziej drobnoziarnisty niż w serii 1) zbadano odpylacze CE, CW, CWD-1 i CWD-2 [3].

Wyniki badań (rys. 4 i 5) pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

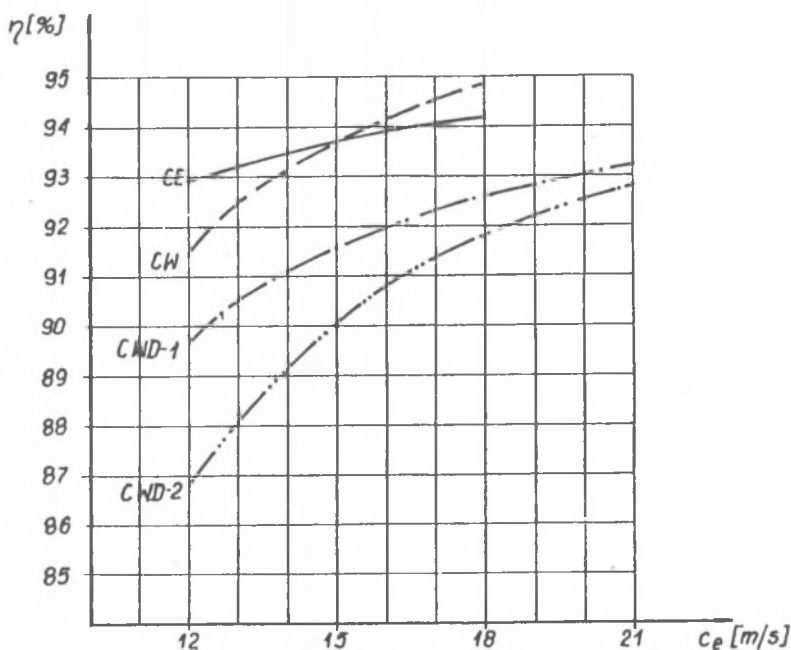
- skuteczność odpylaczy CW, CWD-1 i CWD-2 wzrasta wraz ze wzrostem prędkości  $c_e$  na wlocie do głowicy cyklonu,
- przy prędkości  $c_e = 18$  m/s skuteczność odpylaczy CW i CE jest idem, natomiast odpylaczy CWD-1 i CWD-2 (dla  $H = 3,5$ ) jest odpowiednio niższa o 2 i 2,4 punktu,



Rys. 4. Porównanie współczynnika strat cyklonów: CE, CW, CWD-1 CWD-2, przy różnych względnych wysokościach  $\bar{H}$  (pył według tabl. 2)

Fig. 4. Comparison of loss factors for CE, CW, CWD-1 and CWD-2 cyclones for different heights  $\bar{H}$

- współczynnik strat  $\zeta_{CE}$  CE (dla  $H = 3,5$ ) jest o 20% wyższy w porównaniu z odpylaczem CW oraz o 28% wyższy od  $\zeta_{CWD-1}$  odpylacza CWD-1 i 53% od  $\zeta_{CWD-2}$  odpylacza CWD-2.



Rys. 5. Porównanie skuteczności odpylania cyklonów: CE, CW, CWD-1 oraz CWD-2, przy różnych prędkościach wlotowych  $c_e$  (pył wg tabl. 2)

Fig. 5. Comparison of effectiveness off CE, CW, CWD-1 and CWD-2 cyclones for different inlet velocities  $c_e$

#### 4. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić, że można jeszcze poprawić skuteczność odpylaczy cyklonowych CE przy jednoczesnym obniżeniu współczynnika strat  $\zeta$ , nie tylko dla pyłu stosowanego w serii 1, ale i drobnopięknego stosowanego w serii 2.



Obniżenie bardzo znaczne współczynnika strat  $\zeta$  w odpylaczach CWD-1 i CWD-2 pozwoliło na zaprojektowanie następnej wersji cyklonu CWD, który przy dużo mniejszej średnicy  $D$  uzyskałby, przy tych samych wydajnościach co odpylacz CE, zbliżoną skuteczność odpylania.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że skracanie wysokości płaszcza cyklonu poniżej  $H = 3,5$  niekorzystnie wpływa na skuteczność cyklonu CE. Przy projektowaniu należy bardzo zwracać uwagę na zawartość najdrobniejszych frakcji ( $0 + 10 \mu\text{m}$ ) pyłu, która decyduje o zastosowaniu typu odpylacza CW lub CWD.

## LITERATURA

1. Junczyk J.: Opracowanie nowej konstrukcji wysokoskutecznego odpylacza cyklonowego, Sprawozdanie ITC nr ewid. 6102 (nie opublikowane), Łódź.
2. Zarządzenie GIOŚ nr 94/92 z dnia 03. 03. 1992 w sprawie metodyki wykonywania pomiarów stężenia pyłów w gazach odlotowych.
3. Zgłoszenie patentowe, nr P-297258 z dnia 29.12.1992, "Odpylacz cyklonowy".

## Abstract

The paper presents experimental tests on cyclone dust collectors type CE (current production) and some new designs of types CW, CD and CWD worked out in the Institute of Heat Engineering. The new dust collector designs are more efficient and also are characterized by lower flow resistance.

Results of experiments indicate that it is possible to further improve the efficiency of cyclone dust collectors CE, lowering, at the same time, loss coefficient  $\zeta$ , not only for the dust used in series 1 but also for the fine-grained dust used in series 2. After loss coefficient was considerably lowered with regard to collectors CWD-1 and CWD-2, it was possible to design a new version of cyclone CWD, which would be as efficient as collectors CE, even if its diameter  $D$  was much smaller. Also, it should be indicated that if the cyclone jacket is smaller than  $H = 3,5$  the efficiency of cyclone CE is affected. Also, the smallest fractions content ( $0+10 \mu\text{m}$ ) should be taken into account for any design works on collectors CW or CWD.