

Eugeniusz Kowalski, Zbigniew Piątkiewicz
Instytut Odlewnictwa Politechniki Śląskiej

SEPARATOR PNEUMATYCZNY PRZECIWPŁĄDOWY Z PIONOWYM DMUCHEM

Streszczenie: Praca zawiera opis dotychczas stosowanych metod rozdzielania mieszaniny masy formierskiej i śrutu oraz badania separatora pneumatycznego przeciwpłądowego z pionowym dmuchem nowej konstrukcji. Przedstawiono także podstawy teoretyczne konstrukcji tego urządzenia.

Wstęp

W nowoczesnych odlewniach stosuje się oczyszczanie odlewów metodą strumieniową, realizowaną przy pomocy oczyszczarek pneumatycznych oraz wirnikowych. Urządzenia te pracują w oparciu o czyszczące działanie strumienia śrutu, uderzającego z dużą prędkością o powierzchnię odlewów. W wyniku tej operacji otrzymuje się odlew o czystej powierzchni oraz znaczną ilość mieszaniny śrutu i masy formierskiej. Ze względu na duży koszt jednostkowy śrutu zachodzi konieczność jego odzysku. Źle oczyszczony śrut, zawierający zbyt duże ilości piasku kwarcowego, powoduje przy powtórnym jego użyciu powstawanie zapylenia na stanowiskach oczyszczania oraz szybkie zużywanie się elementów oczyszczarek. W przypadku zwiększenia się w śrucie zawartości jego drobnych frakcji (wynik ścierania) następuje zmniejszenie wydajności oczyszczania odlewów.

Charakterystyka stosowanych obecnie metod separacji

Obecnie stosowane metody rozdzielania mieszanin opierają się na wykorzystaniu różnic własności fizycznych poszczególnych składników [1]. Różnice te powodują odmienne zachowanie się każdej z frakcji pod wpływem bodźca rozdzielającego. Na skalę przemysłową stosuje się najczęściej separację metodami: elektrostatyczną, elektromagnetyczną, hydrauliczną i aerodynamiczną. Urządzenia stosowane do realizacji tych metod są skomplikowane (np. oddzielacze elektrostatyczne i elektromagnetyczne), powodują wydłużenie obiegu technologicznego rozdzielanych składników lub ich zniszczenie (hydrauliczne) oraz nie dają materiałów rozdzielonych o odpowiedniej jakości. Po oddzieleniu zawartość piasku w śrucie przekracza z reguły 3% i wpływa niekorzystnie na eksploatację urządzeń.

Badania nad urządzeniami posiadającymi wysoką sprawność rozdzielania mieszaniny płasku kwarcowego i śrutu metalowego doprowadziły do skonstruowania separatora pneumatycznego przeciwprądowego z pionowym dmuchem, w którym wykorzystano różnicę pomiędzy prędkościami unoszenia cząstek materiałów separowanych.

Podstawy teoretyczne konstrukcji separatora oraz zasada jego działania

Prędkość unoszenia jest graniczną prędkością płynu, po przekroczeniu której ziarna są wywiewane przez niego ze złoża. Prędkość unoszenia jest równa prędkości swobodnego opadania ziarna w danym płynie [2,3]. Jest ona określona funkcją

$$f\left(\frac{g \cdot d_z^3 \cdot \rho_z}{\rho_p \cdot \nu^2}; \frac{w_{op} \cdot d_z}{\nu}\right) = 0$$

lub

$$f(Ar; Re) = 0,$$

gdzie

g - przyspieszenie ziemskie,

d_z - średnica ziarna,

ρ_p - gęstość płynu,

ν - lepkość kinematyczna płynu,

w_{op} - prędkość swobodnego opadania ziarna w czynniku unoszącym,

Ar - liczba Archimedesesa,

Re - liczba Reynoldsa.

Prędkość tę można wyznaczyć z ogólnego prawa oporu. Zgodnie z prawem Newtona siła oporu ośrodka dla cząstek kulistych poruszających się w nim wynosi:

$$P = \frac{\pi d_z^2 \cdot \rho_p \cdot \lambda w_{op}^2}{8},$$

gdzie

λ - współczynnik oporu, będący funkcją liczby Reynoldsa.

Jest ona równoważona przez siłę ciężkości:

$$G = \frac{\pi d_z^3}{6} (\rho_z - \rho_p) g,$$

stąd

$$\frac{\pi d_z^2 \cdot \rho_p \cdot \lambda \cdot w_{op}^2}{8} = \frac{\pi d_z^3}{6} (\rho_z - \rho_p) g.$$

Zgodnie z definicją $w_{un} = w_{op}$,

stąd

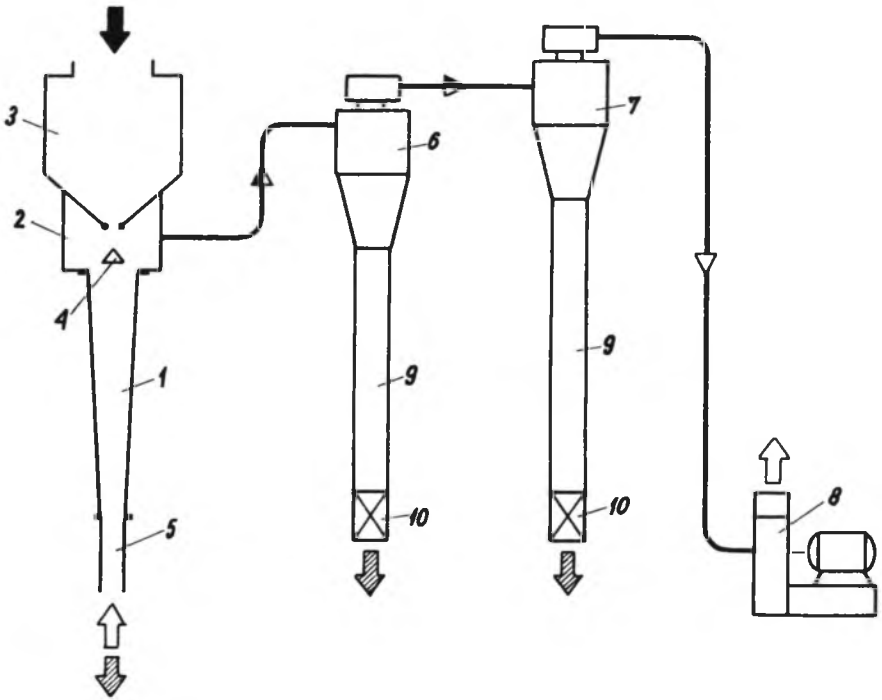
$$w_{un} = \sqrt{\frac{4g d_z (\rho_z - \rho_p)}{3 \cdot \lambda \cdot \rho_p}}$$

Separator pneumatyczny przeciwprądowy z pionowym dmuchem działa więc na zasadzie wykorzystania zjawiska polegającego na rozdzielaniu ziarn masy formierskiej i śrutu metalowego, posiadających różne ciężary właściwe i współczynniki oporu aerodynamicznego. Prędkość przepływu powietrza jest tak dobrana, że jego strumień porывa ziarna piasku i bardzo drobny śrut, a śrut przydatny do dalszego użycia opada do zasobnika. Przepływające powietrze zmniejsza prędkość opadania ziarn piasku do zera, a następnie rozpędza je w kierunku zgodnym z kierunkiem jego przepływu i w efekcie - wywiewa do urządzenia odbiorczego. Kierunek ruchu śrutu nie zmienia się, a zmniejsza się tylko prędkość jego opadania.

Badania własne

Wykorzystując opisaną zasadę działania skonstruowano urządzenie (rys.1) składające się z komory separacyjnej 1 w postaci rury stożkowej o małym kącie rozwarcia, na której osadzono komorę pośrednią 2, a nad nią - zbiornik mieszający do separacji 3, posiadający w lejowatym dnie otwór dozujący mieszankę. Pod otworem zamontowany jest stożek 4, powodujący rozbitcie strugi materiału wpadającej do komory separacyjnej. Do dolnej części komory separacyjnej przymocowano odcinek rury 5, z którego odbierany jest odseparowany śrut. Stanowi on jednocześnie wlot powietrza do urządzenia, które pracuje w układzie ssącym. Komora pośrednia połączona jest z wentylatorem promieniowym 8 poprzez urządzenie odbiorcze oddzielonej masy formierskiej, składające się z dwóch cyklonów: zgrubnego 6 i dokładnego oczyszczania 7. Cyklony te zaopatrzone są dodatkowo w zbiorniki 9 i zawory 10. Całość instalacji uzupełniają aparatura do pomiarów parametrów pneumatycznych urządzenia.

W trakcie badań rozdzielaniu poddana została mieszanka masy formierskiej kwarcowo-żelaznej i śrutu stalowego lanego, zmieszanych ze sobą sztucznie w stosunku wagowym 1:1. Wyniki analiz sitowych tych materiałów wykonane zgodnie z [4], przedstawiono w tablicach 1 i 2.



Rys. 1

Tablica 1

Analiza sitowa masy formierskiej kwarcowo-żłowej użytej do badań

Lp.	Prześwit oczka si- ta P_i	O d s i e w y			Odsiew przel. x_i	$x_i \cdot P_i$	Średnica zastępcza ziaren D_z
		próbka 1	próbka 2	próbka 3			
	mm	g	g	g	%	-	mm
1	1,60	2,680	2,600	2,800	5,40	8,64	0,438
2	0,80	5,640	4,610	6,350	11,09	8,87	
3	0,63	5,380	5,180	6,400	11,33	7,14	
4	0,40	9,680	10,100	10,900	20,50	8,20	
5	0,32	9,900	8,900	8,200	18,04	5,77	
6	0,20	7,600	8,300	6,880	15,22	3,05	
7	0,16	3,600	4,400	3,100	7,42	1,19	
8	0,10	3,280	3,560	3,480	6,90	0,69	
9	0,071	0,800	1,060	0,800	1,78	0,13	
10	0,056	0,840	0,700	0,600	1,43	0,08	
11	dno	0,520	0,450	0,360	0,89	-	

Tablica 2

Analiza sitowa śrutu stalowego lanego, użytego do badań

Lp.	Prześwit oczka si- ta p_i	O d s i e w y			Odsiew przel. x_i	$x_i \cdot p_i$	Średnica zastępcza ziaren D_z
		próbka 1	próbka 2	próbka 3			
	mm	g	g	g	%	-	mm
1	1,60	60,400	56,850	68,650	62,03	99,25	1,295
2	0,80	38,700	42,350	30,950	37,37	29,90	
3	0,63	0,700	0,500	0,150	0,45	0,28	
4	0,40	0,090	0,100	0,060	0,08	0,003	
5	0,32	0,050	0,060	0,040	0,05	0,016	
6	0,20	0,020	0,010	0,030	0,02	0,004	
7	0,16	-	-	-	-	-	
8	0,10	-	-	-	-	-	
9	0,071	-	-	-	-	-	
10	0,056	-	-	-	-	-	
11	dno	-	-	-	-	-	

Badania jakości rozdzielania składników przeprowadzono zmieniając wartości natężenia przepływu powietrza odsysanego oraz wielkość strumienia masy mieszanki separowanej. Badania te miały na celu ustalenie procentowej zawartości wagowej zanieczyszczeń w rozdzielonych składnikach. W przypadku śrutu stalowego lanego zanieczyszczeniami były ziarna masy formierskiej, które nie uległy oddzieleniu w separatorze. W przypadku masy formierskiej zanieczyszczeniami były podziarna śrutu, uniesione wraz z nią strumieniem powietrza do cyklonu zgrubnego oczyszczania. Procentową zawartość zanieczyszczeń określono ze wzoru:

$$Z = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100\%,$$

gdzie

 m_1 - masa podstawowego materiału odseparowanego, g; m_2 - masa zanieczyszczeń, g,

Wydajność separatora bez uwzględnienia czasu rozruchu instalacji obliczono ze wzoru:

$$Q = \frac{m}{t} \frac{kg}{s},$$

gdzie

 m - masa próbki, kg; t - czas przesypywania się próbki przez separator, s.

Zużycie powietrza przez separator obliczono przy pomocy klasycznej zwięzki Venturiego, zgodnie z PN-65/M-53950 [5]. Wyniki pomiarów i obliczeń:

procentowej zawartości zanieczyszczeń, wydajności i zużycia powietrza dla dwóch różnych natężeń strumienia masy dozowanej do urządzenia zestawiono w tablicy 3.

Tablica 3

Podstawowe parametry pracy separatora, pneumatycznego przeciwprądowego z pionowym dmuchem

Lp.	Nr pró- by	Zużycie powietrza			Wydajność urządzenia			Śr. zaw. zaniecz.	
		V_N		$V_{N\acute{s}r}$	Q		$Q_{\acute{s}r}$	w śru- cie	w ma- sie
		m^3/s	m^3/h	m^3/h	kg/s	t/h	t/h	%	%
1	Ia	0,360	1.294,747	1.280,673	0,849	3,056	.	.	.
2	Ib	0,352	1.266,598		0,746	2,687	2,872	0,058	8,878
3	IIa	0,332	1.196,801	1.197,953	1,136	4,091	3,949	0,304	8,902
4	IIb	0,320	1.150,655		1,031	3,711			
5	IIc	0,346	1.246,404		1,124	4,045			

Analiza wyników badań

Z przeprowadzonych badań wynika, że odseparowany śrut stalowy charakteryzuje się dużą czystością. Wzrost wydajności urządzenia następuje kosztem zwiększenia się zawartości zanieczyszczeń w śrucie. Masa formierska, zanieczyszczona podziarnami śrutu, wymaga zastosowania drugiego stopnia separacji, realizowanego metodami elektromagnetyczną lub elektrostatyczną.

Na podstawie przeprowadzonych analiz sitowych materiałów otrzymanych w wyniku separacji stwierdzono, że ze względu na podwyższenie jednorodności składu ziarnowego zwiększa się ich przydatność w procesach technologicznych.

Wnioski

Jakość rozdzielania składników kwalifikuje separator pneumatyczny przeciwprądowy z pionowym dmuchem do zastosowania w przemyśle. W celu zwiększenia wydajności urządzenia należy zwiększyć wymiary stożka komory separacyjnej oraz wydajność instalacji odciągowej.

Odseparowana masa formierska zawiera około 8,9% śrutu (wagowo), przez co zachodzi konieczność zastosowania drugiego stopnia separacji.

LITERATURA

1. Gessel W. von: Giesserei 59, 1972, 321.
2. Praca zbiorowa: Wybrane zagadnienia z Odlewnictwa, z. 22, IO-STOP, Gliwice, 1973.
3. Praca zbiorowa: Nowa technika, z. 96, WNT, Warszawa, 1971.
4. Sakwa W., Wachelko S.: Teoria i praktyka technologii materiałów formierskich, wyd. Śląsk, Katowice, 1971.
5. PN-65/M-53950, WN, Warszawa, 1969.

ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРОТИВОТОЧНЫЙ СЕПАРАТОР
С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ДУТЬЕМ

Р е з ю м е

Работа содержит описание применяемых до сих пор методов разделения формовочных смесей и дроби а также исследования пневматического противоточного сепаратора новой конструкции с вертикальным дутьем. Даются также теоретические основы конструкции этого устройства.

A PNEUMATIC COUNTER - CURRENT SEPARATOR WITH A VERTICAL BLAST

S u m m a r y

The elaboration comprises a description of the so far used methods of separating moulding sand mixes and shot and testing of a pneumatic counter current separator with vertical blast of a new construction, theoretical bases for construction of this installation have also been given.