

Przemysłowe urządzenie do otrzymywania drobnoziarnistych proszków spoiw miękkich metodą rozpylania ciekłego metalu

1. WSTĘP

Zastosowanie proszków spoiw miękkich do wytwarzania past lutowniczych, zasady teoretyczne rozpylania ciekłych metali, budowę i działanie urządzenia laboratoryjnego do rozpylania metali niskotopliwych oraz rezultaty przeprowadzonych badań przedstawiono w poprzednim artykule [1]. W wyniku tych prac w Wojskowej Akademii Technicznej we współpracy z Instytutem Technologii Materiałów Elektronicznych zaprojektowano i zbudowano prototypowe urządzenie przemysłowe do rozpylania ciekłych metali i stopów niskotopliwych, zwłaszcza na osnowie cyny i ołowiu. Wytwarzany obecnie na urządzeniu proszek spoiwa LC63 przeznaczony jest do produkcji pasty lutowniczej LC63-ka-1 w celu zastąpienia dotychczas stosowanej w Warszawskich Zakładach Telewizyjnych pasty Fluitin produkcji firmy Classen Metall z RFN. Pasta ta używana jest do lutowania głowic zintegrowanych odbiorników telewizyjnych.

Tematem niniejszego artykułu jest budowa prototypowego urządzenia przemysłowego, badania technologiczne oraz osiągnięte wskaźniki techniczno-ekonomiczne. Podstawowym założeniem ekonomicznym było uzyskanie takich kosztów wytwarzania, aby cena pasty krajowej była porównywalna z ceną pasty importowanej.

2. URZĄDZENIE PROTOTYPOWE

Urządzenie prototypowe przeznaczone jest do rozpylania metali i stopów, określanych jako spoiwa miękkie tj. takich, których temperatura topnienia nie przekracza 723 K (450°C) [2]. Założone parametry technologiczne przedstawiono w tablicy 1.

Założone parametry technologiczne procesu rozpylania spoiw miękkich na urządzeniu prototypowym

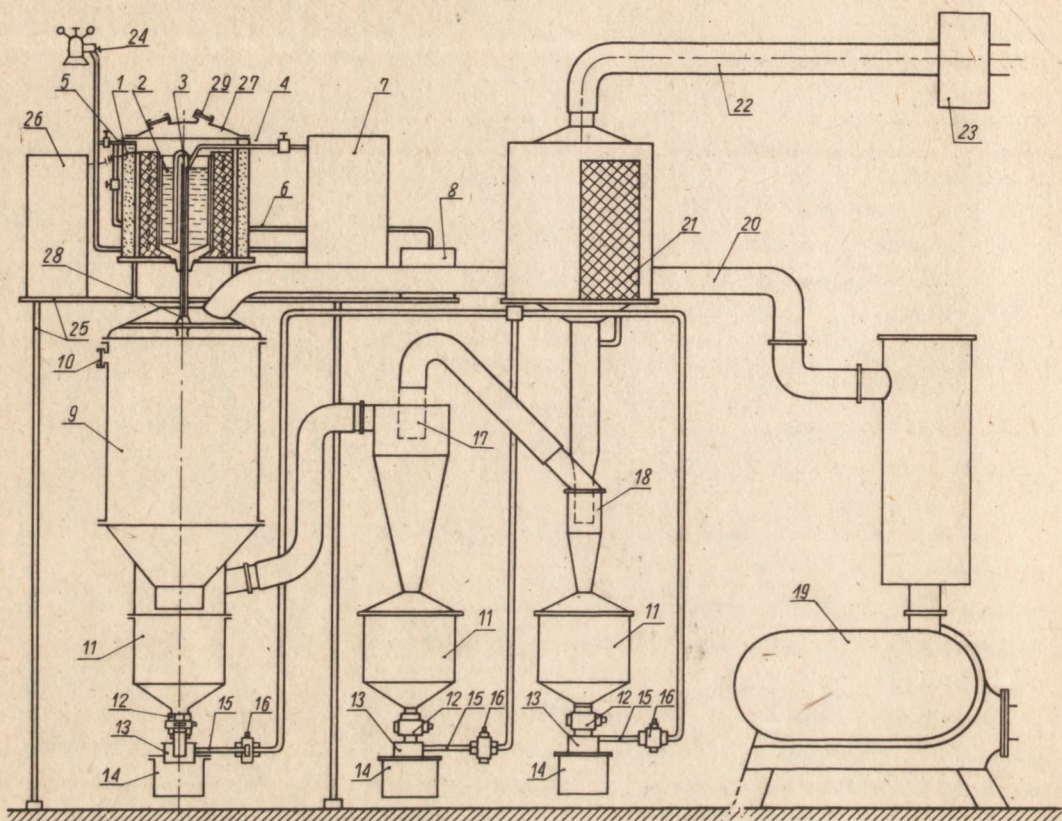
L. p.	Wskaźnik	Wartość
1	Wielkość ziarn	1 - 50 μm
2	Temperatura grzania stopu (max.)	1073 K (800°C)
3	Czas topienia max. wsadu (ok. 60 kg)	0,5 h
4	Atmosfera pieca	powietrze, N ₂ , Ar
5	Wydajność	10 ton/rok na 1 zmianę
6	Zawartość tlenu w proszku	max. 0,05%
7	Gaz rozpylający	N ₂ , Ar, powietrze

Do rozpylania postanowiono początkowo stosować argon. Późniejsze badania wykazały jednak, że bez szkody na jakości produktu może być używany do rozpylania azot, co znacznie obniża koszty wytwarzania proszku. Zgodnie z założeniami zaprojektowano i zbudowano prototypowe urządzenie, przedstawione na rysunku 1.

Urządzenie składa się z pieca elektrycznego (1) w którym znajduje się tygiel (2) wykonany ze stali nierdzewnej. W dnie tygla wbudowany jest układ dyszowy (28) którym dopływa ciekły stop i gaz rozpylający do komory rozpylania (9). Do jej górnej części doprowadzony jest gaz chłodzący z dmuchawy (19). Rozpylony metal gromadzi się w zbiorniku (11) komory rozpylania oraz w zbiornikach (11) podwieszonych pod cyklonami: stycznym (17) oraz osiowym (18). Za ostatnim cyklonem znajduje się specjalnie zaprojektowany i wykonany filtr dokładnego oczyszczania gazów odlotowych FP-TP1 (21). Gaz rozpylający przed doprowadzeniem do dyszy przewodem (4) podgrzewany jest w nagrzewnicy ciśnieniowej^x, celem utrzymania metalu w stanie ciekłym w układzie dyszowym. Doprowadzenie metalu z tygla do dyszy zapewnia układ syfonowy (3). W komorze pieca możliwe jest stosowanie nadciśnienia i podciśnienia. Włączanie i wyłączanie prądu pieca, dmuchawy oraz pompy próżniowej dokonywane jest z pulpitu sterowniczego na podeście.

Jednym z podstawowych zagadnień przy opracowaniu urządzenia do rozpylania był problem odpylania gazów odlotowych, odprowadzanych do atmosfery. Dopuszczalna zawartość pyłu w środowisku nie może przekraczać (NDS):

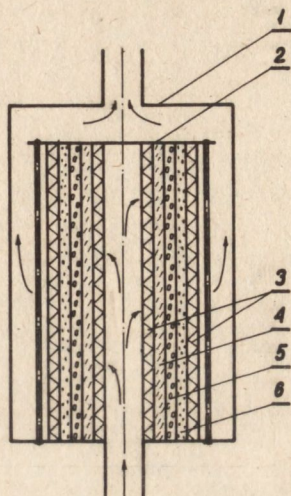
^x Nagrzewnica ciśnieniowa została skonstruowana przez zespół pod kierownictwem inż. T.Żero z zakładu Z-21 ITME.



Rys. 1. Schemat przemysłowego urządzenia do rozpylania metali i stopów niskotopliwych: 1 - komora grzewcza, 2 - tygiel, 3 - układ zasilający, 4 - przewód gazu rozpylającego, 5 - przewód gazu ciśnieniowego, 6 - przewód próżniowy, 7 - nagrzewnica gazu rozpylającego, 8 - pompa próżniowa, 9 - komora rozpylania, 10 - wżernik, 11 - pojemnik proszku, 12 - zawór odbieralnika, 13 - odbieralnik, 14 - zbiornik proszku, 15 - przewód odsysacza, 16 - zawór odsysacza, 17 - cyklon styczny, 18 - cyklon osiowy, 19 - dmuchawa, 20 - przewód gazu chłodzącego, 21 - filtr warstwowy, 22 - przewód gazów odlotowych, 23 - wentylator wyciągowy, 24 - układ zasilający gazu rozpylającego, 25 - konstrukcja nośna, 26 - zasilacz elektryczny, 27 - pokrywa komory grzewczej, 28 - dysza rozpylająca, 29 - wżernik.

dla ołowiu $0,05 \text{ mg/dm}^3$, dla cyny $5,00 \text{ mg/dm}^3$. Dla oczyszczania gazów opracowano i zastosowano skuteczny filtr^{xx}. Schemat zastosowanego filtra przedstawiono na rysunku 2. W wyniku przeprowadzonych badań uzyskano następujące dane działania filtru: skuteczność filtracji 100% dla ziaren powyżej $0,5 \mu\text{m}$,

^{xx} Konstrukcję filtru opracował zespół pod kierunkiem dr inż. T. Jaroszczyka z Instytutu Ochrony Pracy

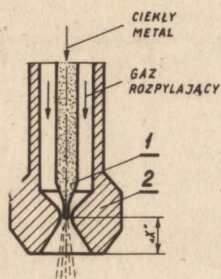


Rys. 2. Schemat filtru odpylającego: 1 - obudowa, 2 - płyta dociskowa, 3 - siatka mosiężna, 4 - włóknina puszysta, 5 - papier filtracyjny, 6 - włóknina gęsta.

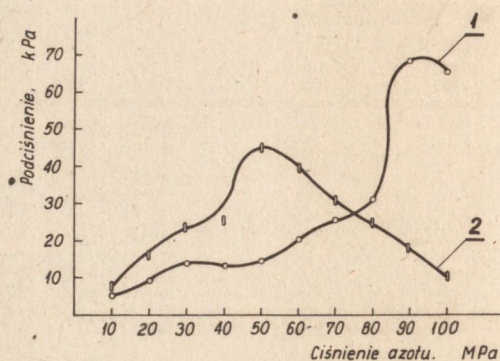
stężenie pyłu przed filtrem 244 mg/m^3 , stężenie pyłu Pb za filtrem $0,0059 \text{ mg/m}^3$
 stężenie względne ołowiu w stosunku do dopuszczalnego $q = \frac{0,0059}{0,05} = 0,117$,
 stężenie pyłu cyny za filtrem $0,0039 \text{ mg/dm}^3$, stężenie względne cyny w stosunku do dopuszczalnego $q = \frac{0,0039}{5} = 0,0008$. Zastosowany filtr całkowicie spełnił założenia.

3. BADANIA PRACY URZĄDZENIA PRZEMYSŁOWEGO

Na urządzeniu przemysłowym wykonano badania: podciśnienia w rurce doprowadzającej metal do dyszy w układzie rozpylającym, ziarnistości proszku, kształtu ziarn proszku, zawartości tlenu w proszku świeżo rozpylonym i porównano je z wynikami badań modelowych. Badania podciśnienia przeprowadzono mierząc podciśnienie w rurce doprowadzającej metal do dyszy zwężkowej wg schematu przedstawionego w poprzedniej pracy [1]. Dysza zwężkowa wykonana ze stali nierdzewnej, niezwilżalnej spoiwem, posiada rurkę doprowadzającą ciekły metal o średnicy wewnętrznej $\phi 4 \text{ mm}$ i zewnętrznej $\phi 5 \text{ mm}$, zwężającą się w obszarze zwężki do średnicy wewnętrznej $\phi 1,3 \text{ mm}$ i zewnętrznej $\phi 1,5 \text{ mm}$. Schemat dyszy przedstawiono na rysunku 3. Wyniki badania podciśnienia przedstawiono w tablicy 2 i na rysunku 4.



Rys. 3. Schemat dyszy zwężkowej stosowanej w urządzeniu przemysłowym: 1 - ciekły metal, 2 - gaz rozpylający.



Rys. 4. Zależność podciśnienia w rurce doprowadzającej metal od ciśnienia gazu rozpylającego przy wartości $x = 9,5$ mm: 1 - urządzenie laboratoryjne, 2 - urządzenie przemysłowe.

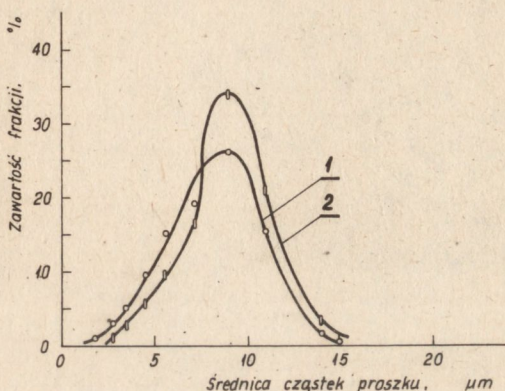
Tablica 2

Eżekcja dyszy zwężkowej w układzie urządzenia laboratoryjnego i przemysłowego

Wartość x mm	Ciśnienie azotu [MPa].										
	Podciśnienie [kPa]										
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
9,5	Urz. labor.	2,66	9,35	14,6	13,9	14,8	20,2	25,9	30,8	67,8	65,1
	Urz. produk.	7,98	15,9	25,0	25,5	46,5	40,1	31,9	25,3	17,9	10,6

W dyszy przemysłowej nastąpiło przesunięcie maksimum eżekcji w kierunku niższego ciśnienia gazu rozpylającego (50 MPa w porównaniu z 100 MPa w dyszy laboratoryjnej). Praca dyszy przemysłowej jest bardziej stabilna, a zużycie gazu rozpylającego niższe. Zmiana charakterystyki eżekcji dyszy przemysłowej wynika ze zmiany układu doprowadzenia metalu i gazu. W urządzeniu laboratoryjnym gaz dostarczany jest do dyszy bezpośrednio z nagrzewnicy spiralnej, co powoduje zaburzenia przepływu. Gaz do dyszy w urządzeniu przemysłowym dostarczany jest natomiast z ciśnieniowej nagrzewnicy komorowej, co likwiduje całkowicie zaburzenia przepływu.

Analizy ziarnistości proszków wykonano licznikiem Coultera typ TA-II produkcji USA. Wyniki w zestawieniu z danymi dotyczącymi proszku z urządzenia laboratoryjnego przedstawiono w tablicy 3 i na rysunku 5.



Rys. 5. Rozkład ziarnistości proszku otrzymanego przy ciśnieniu gazu rozpylającego (azotu) 60 MPa/6 atm.: 1 - urządzenie laboratoryjne, 2 - urządzenie przemysłowe.

Tablica

Wyniki analizy ziarnistości proszków

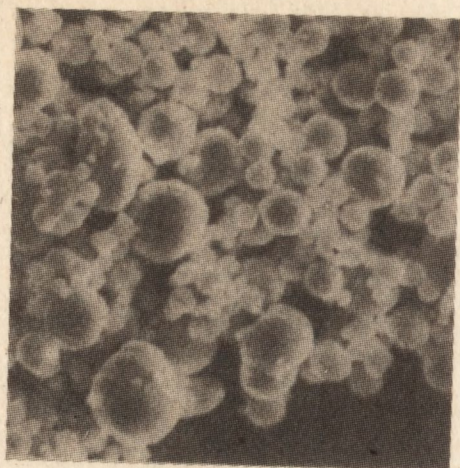
Proszek LC63	Zakres wielkości ziarn μm i % ziarn w przedziale										
	1,26 - 1,59	1,59 - 2,00	2,00 - 2,52	2,52 - 3,17	3,17 - 4,00	4,00 - 5,04	5,04 - 6,35	6,35 - 8,00	8,00 - 10,08	10,08 - 12,70	12,7 - 16,00
Laboratoryjny	0,7	1,0	1,6	3,9	5,3	9,8	16,7	17,6	26,1	15,1	1,6
Produkcyjny	1,0	0,4	0,8	1,3	2,9	6,0	11,0	17,2	34,2	21,9	3,6

Ziarnistość proszków w obu przypadkach jest porównywalna w granicach błędów pomiaru urządzenia ($\pm 6\%$). Mikrofotografię proszku spoiwa LC63 otrzymanego na urządzeniu przemysłowym przedstawiono na rysunku 6.

Zawartość tlenu w proszku uzyskany metodą laboratoryjną i przemysłową przedstawiono w tablicy 4. W każdym przypadku podano zawartość tlenu w stopie wyjściowym. Proszek uzyskany metodą laboratoryjną i przemysłową nie różni się zawartością tlenu.

4. OSIĄGNIĘTE WSKAŹNIKI TECHNICZNO-EKONOMICZNE

W okresie rocznej eksploatacji urządzenia wytworzono 5000 kg proszku, przeznaczonego do produkcji pasty lutowniczej LC63-ka-1 dla WZT. Uzyskane wskaźniki przedstawiono w tablicy 5.



Rys. 6. Mikrofotografia proszku spoiwa LC63 otrzymanego na urządzeniu produkcyjnym, pow. 1200x

Tablica 4

Zawartość tlenu w proszku laboratoryjnym i przemysłowym

Materiał		Zawartość tlenu % wag.
Laboratoryjny	stop LC63	0,001
	proszek świeży LC63	0,024
Przemysłowy	stop LC63	0,001
	proszek świeży LC63	0,025

Tablica 5

Osiągnięte wskaźniki techniczno-ekonomiczne rozpylania stopu LC63

L.p.	Wskaźnik	Jednostka	Wartość
1	Srednia masa wsadu na 1 rozpylanie	kg	51,6
2	Srednia wydajność dyszy	kg/min kg/min	1,04 0,96
	- brutto		
3	Zużycie gazu rozpylającego	m ³ /kg m ³ /kg	0,96 1,07
	- brutto		
4	Zużycie energii elektrycznej	kWh/kg	0,4
5	Uzysk proszku	%	89,7
6	Cena pasty	zł/kg zł/kg	475 675
	- krajowej		
	- importowanej		

5. WNIOSKI

Zaprojektowane w wyniku prac badawczych i wykonane urządzenie przemysłowe do rozpylania spoiw miękkich po rocznej eksploatacji wykazało pełną przydatność. Uzyskane wskaźniki techniczno-ekonomiczne i parametry proszku odpowiadają założeniom. Linia technologiczna wymaga poprawek, związanych z odbiorem proszku z pojemników urządzenia i jego transportem do magazynowania lub urządzenia do produkcji pasty (mieszalnika) w celu poprawienia warunków BHP w pomieszczeniu produkcyjnym proszku i pasty.

(Tekst dostarczono 25.IX.1981)

LITERATURA

1. Eziawa K., Bucholc W., Otrzymywanie drobnoziarnistych proszków spoiw miękkich metodą rozpylania ciekłego metalu, Materiały Elektroniczne, Nr 1/1980
2. Redomski T., Ciszewski A., Lutowanie, WNT Warszawa 1979, s.81