

Bohdan MAKARY*

Alicja NOWAK**

PROPOZYCJA TECHNOLOGII OTRZYMYWANIA KAOLINÓW PAPIERNICZYCH

W pracy przedstawiono wyniki doświadczeń nad klasyfikacją zawiesiny kaolinowej w hydrocyklonach. Celem badań było uzyskanie koncentratu kaolinitowego o zawartości ziarn $< 10 \mu\text{m}$ minimum 95%. Wykazano, że produkt taki można otrzymać w prostym układzie technologicznym stosując hydrocyklony o prawidłowo dobranych parametrach konstrukcyjno - ruchowych.

Wprowadzenie

Jedynym w kraju producentem kaolinu wzbogaconego są Kopalnie Surowców Mineralnych "SURMIN" w Nowogrodźcu k/Bolesławca Śl. Poddaje się tu przeróbce surowiec eksploatowany ze złoża piasków kaolinitowych Maria III. Technologia przeróbki polega na rozszlamowaniu kaolinu, wstępnej klasyfikacji w klasyfikatorach spiralnych i jednostopniowej klasyfikacji w hydrocyklonach o średnicy 80 mm. Po operacjach zagęszczania, filtracji i suszenia otrzymuje się koncentraty kaolinowe o uziarnieniu 0 - 63 μm (kaoliny KOC i KOG dla przemysłu ceramicznego i gumowego).

Liczne badania składu mineralnego surowca ze złoża Maria III oraz własności technologicznych produktu wzbogacania wykazują, że nie można z tego złoża uzyskać kaolinu, który zaspokoiłby w pełni wymagania stawiane kaolinom ceramicznym, głównie z uwagi na zbyt niską wytrzymałość na zginanie. Zaletą kaolinu otrzymywanego z piasków kaolinitowych jest natomiast stosunkowo dobra białość w stanie surowym związana z niską zawartością tlenków żelaza. Kaolin szlamowany nadaje się więc w większym stopniu do wytwarzania kaolinów papierniczych niż ceramicznych. Przema-

* Instytut Przeróbki i Wykorzystania Surowców Mineralnych - Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica, 30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30.

wia za tym również znaczny udział blaszkowatych, regularnych ziarn kaolinitu w klasach ziarnowych drobniejszych od 5 μm . Zwiększając w koncentracji zawartość frakcji drobnoziarnistych o ziarnach mniejszych od 5 μm można z surowca Maria III otrzymać kaoliny papiernicze powłokowe.

Aby jednak uzyskać tak drobno uziarnione koncentraty konieczne jest zwiększenie ilości stopni klasyfikacji, która w tym przypadku stanowi równocześnie operację wzbogacania.

Podjęto więc badania, których celem było otrzymanie produktu końcowego zawierającego minimum 95% ziarn o wielkości $< 10 \mu\text{m}$ przy zastosowaniu możliwie prostego układu technologicznego. Założono, że pierwszy stopień klasyfikacji odśrodkowej prowadzony będzie w hydrocyklonach o średnicy części cylindrycznej 80 mm wytwarzanych w KSM SURMIN.

1. Sposób wykonywania badań

Nadawę do procesu rozdziału w hydrocyklonach stanowiła dostarczona przez KSM SURMIN zawiesina kaolinowa po klasyfikacji wstępnej w płuczkach spiralnych typu Bawaria i Exelsior, o uziarnieniu fazy stałej 0 - 100 μm . Zawiesina została kontrolnie dodatkowo przesiana przez sito o otworach 200 μm . Zagęszczenie masowe nadawy wynosiło ~ 20% i wynikało z wcześniej prowadzonych operacji technologicznych.

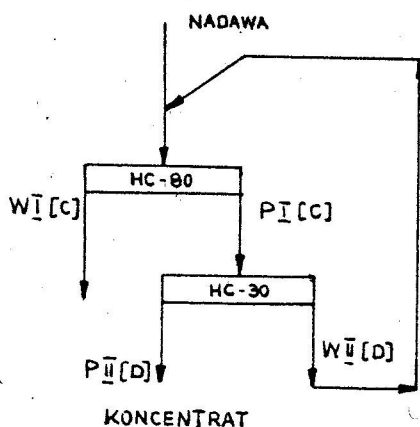
Wykonano dwadzieścia doświadczeń nad dwustopniową i trójstopniową klasyfikacją zawiesiny kaolinowej w hydrocyklonach. Nadawę do kolejnego stopnia klasyfikacji był przelew stopnia poprzedniego. W pierwszym stopniu rozdziału stosowano hydrocyklon ϕ 80 mm, drugi stopień realizowany był przy użyciu hydrocyklonów ϕ 80 lub 30 mm, trzeci wyłącznie w hydrocyklonach o średnicy 30 mm.

Biorąc pod uwagę fakt, że ilość stopni klasyfikacji koniecznych do otrzymania produktu finalnego o żądanym uziarnieniu, zależy będzie od prawidłowego doboru parametrów ruchowych i konstrukcyjnych hydrocyklonów, doświadczenia prowadzono przy różnych średnicach dysz wylewowych (8, 10, 12, 14 mm dla HC-80; 3, 4, 5, 7, 8 mm dla HC-30), a dla HC-30 również przy różnych proporcjach $\frac{d_w}{d_p}$. Na podstawie wcześniejszego rozeznania za optymalne ciśnienie wlotowe do hydrocyklonu przyjęto dla HC-80 - 200 kPa, dla HC-30 - 400 kPa.

Wyniki tych doświadczeń potwierdziły zgodne z teorią przewidywania dotyczące wpływu zastosowanej średnicy dyszy wylewowej hydrocyklonu na wielkość otrzymywanego ziarna podziałowego. Wykazały także, że koncentrat kaolinowy o wymaganym uziarnieniu można uzyskać w dwustopniowym układzie klasyfikacji. W pierwszym stopniu rozdziału, stosując małą średnicę dyszy wylewowej hydrocyklonu otrzymuje się grubo uziarniony wylew, który może być kierowany do dopłukiwania w klasyfikatorze Exelsior w celu

uniknięcia strat ziarn najdrobniejszych. Wylew drugiego stopnia klasyfikacji może być zawracany do nadawy hydrocyklonów. Winien jednak w takim przypadku charakteryzować się składem ziarnowym zbliżonym do uziarnienia nadawy. Przelew drugiego stopnia jest końcowym produktem klasyfikacji zawiesiny kaolinowej.

Proces dwustopniowego rozdziału kaolinu - z zawrotem wylewu stopnia drugiego do nadawy hydrocyklonów - z uwagi na istniejące w IPIWSM AGH warunki techniczne prowadzono w kilku etapach. Schemat technologiczny przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Schemat technologiczny procesu klasyfikacji zawiesiny kaolinowej

Fig. 1. Technological scheme of classification of the kaolin suspension

Etap A obejmował rozdział w HC-80 zgromadzonej w głównym zbiorniku instalacji hydrocyklonów części nadawy na dwa produkty - przelew P_A kierowany do zbiornika bocznego oraz wylew W_A (odpady).

W etapie B - drugi stopień klasyfikacji - przelew stopnia pierwszego (P_A) rozdzielany był w HC-30 na przelew stopnia drugiego P_B i wylew W_B .

Etap C obejmował klasyfikację w HC-80 pozostałej części nadawy połączonej z wyliczoną z poprzednich doświadczeń na podstawie bilansu przepływu odpowiednią ilością wylewu W_B . Otrzymano przelew P_C i wylew W_C (odpady).

Etap D to drugi stopień klasyfikacji z zawrotem wylewu. Rozdziałowi w HC-30 poddawany jest tu przelew P_C .

Opisany wyżej sposób wykonywania badań symuluje jedynie proces przemysłowy, w którym wylew drugiego stopnia klasyfikacji doprowadzany jest do nadawy w sposób ciągły, aż do ustalenia się stanu równowagi. Pozwala jednak na kontrolowanie przebiegu poszczególnych etapów procesu rozdziału i ocenę własności otrzymywanych produktów.

2. Wyniki doświadczeń

W czasie trwania procesu klasyfikacji pobierano próbki produktów rozdziału, które posłużyły do wyznaczenia:

- wskaźników technologicznych procesu klasyfikacji,
- składów ziarnowych produktów klasyfikacji.

Analizy granulometryczne wykonywano w pipetach Andreasena według ogólnie obowiązujących norm.

Na rysunkach 2 i 3 podano przykładowo wyniki jednego z doświadczeń nad dwustopniowym rozdziałem zawiesiny kaolinowej z zawrotem wylewu drugiego stopnia klasyfikacji do nadawy hydrocyklonu ϕ 80 (rys. 2 - etap C, rys. 3 - etap D). Przyjęto tu następujące oznaczenia:

wyznaczniki n , p , w - odpowiednio nadawa, przelew, wylew,

Q_z - masowe natężenie przepływu zawiesiny [$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$],

Q_s - wydatek przepływu fazy stałej [$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$],

ϕ_z - masowy wychód zawiesiny [%],

ϕ_s - wychód fazy stałej [%],

α - masowa zawartość fazy stałej.

W tabeli 1 zestawiono wartości ziarn podziałowych i wartości uzysków klasy $< 10 \mu\text{m}$ dla kolejnych etapów opisanego doświadczenia

Tabela 1

Etap	A	B	C	D
$d_{50} \quad [\mu\text{m}]$	16,4	7,0	22,2	2,8
E_{-10}	95,57	75,77	97,23	56,70

Analiza wyników przedstawionych na rysunkach 2 i 3 wykazuje, że przy zastosowaniu w drugim stopniu klasyfikacji hydrocyklonów o małych średnicach (ϕ 30 mm) można w przelewie uzyskać bardzo drobno uziarniony produkt o wymaganej zawartości klasy $< 10 \mu\text{m}$. Należy jednak zauważyć, że przy ciągłym zawrocie wylewu drugiego stopnia rozdziału do nadawy hydrocyklonu ϕ 80 mm ulegną pogorszeniu warunki klasyfikacji (obniżenie zawartości klas drobnych w nadawie). Celowe stałe się więc zastosowanie w drugim stopniu rozdziału hydrocyklonu ϕ 30 mm o większej średnicy dyszy wylewowej.

F A D A W A

Q =6099,92 kg/h zn		Skład ziarnowy
Q =1256,30 kg/h sn		63 μm = 74,89 %
α = 20,60 %		40 μm = 62,25 %
n		30 μm = 58,05 %
		20 μm = 38,57 %
		10 μm = 25,97 %
		5 μm = 20,50 %
		2 μm = 11,33 %
	V	
H Y D R O C Y K L O N		
WYLEW C	D = 80,0 mm, Dw = 8,0 mm, P = 220 kPa	PRZELEW C
Skład ziarn.		
α = 64,66 %	63μm = 37,82 %	Skład ziarn.
w	40μm = 22,25 %	63μm = 99,87 %
Q =914,21kg/h	30μm = 12,78 %	40μm = 93,96 %
zw	20μm = 7,25 %	30μm = 88,29 %
Q =591,16kg/h	10μm = 1,78 %	20μm = 79,85 %
sw	5μm = 0,74 %	10μm = 55,50 %
	2μm = 0,25 %	5μm = 35,05 %
		2μm = 26,93 %
γ = 14,99 %		α = 12,83 %
zw		p
γ = 47,06 %		Q =5185,71kg/h
sw		zp
		Q =665,14 kg/h
		sp
		γ = 85,01 %
		zp
		γ = 52,94 %
		sp
	V	V

Rys. 2. Wyniki procesu klasyfikacji - etap C
Fig. 2. Results of classification process - stage C

F A D A W A

Q = 9788,83 kg/h		Skład ziarnowy
zn		
Q = 1201,77 kg/h		63 μm = 99,87 %
sn		40 μm = 93,96 %
α = 12,27 %		30 μm = 88,29 %
z		20 μm = 79,85 %
		10 μm = 55,50 %
		5 μm = 35,05 %
		2 μm = 26,93 %
	V	
WYLEW D	d = 6 HYDROCYKLON / 10 / p D = 30,0 mm, Dw = 5,0 mm, P = 400 kPa	PRZELEW D

Rys. 3. Wyniki procesu klasyfikacji - etap D.
Fig. 3. Results of classification process - stage D

3. Uwagi końcowe

1) Produkt w którym zawartość klasy poniżej 10 μm wynosi min. 95% można uzyskać stosując dwustopniowy układ klasyfikacji w hydrocyklonach z zawrotem wylewu drugiego stopnia rozdziału do nadawy. Wylew I stopnia stanowią grubo uziarnione odpady, a produktem końcowym o wymaganej ziarnistości jest przelew II stopnia klasyfikacji.

2) Białość kaolinu w wyniku procesu klasyfikacji - zmiany składu ziarnowego - wzrasta z ok. 69 - 70% do ok. 74 - 75%.

3) Do I stopnia rozdziału zastosowano hydrocyklon o średnicy 80 mm wytwarzany w KSM "SURMIN" (gumowany) o następujących parametrach:

$d_o = 6 \times 18 \text{ mm}$, $d_p = 18 \text{ mm}$, $l_p = 42 \text{ mm}$, $d_w = 8 \text{ mm}$, ciśnienie wlotowe $p_o = 200 \text{ kPa}$.

II stopień klasyfikacji przeprowadzono w hydrocyklonie o średnicy części cylindrycznej 30 mm o parametrach: $\varphi = 10^\circ$, $d_o \approx 4,2 \text{ mm}$, $d_p = 6 \text{ mm}$, $l_p = 13 \text{ mm}$, $d_w = 4 - 5 \text{ mm}$, ciśnienie wlotowe $p = 400 \text{ kPa}$.

4) Decyzja o zastosowaniu odpowiedniej wielkości dyszy wylewowej II stopnia rozdziału musi zapaść po próbach technologicznych układu klasyfikacji. Jej wielkość może być też zależna od zmiennego składu ziarnowego nadawy. Prowadzone badania symulacyjne układów z zawrotami na stacji badawczej hydrocyklonów nie są wykonywane z zawrotem ciągłym - polegają na tworzeniu nowej nadawy z udziałem odpowiedniej ilości wylewu II stopnia zależnej od jego wydajności i wydajności HC I stopnia. Z tych też powodów konieczna jest regulacja całego układu w warunkach ruchu ciągłego węzła klasyfikacji.

5) Podane parametry ilościowe są wystarczające do zaprojektowania układu klasyfikacji. Ilość HC w I i II stopniu zależna będzie od założonej całkowitej wydajności zakładu z odpowiednią rezerwą na wyłączenie awaryjne HC.

6) Istotnym elementem dla bezawaryjnej pracy węzła klasyfikacji (zatykanie dysz HC) powinno być sito kontrolne 0,2 (0,3) mm zainstalowane przed hydrocyklonem I stopnia rozdziału.

Abstract

Makary B., Nowak A., A technology of production of paper kaolins., Physicochemical Problems of Mineral Processing., 21; (polish text) 37-44.

Results of experiments are presented on classification of kaolin suspension in hydrocyclones. The purpose of investigations was to obtain the kaolin concentrate containing minimum 95% of grain sizes $<10\mu\text{m}$. It

was proven that such product can be obtained in a simple technological scheme using hydrocyclones with well chosen constructional and operational parameters.

СОДЕРЖАНИЕ

Б.Макары, А.Новак, 1989. Предложение технологии получения бумажных каолинов. Физикохимические вопросы обогащения, 21; 37-44.

В работе представлены результаты исследований над классификацией каолиновой суспензии в гидрокаолинах. Целью исследований было получение каолинового концентрата с содержанием минимум 95% зерен $< 10 \mu m$. Обнаружено, что такой продукт можно получить в простой технологической системе употребляя гидроциклоны с правильно подобранными конструкционно-движущими параметрами.