

Andrzej LEŚNIEWSKI, Teresa LUBAŃSKA, Henryk MROWIEC,
Marek SZYNKARCZUK.

ZAKŁAD MATERIAŁÓW MAGNETYCZNYCH "POLFER"

ul. Dzielna 60, 01-029 Warszawa

Wojciech SOCHACZEWSKI

CENTRUM NAUKOWO-PRODUKCYJNE MATERIAŁÓW ELEKTRONICZNYCH

ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

Rozpyłowe granulowanie mieszanin proszków wolframowych

1. WSTĘP

Formowanie elementów stykowych z mieszaniny proszków wolframu i trójtlenku wolframu z domieszkami modyfikatorów i aktywatorów wykonuje się metodą prasowania. Odbywa się to na wysokowydajnych automatach prasowniczych, gdzie czas zasypu proszku wolframowego do matrycy prasowniczej nie przekracza ułamka sekundy, a łączny czas cyklu prasowania kształtki /zasyp proszku, prasowanie, wypychanie i odbieranie kształtki/ ograniczony jest do niezbędnego minimum, np. 2 do 3 sekund. Natomiast w celu zagwarantowania jednorodności prasowanych kształtek oraz powtarzalnych własności zbioru elementów stykowych należy m.in. zapewnić duży współczynnik poślizgu proszku względem powierzchni matrycy, co w konsekwencji spowoduje również wolniejsze zużycie narzędzi formujących. Ponadto, w trakcie prasowania nie powinno występować oblepianie powierzchni stempli formujących przez proszek, ponieważ powoduje to powstawanie nierówności na powierzchni wyprasek. Wyprasowane kształtki muszą charakteryzować się także wystarczająco dużą gęstością i wytrzymałością mechaniczną, niezbędną w dalszych operacjach technologicznych przewidzianych dla tego typu elementów stykowych.

Powyższe wymagania stawiane proszkom do prasowania elementów stykowych powodują konieczność ich granulowania. Proszek może spełniać warunki niezbędnie dużej sypkości i podatności na sprasowanie, mieć duży współczynnik poślizgu i powtarzalną gęstość nasypową oraz charakteryzować się jednorodnością zawartości wilgoci, środków wiążących

i poślizgowych jeśli jest w postaci kulistych granulek o odpowiednio dobranych wielkościach.

Podczas opracowania technologii elementów stykowych z proszków wolframu w ITME prowadzono szereg różnych prób granulowania. Sprawdzo-
no możliwość przygotowania granulatu o odpowiednich własnościach pra-
sowniczych w granulatorach zetowych i talerzowych, metodą wstępnego
prasowania, rozdrabniania i rozsiewania na sitach oraz bębnowania i
obtaczania. Wszystkie wymienione tu metody nie spełniły zadawalająco
wymagań stawianych tego typu granulatomu. W związku z tym podjęto
próbę opracowania technologii rozpyłowego granulowania omawianych ma-
teriałów stykowych we współpracy z ZMM "Polfer", który dysponował nie-
zbędnym do wykonania takiej pracy wyposażeniem technologicznym i doś-
wiadczeniem specjalistów.

Niniejszy artykuł zawiera jedynie podstawowe informacje o przyję-
tym toku postępowania, o opracowanej technologii rozpyłowego granulo-
wania oraz o prasowaniu elementów stykowych z takiego granulatu.

2. DOBÓR SKŁADU LEJNEJ ZAWIESINY PROSZKU

Mieszanka proszków wolframu i trójtlenku wolframu z dodatkiem ak-
tywatorów i modyfikatorów charakteryzuje się tym, że jej składniki po-
siadają ciężary właściwe zróżnicowane. Utrudnia to otrzymanie z niej
jednorodnej zawiesiny wodnej niezbędnej do przeprowadzenia procesu
rozpyłowego granulowania. Należało więc tak podejść do zagadnienia,
żeby te niekorzystne wpływy ograniczyć. Przyjęto, że w tym celu nale-
ży zminimalizować ilość wody w zawieszynie, dobrać jakościowo i ilość-
ciowo zawartość organicznych plastyfikatorów oraz zagwarantować przy-
gotowanej zawieszynie ciągłość, odpowiednio intensywne mieszanie, tak
by zapobiec gwałtownej sedymentacji i rozfrakcjonowaniu się skład-
ników mieszaniny proszków.

Przy przygotowaniu lejnej zawiesiny wodnej badanych proszków wol-
framu o odpowiednich własnościach reologicznych oraz ze względu na
własności prasownicze granulatomu zastosowano dodatki organicznych
substancji powierzchniowo-czynnych, wiążących i poślizgowych. Wykaz
tych substancji podano w tab. 1. Wybór ich został dokonany w oparciu
o dane literaturowe [1-4] oraz o własne doświadczenia.

Do przygotowania lejnej zawiesiny stosowano wodę destylowaną.

Dobór odpowiedniego składu zawiesiny przeznaczonej do rozpyłowego
granulowania przeprowadzono na podstawie badań jej własności reologi-
cznych.

Generalnie polegało to na ocenie takich cech zawiesiny jak gęstość,
lejność, skłonność do sedymentacji i tiksotropii.

Gęstość zawiesiny określano ważąc jej próbki o znanej objętości.
Dla danego proszku jest tym korzystniej z punktu widzenia rozpyłowe-

90 granulowania im jest ta gęstość większa. Odzwierciedla ona głównie udział suchego proszku w zawieszynie, ale zależy również od ilości substancji o działaniu powierzchniowo-czynnym i ilości zaadsorbowanego powietrza w zawieszynie.

Tabela. 1. Wykaz stosowanych dodatków organicznych

Lp.	Rodzaj substancji	Nazwa handlowa	Producent	Główne działanie
1	Alkohol poliwinowy	AP-05	Japonia	wiążące
2	Metylo hydroksyetyloceluloza	Tyloza MH-300	RFN	wiążące
3	Glikol polietylenowy	Glik. Pol. 200	Polska	poślizgowe
4	Sole amonowe poli- merowego kwasu karboksylowego	Dispex A-40	RFN	powierzchniowo- czynne
5	Rozgałęziony olej metylosilikonowy zagęszczony krzemionką koloidalną	Silipian 2	Polska	pianogaszące

Lejność zawiesziny badano mierząc czas wypływu standardowej jej ilości z tzw. kubka Forda. Jest to metoda znormalizowana przez PN-81/C-81508 [5]. Rodzaj kubka Forda, jego pojemność oraz średnica otworu wypływowego zostały dobrane do przybliżonego zakresu lepkości kinematycznej badanych zawiesin tak, aby czas wypływu był większy od 20 s. Zmiany lejności zawiesziny o stałej koncentracji proszku były podstawą do oceny skuteczności działania badanego środka powierzchniowo-czynnego, oraz substancji wiążącej.

Skłonność do sedymentacji oceniono w ten sposób, że mierzono czas, po którym na dnie naczynia z zawiesziną utworzy się wyraźna warstwa osadu. Pomiar czasu rozpoczynano od momentu zaprzestania intensywne-
go mieszania zawiesziny. Przyjęto, że ten czas musi być dłuższy od 30 s.

Własności tiksotropowe zawiesziny oceniono mierząc zmiany jej lepkości, gdy zewnętrzne naprężenia działające na nią są zmniejszone /np. zaprzestanie mieszania, przemiału, wstrząsów itp./. Jeśli zawieszina wykazywała zjawisko tiksotropii, to jej lejność gwałtownie rosła. Objawiało się to charakterystycznym jej tężeniem tak, że z lejnej zawiesziny stawała się niemal ciałem stałym. Ponowne wstrząsy lub mieszanie przywracały jej stan lejny.

Ocenę zawiesin badanych proszków wolframu przeprowadzano obserwując powyższe zjawiska i starając się zachować stałość temperatury i pH, mających duży wpływ na właściwości reologiczne lejnej zawiesziny.

W trakcie prób laboratoryjnych sprawdzono własności wodnych zawiesin badanych mieszanin proszków wolframu z kilkoma zestawami plastyfikatorów. Kierowano się tu głównie możliwością uzyskania dobrych własności reologicznych takich zawiesin przy jak najmniejszej ilości wody. Zawiesina proszku przeznaczona do rozpyłowego granulowania musi bowiem spełniać dwa podstawowe warunki:

- po pierwsze - jej lejność musi być taka, aby umożliwiała przepompowywanie i rozpylanie jej w suszarce w strumieniu gorącego powietrza, a jednocześnie nie powinna zawierać zbędnej wody, którą należy odparować i która zwiększa skłonność zawiesiny do gwałtownej sedymentacji,
- po drugie - skład lejnej zawiesiny proszku musi zapewnić uzyskanie granulatu o korzystnych własnościach prasowalniczych.

W związku z tym dokonano w zakresie składu lejnej zawiesiny proszku doboru jakościowego i ilościowego w układzie: proszek, woda, organiczne plastyfikatory. Ustalono, że dobre własności posiada zawiesina zawierająca w swoim składzie:

proszek	- 79 - 80% wag.
wodę destylowaną	- 18 - 20% wag.
polialkohol winylowy	- 1,5% wag.
lub tylozę MH-300	- 0,3% wag.
silipian	- 0,005% wag.

Charakteryzuje się ona wystarczająco dobrą lejnością /ok. 80 s. ze standardowego kubka Forda/, bardzo powolną sedymentacją / >60 s/ i nie wykazuje zjawiska tiksotropii. Zawiesinę taką przygotowuje się z mieszaniny proszków W, WO₃ i Ag₂O dodając do nich roztwór wodny Ni/NO₃/₂ i odpowiednią ilość wody poprzez intensywne mieszanie przez 2 godziny w specjalnym pojemniku. Tak przygotowaną zawiesinę podawano do suszarki rozpyłowej ze zbiornika, w którym była ona w sposób ciągły mieszana tak, że cząsteczki proszku stale przemieszczały się w zawieszynie z dołu do góry i z góry na dół. Zapobiegało to skutecznie sedymentacji i frakcjonowaniu się proszków wolframu i trójtlenku wolframu.

3. DOBÓR WARUNKÓW ROZPYŁOWEGO GRANULOWANIA

Zastosowanie suszarki rozpyłowej umożliwia przeprowadzenie zawiesiny proszku w suchy, sypki, uformowany w kuliste granulki produkt w jednostopniowym procesie suszenia i granulowania. Zasadniczymi elementami procesu rozpyłowego suszenia są:

- rozpylenie zawiesiny,
- kontakt rozpylonej zawiesiny z czynnikiem suszącym,
- oddzielenie suchego granulatu od gazów.

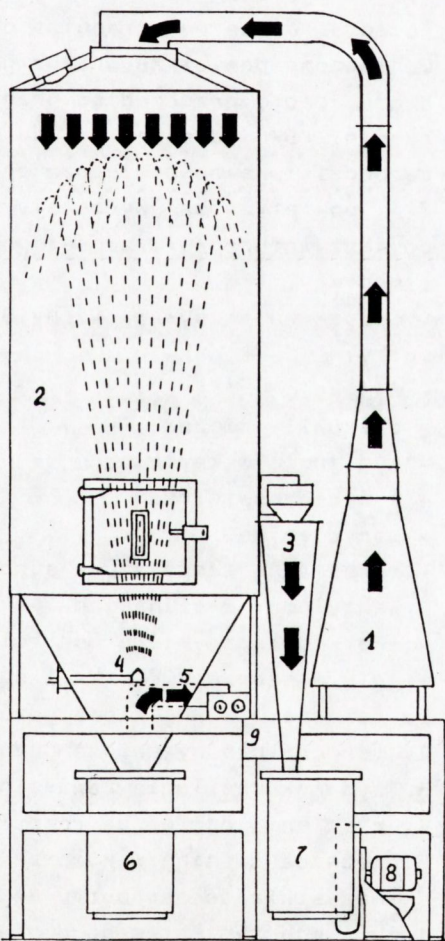
- Rozpylenie zawiesiny może być zrealizowane trzema sposobami:
- odśrodkowym, za pomocą wirującego koła, tarczy lub dysku [6],
 - mechanicznym, za pomocą dyszy ciśnieniowej [7],
 - pneumatycznym, za pomocą dyszy dwuprzepływowej.

Ten ostatni sposób rozpylania jest zastosowany w suszarce rozpyłowej firmy BOVEN typu BSL Nr 1, która była stosowana w niżej opisanych próbach.

Kontakt rozpyłowej zawiesiny z czynnikiem suszącym jest realizowany w komorach o dużej objętości. Jako czynnik suszący stosowane jest najczęściej gorące powietrze ogrzewane bezpośrednio gazem, olejem napędowym lub elektrycznie, bądź przeponowo za pomocą specjalnych nagrzewnic.

Oddzielenie suchego i sypkiego produktu od gazów suszących, odbywa się w odpylaczach różnego typu takich jak cyklony, filtry, skrubery itp.

Na rys. 1 przedstawiono schemat suszarki rozpyłowej firmy BOVEN



Rys. 1. Schemat laboratoryjnej suszarki rozpyłowej Boven Nr 1

typ BSL Nr 1 za pomocą której przeprowadzono próby granulowania proszków wolframu. Główne części suszarki to:

1. Wytwornica gorącego powietrza
2. Komora suszenia
3. Cyklon
4. Urządzenie rozpylające /dysza/
5. Kanały łączące
6. Zbiornik na granulát
7. Zbiornik na pył
8. Wentylator
9. Konstrukcja nośna

Powietrze po przejściu przez wytwornicę gorącego powietrza /1/ dostaje się do wierzchołka komory suszącej /2/ gdzie jest wprowadzane w ruch obrotowy przez układ łopatek. Ma to na celu zapewnienie należytego kontaktu pomiędzy gorącym powietrzem i kropelkami suszonej zawiesiny. Dysza /4/, która znajduje się na dole komory suszenia, rozpryskuje zawiesinę pionowo do góry przy pomocy sprężonego powietrza. Woda ulega odparowaniu i porywana jest przez powietrze, które zostaje ochłodzone. Wyszuszony granulát opada z komory suszenia do pojemnika /6/. Ochłodzone powietrze wraz z najdrobniejszymi cząsteczkami proszku opuszcza komorę przechodząc przez półkolisty przewód rurowy kanałami łączącymi /5/ i dostaje się do cyklonu /3/. W cyklonie porwane granulki są oddzielane od powietrza przez odwirowywanie i opadają do zbiornika /7/, powietrze zaś wydostaje się w górnej części cyklonu i przechodzi do wentylatora /8/, a następnie jest tłoczony do komina i uchodzi do atmosfery.

Suszarka rozpyłowa firmy BOVEN BSL Nr 1 posiada następujące parametry:

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| - wysokość | - 3 m |
| - całkowity ciężar | - 1200 kg |
| - wydajność maksymalna | - 5 kg/godz. |
| - zużycie powietrza | - 25 m ³ /godz. |
| - moc cieplna | - 58 000 kcal/godz. |
| - maksymalna temperatura suszenia | - 350 ^o C |
| - wentylator z silnikiem na | 380 V, 3,5 A lub 220 V, 6 A. |

Parametrami, które kontrolujemy podczas procesu suszenia rozpyłowego w suszarce BOVEN Nr 1 są:

1. temperatura wejściowa gazów /T_p/,
2. temperatura wyjściowa gazów /T_k/,
3. wydatek zasilania zawiesiny /W/,
4. ciśnienie powietrza rozpylające /P/,
5. różnica ciśnień w komorze i cyklonie /ΔP/.

Wszystkie te parametry mają wpływ na własności otrzymywanego granulatu i pod tym kątem są dobierane.

Temperatura gorącego powietrza na wejściu do komory suszenia $/T_p/$ jest dobierana w zależności od rodzaju suszonego materiału i ilości wody w suszonej zawieszynie. Większość materiałów ceramicznych może być suszona przy temperaturze $/T_p/$ dochodzącej nawet do 500°C . Jeśli zawieszyna proszku wymaga zwiększonej ilości wody dla zachowania dobrych własności lejnych, to temperatura gorącego powietrza suszącego również powinna być podwyższona.

W przypadku zawieszin proszku wolframu o zawartości wody około 20% suszonych w suszarce BOVENA o małej stosunkowo komorze suszenia i niewielkiej wydajności ustalono temperaturę gazów wejściowych na 300°C dobierając do niej pozostałe parametry. Oczywiście suszony materiał nie osiąga nigdy temperatury gazów wejściowych. Podczas suszenia rozpyłowego granulki są ochładzane przez odparowującą wodę, która ochładza również powietrze tak, że w momencie gdy produkt jest odbierany temperatura wyjściowa powietrza $/T_k/$ i granulek wynosi od 100 do 150°C . Czas przebywania materiału w komorze suszenia jest bardzo krótki i zwykle wynosi kilka sekund. Czynniki powyższe pozwalają na zastosowanie - tam, gdzie jest to konieczne ze względu na własności prasownicze granulatu - organicznych plastyfikatorów wrażliwych na działanie temperatury. Przy zastosowaniu stałej wielkości przepływu powietrza suszącego przez suszarkę rozpyłową, czyli stałej ΔP , różnica temperatur powietrza na wejściu $/T_p/$ i na wyjściu $/T_k/$ jest miarą ilości odparowywanej wody, a stąd miarą szybkości zasilania suszarki zawiesziną.

Jeżeli $/T_p/$ jest również stała, wówczas $/T_k/$ jest miarą szybkości zasilania suszarki zawiesziną i może być użyta do regulacji wydatku podawania przez pompę zawiesziny $/W/$ do suszarki rozpyłowej. Temperatura powietrza $/T_k/$ mierzona na wyjściu przez miernik służy do ustalania szybkości pracy pompy podającej zawieszinę do suszarki w ten sposób, aby zachować stałą temperaturę powietrza wylotowego, co rzutuje bezpośrednio na jakość uzyskiwanego granulatu, a szczególnie jego wilgotność. Wiadomo, że najkorzystniejsze własności ma granulaty zawierający około 0,5% H_2O , ponieważ charakteryzuje się dobrą sypkością i nie jest zbyt twardy. Ponadto zawarta w granulacie większa ilość wody może w trakcie automatycznego prasowania wyrobów utrudniać wydostanie się z prasowanego materiału zawartego w nim powietrza, a więc prowadzić do niejednorodności zagęszczania, dużych porów, pęknięć czy rozwarstwień. Wszystko to odbija się ujemnie na jednorodności i gęstości spieku a tym samym na użytkowych własnościach wyrobu. Na podstawie przeprowadzonych prób rozpyłowego granulowania badanych proszków w suszarce BOVENA w różnych warunkach ustalono, że wymaganą wilgotność granulatu uzyskuje się stosując na wyjściu suszarki temperaturę $T_k \geq 115^{\circ}\text{C}$.

Przykładowo, przy różnicy ciśnień w komorze i cyklonie $\Delta P = 100 \text{ mm H}_2\text{O}$, która określa ilość przepływającego powietrza przez suszarkę wymuszoną przez wentylator i ustalonej $T_p = 200^\circ\text{C}$ - regulowano szybkość pracy pompy podającej zawiesinę w ten sposób, aby temperatura powietrza wychodzącego z komory suszenia wynosiła $T_k = 130^\circ\text{C}$. Dla wyznaczonego w ten sposób wydatku zasilania zawiesiną $W = 4$ na skali pompy dobierano ilość powietrza rozpylającego mierzoną jego ciśnieniem $P = 0,8 \text{ bara}$, aby uzyskać poprawne rozpylenie, co obserwowano przez oszklony otwór w komorze suszarki. Przed pierwszą próbą i przy zmianach lepkości zawiesiny celowe jest dokonanie precyzyjnego doboru wydatku zasilania zawiesiną i ciśnienia powietrza rozpylającego. Stosunek między ilością zawiesiny podawanej przez pompę a ilością powietrza rozpylającego określa bowiem żądany kąt rozpylenia przy danej lepkości zawiesiny i żądaną średnią wielkość granulek, oraz to, czy ścianki lub górna pokrywa komory nie zostanie oblepiona albo suszarka zalana zawiesiną.

Większe natężenie przepływu zawiesiny przez dyszę przy wyższym ciśnieniu rozpylenia powoduje większy tor cząstek w komorze suszenia i może doprowadzić do powstania osadów na górnej pokrywie komory. Przy zbyt drobnych granulkach można osiągnąć pewne zwiększenie ich rozmiarów m.in. poprzez:

- zwiększenie zawartości suchego materiału w zawieszynie,
- zredukowanie ilości powietrza do dyszy,
- zwiększenie ciągu przepływu powietrza przez suszarkę, czyli zwiększenie różnicy ciśnień na komorze i cyklonie.

Wyniki prób ustalenia warunków rozpyłowego granulowania mieszaniny W i WO_3 w suszarce firmy BOVEN są następujące

1. temperatura wejściowa gazów $T_p = 280 - 300^\circ\text{C}$
2. temperatura wyjściowa gazów $T_k = 125 - 135^\circ\text{C}$
3. wydatek zasilania zawiesiną $W = 3 - 4$
4. ciśnienie powietrza rozpylającego $P = 0,7 - 0,8 \text{ bara}$
5. różnica ciśnień w komorze i cyklonie $\Delta P = 100 \text{ mm H}_2\text{O}$

Wydajność suszenia wynosi około 3 kg granulatu na godzinę. Przy granulowaniu uzyskiwano ok. 70% granulatu w stosunku do wyjściowej ilości proszku. Pozostała część proszku osiadająca na ścianach komory i cyklonu suszarki była ponownie przerabiana na granulatu.

4. WŁASNOŚCI OTRZYMANYCH GRANULATÓW

Ocenę otrzymanych granulatów przeprowadzono na podstawie oznaczenia:

- zawartości wilgoci,
- gęstości nasypowej bez usadu,
- składu granulometrycznego,

- sypkości,
- kształtu granulek,
- prasowania kształtek.

Zawartość wilgoci w granulacie oznaczono metodą wagową za pomocą wilgotnościomierza, susząc granulaty do stałej masy w temp. 105°C.

Gęstość nasypową bez usadu określano za pomocą wolumetru, poprzez ważenie luźno zasypanej standardowej objętości granulatu. Jest to metoda znormalizowana PN-80/C-4532 [8].

Skład granulometryczny określano metodą sitową z wykorzystaniem wytrząsarki wibracyjnej i przesiewacza Analysette 3 firmy Fritsh. Stosowano zestaw sit o boku oczka od 25 do 300 µm. Zawartość poszczególnych frakcji granulatu wyznaczano poprzez ich ważenie i obliczano ich udział procentowy.

Sypkość granulatu oznaczano na podstawie pomiaru kąta usypu. Metoda pomiaru kąta usypu polega na tym, że granulaty zasypywano do prostopadłościennego naczynia o wymiarach 140x110x20 mm wykonanego z pleksi-glasu. Następnie wyjmowano z niego ruchomą ściankę czołową /110x20 mm/ pozwalając na swobodne wysypywanie się granulatu. Na bocznej ścianie naczynia narysowana jest skala kątowna, co pozwala na określenie kąta nachylenia powierzchni powstałej po zsypaniu się części granulatu do podstawy naczynia. Im wartość kąta usypu jest mniejsza, tym sypkość danego proszku jest większa.

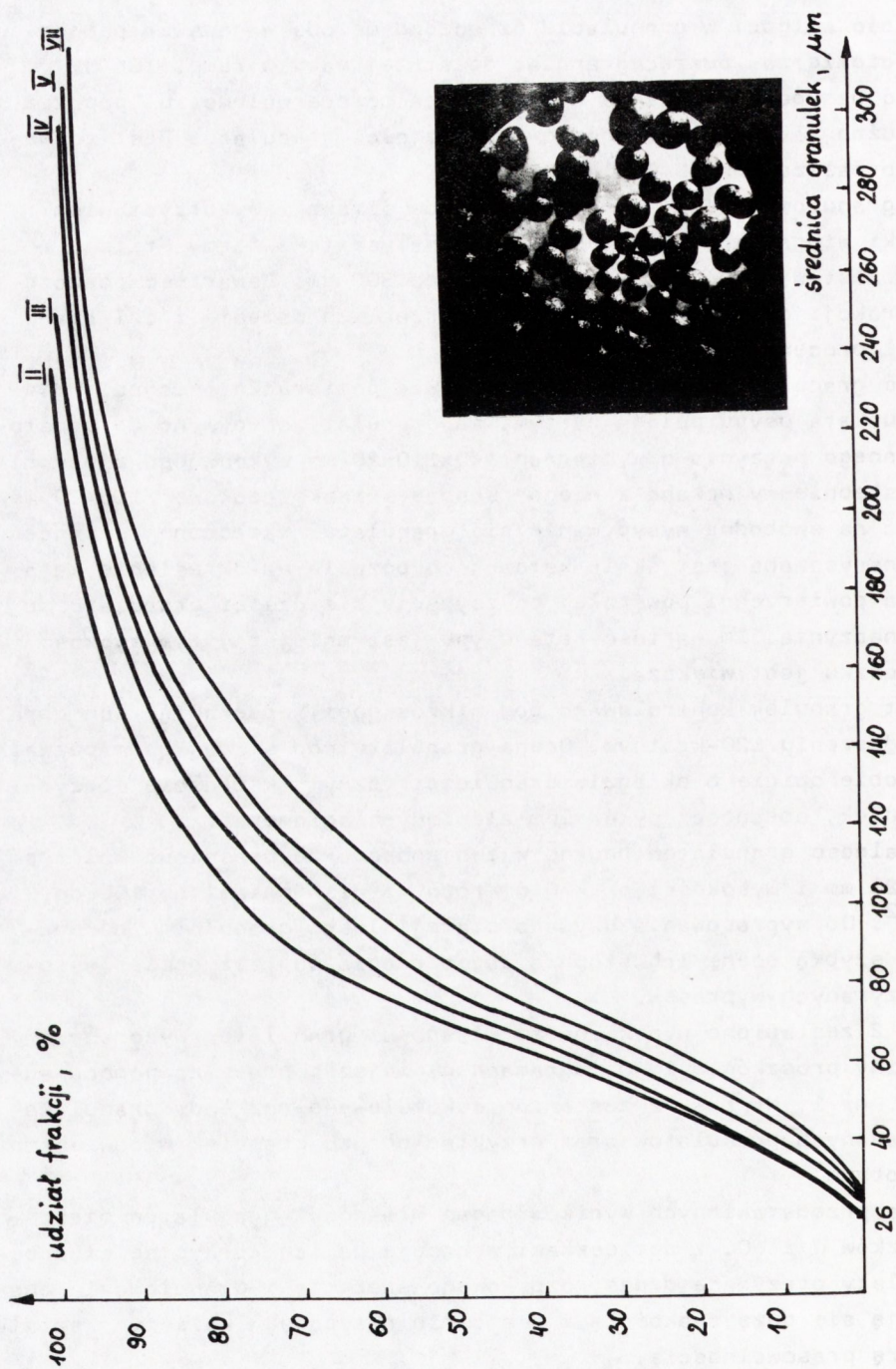
Kształt granulek kontrolowano pod mikroskopem, obserwując ich obraz przy powiększeniu 120-krotnym. Ocena granulatu pod mikroskopem pozwala wyrobić sobie opinię o składzie granulometrycznym, kształcie otrzymanych granulek, obecności pyłów lub zlepionych aglomeratów.

Prasowalność granulatów badano w ten sposób, że prasowano walce o średnicy 20 mm i wysokości ok. 10 mm różnymi ciśnieniami od 100 do 500 kg/cm². Do wyprasowania używano stałej ilości granulatu, co pozwalało na szybką ocenę ich stopnia zagęszczenia poprzez pomiar wysokości otrzymanych wyprasek.

W tab. 2 zestawiono wyniki badań własności granulatów wykonanych z mieszaniny proszków W i WO₃ w ramach niniejszej pracy za pomocą suszarki BSL nr 1. Na rys. 2 zestawiono skumulowane rozkłady granulometryczne badanych granulatów oraz przykład obrazu granulek w powiększeniu 50-krotnym.

Analiza przedstawionych wyników badań własności granulatów mieszaniny proszków W i WO₃ z domieszkami wskazuje na ich korzystne właściwości. Granulaty otrzymane drogą rozpyłowego suszenia i granulowania charakteryzują się dużą sypkością i gęstością nasypową, kulistym kształtem i dobrą prasowalnością.

Wszystkie granulaty wykonane w ramach prób rozpyłowego granulowania były wykorzystane do prasowania kształtek na styki. Prasowano 3



Rys. 2. Skumulowane rozkłady granulometryczne wykonanych w suszarce rozpyłowej BSL nr. 1 granulatów z mieszaniny W + WO_3 oraz przykład obrazu granulatu w powiększeniu 50x

Tabela 2. Zestawienie wyników badań własności granulatów wykonanych z W + WO₃ w suszarce rozpyłowej BSL nr 1

Numer partii granulatu	Wilgoć	Kąt usypu	Gęstość nasypowa	Obserwacje mikroskopowe granulatu	Prasowalność P kg/cm ⁴		
	% H ₂ O	stopnie	g/l		d _p 100	d _p 300	d _p 500
					g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³
I	1,7	45	2620	kulisty 20-350 μm	6,6	9,0	10,1
II	0,8	40	2710	kulisty 25-300 μm	6,5	8,9	10,0
III	0,5	35	2780	kulisty 30-300 μm	6,6	9,2	10,2
IV	0,2	33	2170	kulisty 20-300 μm	6,5	8,8	9,9
V	0,6	35	2790	kulisty 25-300 μm	6,7	9,2	10,2
VI	0,4	34	2450	kulisty 25-300 μm	6,5	9,1	9,9
VII	0,5	35	2680	kulisty 30-300 μm	6,5	9,1	10,0

typy wymiarowe kształtek za pomocą automatycznych pras firmy Stokes i Dorst. Łącznie wyprasowano ~2 000 000 szt, kształtek. Zostały one pozytywnie ocenione zarówno jako wypraski oraz jako końcowy wyrób, po dalszych operacjach procesu technologicznego.

Podczas prasowania kształtek zaobserwowano przyklepanie się granulatu do powierzchni czołowych stempli co znacznie utrudniało ten proces. Zjawisko to zostało usunięte poprzez wprowadzenie tzw. smarowania zewnętrznego granulek. Jako środek poślizgowy zastosowano pyłek kwiatowy widłaka /lycopodium/ w ilości 0,3% wag. Pyłki lycopodium mają kształt kulisty o średnicy nie przekraczającej 20 μm [9]. Powierzchnia pyłku jest gładka i sucha stąd sypkość mieszaniny granulatu - lycopodium jest duża, co pozwala na jednorodne i szybkie napełnienie matrycy prasowniczej. W trakcie prasowania tak przygotowanego granulatu zawarte we wnętrzu pyłków lycopodium lekkie olejki wydostają się na zewnątrz i smarują części prasujące form zapobiegając przed przyklepaniem się granulatu do stempli.

W czasie operacji spiekania tak wykonanych wyprasek olejki i resztki ziaren lycopodium zostają wypalone wraz z innymi związkami organicznymi wprowadzonymi do granulatu w celu nadania mu korzystnych własności prasowniczych.

5. PODSUMOWANIE

Opracowano technologię granulowania mieszaniny proszków W + WO₃ z domieszkami metodą rozpyłowego suszenia w suszarce BSL nr 1. Zbadano własności reologiczne wodnych zawiesin proszków wolframu. Dobrano warunki przygotowania i skład zawiesiny proszku przeznaczonej do rozpyłowego granulowania. Dokonano doboru warunków granulowania rozpyłowego zawiesin badanych proszków pod kątem jakości uzyskanego granulatu. Wyprasowano wiele tysięcy sztuk kształtek różnych typów przeznaczonych na styki do wyłączników. Jakość tych kształtek została oceniona pozytywnie. Wyprodukowane z granulatu nakładki stykowe uzyskały dobrą ocenę OBR "ORAM" Łódź.

LITERATURA

1. Gąsiorek S.: Ceramika, 40 Zeszyty naukowe AGH, Kraków 1979.
2. Gąsiorek S., Leśniewski A., Pawlica J.: Patent PRL Nr 75316, 1972.
3. Widaj J., Myszka S., Knypl M.: Patent PRL Nr 104826, 1977.
4. Tomaszewski H., Radziszewska-Kępa E., Jastrzębski W., Traczyk B.: Patent PRL Nr 118392, 1979.
5. Oznaczanie czasu wypływu wyrobów lakierowych i farb graficznych kulkami wpływowymi /lepkość umowna/. PN-81/C-81508.
6. Informator suszarek rozpyłowych typu SR, OBR Maszyn i Urządzeń Chemicznych "Metalchem", Toruń.
7. Katalogi suszarek rozpyłowych firm zagranicznych: Dorst - RFN, Niro-Atomizer - Dania, Anhydro - Dania, Boven - Francja /USA/, Steels - Anglia.
8. Oznaczanie gęstości nasypowej, PN-80/C-04532.
9. Mrowiec H., Gościmski J., Linowski S., Frender R.: Patent PRL Nr 109052, 1977.