

Ewa ABGAROWICZ  
Janusz BRZĘCZKOWSKI  
Zbigniew POLESINSKI  
Instytut Szkła i Ceramiki  
Warszawa

## KLASYFIKACJA HYDRAULICZNA KAOLINÓW POWŁOKOWYCH

Przemysł papierniczy będący największym odbiorcą kaolinów zużywa do produkcji papieru dwa typy tego surowca:

- do wypełniania masy papierowej
- do powlekania papieru.

Kaoliny te stosowane w różnych procesach technologicznych różnią się też znacznie wartościami podstawowych parametrów. Kaoliny do wypełniania są dozowane do masy papierowej bezpośrednio przed maszyną w ilości od kilku do kilkunastu procent. Maksymalne wypełnienie dochodzi do 20% w niektórych papierach ilustracyjnych. Kaoliny te zawierając od 30 do 60% klasy poniżej 0,002 mm, a ich białosc waha się od 76 do 82%. Kaoliny do powlekania stanowią podstawowy składnik tzw. "farby", którą nakłada się w specjalnych powlekarkach na papier stanowiący półfabrykat. Powlekanie stosuje się dla nadania papierom gładkości, połysku, białości oraz dla lepszego przyjmowania farby drukarskiej. Stosuje się też powlekanie cienkich papierów dla maszyn rotacyjnych dla oszczędności bardzo drogiej celulozy, gdyż zawierają one do 40% kaolinu powłokowego (papiery LWC - light weight coating).

Ze względu na przeznaczenie oraz proces nakładania kaoliny do powlekania muszą zapewniać określone wymagania w zakresie uziarnienia, białości i lepkości zawiesin o dużych koncentracjach.

W krajach o zaawansowanej technice poligraficznej i dostatecznej bazie surowcowej jak np. w USA przemysł papierniczy zmierza do powlekania 30% całej masy kaolinów papierniczych. Prognozy zużycia kaolinów

powłokowych w Polsce wahają się od 15 do 45 tys. Mg/rok przy tym ta ostatnia liczba byłaby odpowiednikiem aktualnego stanu w USA.

Obecnie zużywa się około 3000 Mg/rok kaolinów importowanych. Dotychczas w Polsce nie produkuje się kaolinów powłokowych. Wynika to z zacofania przemysłu surowcowego oraz papierniczego. Narastające potrzeby planowanego rozwoju bazy surowcowej spowodowały podjęcie prac badawczych nad możliwością uzyskania kaolinów powłokowych ze złóż krajowych.

Prace nad otrzymywaniem kaolinów powłokowych prowadzone były w latach 1971 - 1975 w Polsce przez Instytut Szkła i Ceramiki w Warszawie i Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie oraz przez firmę Venot-Pic (Francja), Netsch i Dorst (RFN).

Analizując wymagania przemysłu papierniczego oraz właściwości kaolinów uznanych za wzorcowe jak np. SpS f-my English China Clays uznano, że parametrami krytycznymi są uziarnienie i białość, oraz dodatkowo lepkość zawieszin o dużych stężeniach. W zakresie uziarnienia jednoznacznie ustalona jest graniczna zawartość frakcji poniżej 0,002 mm na poziomie 80%, oraz praktycznie zerowa zawartość frakcji powyżej 0,010 mm. W zakresie białości wymagania są bardziej zróżnicowane, tak jak nie zawsze jednoznacznie jest ten parametr określony.

W tabeli 1 zestawiono podstawowe wymagania dla kaolinów powłokowych wg norm, postulatów Instytutu Celulozowo-Papierniczego (ICP) parametrów kaolinów wzorcowych SpS Dinkle A. i wymagań amerykańskich.

W literaturze można spotkać ogólne opisy procesu produkcji kaolinów powłokowych [1].

Przystępując do badań nad uzyskaniem kaolinów powłokowych prace skoncentrowano na dwóch złożach: jednym złożem kaolinów wtórnych oznaczony jako "złożo A" oraz nad złożem kaolinów wtórnych oznaczonych "złożem M".

Prace nad technologią dla "złoża M" zakończono projektem technologii w skali przemysłowej, natomiast prace dla "złoża A" nie przeszły poza badania ćwierćtechniczne.

Wobec powyższego niniejszy referat poświęcono wyłącznie danym uzyskanym w trakcie badań surowca ze "złoża M".

Prace prowadzone przez ISiC obejmowały zarówno procesy klasyfikacji jak i wybielania. W niniejszym opracowaniu omówione są dokładniej badania nad wydzieleniem produktu o odpowiednim uziarnieniu. Obejmowały one klasyfikację ziarnową przy zastosowaniu następujących urządzeń:

1. Separator o działaniu okresowym.
2. Klasyfikator hydrauliczny o działaniu ciągłym.
3. Wirówka separacyjna o działaniu ciągłym firmy Dynacone typ 612.

T a b e l a 1

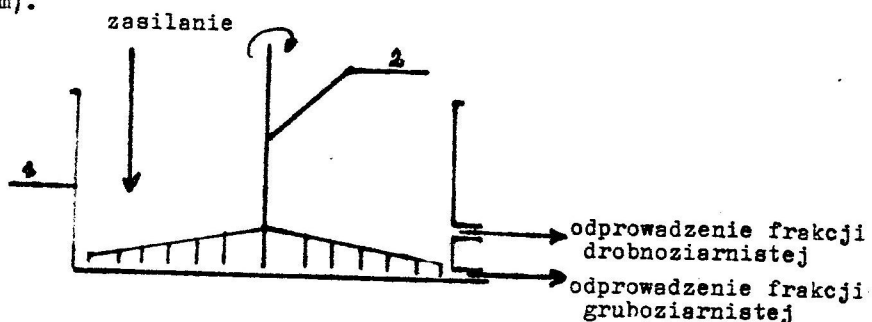
Zestawienie wymagań dla kaolinów powłokowych

| Lp. | Parametr                 | Kaoliny English China Clay |          | Kaoliny "Amazon" |      | Wymagania amerykańskie |                | Wymagania wg TCL 95-15 |      | Wymagania wg BN klasyfikacja |         | Postulaty ICP |
|-----|--------------------------|----------------------------|----------|------------------|------|------------------------|----------------|------------------------|------|------------------------------|---------|---------------|
|     |                          | SpS                        | Dinkle A | 83               | 90   | wysok. jakości         | średn. jakości | S86                    | S80  | Spec. A                      | Spec. B |               |
| 1.  | Białość %                | 86                         | 88,5     | 88               | 90   | 89                     | 86             | 86                     | 80   | 86                           | 83      | 88            |
| 2.  | Uziarnienie %            |                            |          |                  |      |                        |                |                        |      |                              |         |               |
|     | Odsiew na sicie 0,063 mm | -                          | -        | -                | -    | -                      | -              | 0,01                   | 0,02 | 0,01                         | 0,01    | max 0,01      |
|     | Odsiew na sicie 0,045 mm | 0,1                        | 0,05     | 0,03             | 0,03 | 0,005                  | 0,01           | 0                      | 0    | 0,01                         | 2,0     | -             |
|     | Powyżej 0,010 mm         | 0,2                        | 0,7      | -                | -    | 0,01                   | 0,1            | 0,5                    | 1,0  | -                            | -       | max 5,0       |
|     | od 0,010 do 0,005 mm     | -                          | -        | -                | -    | -                      | -              | 15,5                   | 20   | -                            | -       | 5 - 10        |
|     | od 0,005 do 0,002 mm     | -                          | -        | -                | -    | -                      | -              | 84                     | 80   | 80                           | 80      | min. 80       |
|     | poniżej 0,002 mm         | 90                         | 80       | 90               | 93   | 92                     | 80             |                        |      |                              |         |               |

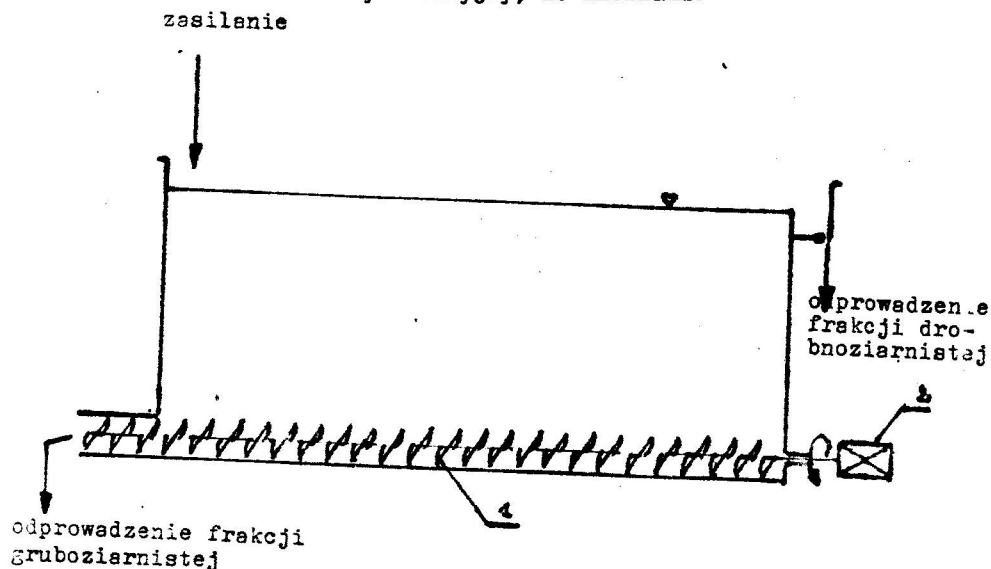
4. Wirówka separacyjna o działaniu ciągłym firmy Alfa Laval typ Decanter NX 314-B-31.

Ze względu na brak możliwości zastosowania wirówek separacyjnych w początkowej fazie badań oraz na trudności ich sprowadzenia pierwsze prace nad uzyskaniem kaolinu o odpowiednim uziarnieniu przeprowadzono na urządzeniach prototypowych zaprojektowanych i wykonanych w ISiC.

Zasadę działania separatora o działaniu okresowym przedstawiono na rys. 1, a klasyfikatorów hydraulicznych na rys. 2. Wiadomo było, że urządzenia tego typu charakteryzują się niską wydajnością, tym niemniej umożliwiały one uzyskanie odpowiedniej ilości drobnoziarnistego kaolinu do dalszych badań (wybielanie i próby przydatności w przemyśle papierniczym).



Rys. 1. Schemat separatora o działaniu okresowym  
1. zbiornik sedymantacyjny; 2. mieszadło



Rys. 2. Schemat klasyfikatora hydraulicznego o działaniu ciągłym  
1. ślimak; 2. napęd ślimaka

Separator działa na zasadzie sedymentacji swobodnej. Nadawę stanowi 20% zawiesina kaolinu szlamowego o uziarnieniu poniżej 0,015 mm z dodatkiem dyspergatora chemicznego. Po określonym czasie sedymentacji odprowadza się zawiesinę kaolinu drobnoziarnistego a następnie usuwa się wysedymentowany osad kaolinu gruboziarnistego. Rozmiary urządzenia średnica 1,5 m, powierzchnia separacji 1,8 m<sup>2</sup>. Wydajność urządzenia ok. 8,5 kg/m<sup>2</sup> godz w przeliczeniu na suchą masę kaolinu drobnoziarnistego.

Skład ziarnowy uzyskiwanego produktu podano w tabeli 2.

T a b e l a 2

Skład ziarnowy uzyskanych kaolinów drobnoziarnistych

| Urządzenie klasy, | Separator okresowy | Klasyfikator hydrauliczny o działaniu ciągłym |
|-------------------|--------------------|-----------------------------------------------|
| Fr. > 10 μm       | 3,0%               | 1,3                                           |
| fr. < 5 μm        | 96,0               | 97,0                                          |
| fr. < 2 μm        | 80,0               | 79,8                                          |

Istotnym mankamentem separatora o działaniu okresowym jest to, że przy odprowadzaniu zawiesiny kaolinu drobnoziarnistego z dna separatora porywane są ziarna grubsze co powoduje niedopuszczalną zawartość frakcji powyżej 0,010 mm.

Klasyfikator hydrauliczny o działaniu ciągłym rys. 2 podobnie jak wyżej omówione urządzenie zasila się zdyspergowaną środkami chemicznymi 20% zawiesiną kaolinu szlamowego. Zawiesinę kaolinu drobnoziarnistego odprowadza się przelewem a osad kaolinu gruboziarnistego jest usuwany z dna urządzenia przy pomocy ślimaka. Wymiary urządzenia: długość 5 m, długość krawędzi przelewu 2 m, powierzchnia separacji 10 m<sup>2</sup>, objętość ok. 10 m<sup>3</sup>. Wydajność ok. 12 kg/godz m<sup>2</sup> kaolinu drobnoziarnistego. Skład ziarnowy uzyskanego produktu podano w tabeli 2.

Zaletami tego urządzenia w stosunku do poprzednio omówionego są przede wszystkim ciągłość pracy i możliwość regulacji składu ziarnowego produktu poprzez regulację szybkości zasilania. W trakcie produkcji doświadczalnej, w której wyprodukowano ok. 15 ton kaolinu powłokowego, uzyskiwano produkt o zawartości frakcji poniżej 0,002 mm od 70 do 87%. Oczywiście zwiększenie zawartości tej frakcji w przelewie powoduje zmniejszenie wydajności urządzenia. Podana wyżej wydajność odnosi się do produktu o zawartości frakcji poniżej 0,002 mm równej 80%. Wadą omawianego klasyfikatora hydraulicznego jest duża bezwładność wynikająca

z wymiarów i w związku z tym trudności jego regulacji.

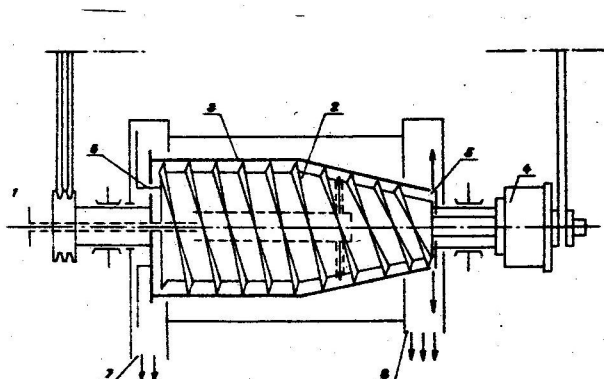
W obu wyżej omówionych urządzeniach napotkano na duże trudności z odprowadzaniem osadzonego na dnie kaolinu gruboziarnistego. Ze względu na konieczność uzyskania bardzo drobnych frakcji co jest procesem długotrwałym, konieczne jest trwałe zdyspergowanie zawiesiny przy użyciu środków chemicznych. Powstający w tych warunkach osad kaolinu gruboziarnistego jest bardzo zbity i ma silne własności tiksotropowe.

Powoduje to z jednej strony trudności w odprowadzaniu tego osadu z urządzenia, z drugiej zaś strony w razie awarii i nieciągłości pracy grozi zamuleniem rurociągów.

Ze względu na wymienione wyżej trudności oraz małą wydajność urządzeń zastosowanie ich w zakładzie przemysłowym jest niekorzystne.

Badania przy użyciu wirówki separacyjnej o działaniu ciągłym typ Dynacone 612 prowadzone były w szerokim zakresie. Miały one na celu z jednej strony ustalenie parametrów pracy wirówki gwarantujących uzyskanie kaolinu o odpowiednim uziarnieniu, z drugiej zaś strony przebadanie wpływu zmiennych parametrów nadawy na wirówkę oraz parametrów ruchowych urządzenia na skład ziarnowy produktu klasyfikacji.

Zasadę działania wirówki ilustruje rys. 3. Nadawę czyli zawiesinę kaolinu szlamowego wprowadza się otworem /1/ poprzez drążony wał ślimaka /2/ do bębna /3/. Ślimak dzięki przekładni planetarnej /4/ na zapew-



Rys. 3. Schemat wirówki separacyjnej o działaniu ciągłym firmy Dynacone typ 612

- 1 - doprowadzenie nadawy
- 2 - ślimak
- 3 - bęben wirówki
- 4 - przekładnia planetarna
- 5 - otwór wylotowy
- 6 - otwór przelewowy
- 7 - odprowadzenie przelewu
- 8 - odprowadzenie wylotu

nione obroty różne od obrotów bębna. Różnica obrotów między bębnem a ślimakiem tzw. obroty różnicowe ślimaka mogą być regulowane skokowo (50, 73 i 110) poprzez zmianę kół pasowych na silniku pomocniczym i wale przekładni planetarnej.

Osadzająca się na bębnie frakcja gruboziarnista jest przesuwana przy pomocy ślimaka w kierunku mniejszej średnicy bębna i wyprowadzona z bębna przez otwór /5/. Zawieszona frakcja drobnoziarnistej jest odprowadzana z bębna przez otwory /6/ w płycie czołowej wirówki. Rozmieszczenie tych otworów pozwala na regulowanie grubości warstwy wirującej tzw. spiętrzenia. Frakcja drobnoziarnista jest odprowadzana z wirówki otworem /7/ a gruboziarnista otworem /8/. Obroty bębna wirówki są stałe i wynoszą ok. 5000 obr/min.

W przeprowadzonych badaniach pracę wirówki oceniono wg następujących kryteriów:

1) zawartość frakcji poniżej 0,002 mm w tzw. przelewie (czyli frakcji drobnoziarnistej),

2) wychód przelewu,

3) uzysk frakcji poniżej 0,002 mm w przelewie.

Istotny wpływ na klasyfikację w wirówce mają własności nadawy tzn. stężenie i sposób dyspergowania.

Poniżej zestawiono wyniki dwóch serii doświadczeń (tab. 3, 3a).

T a b e l a 3

Klasyfikacja w wirówce Dynacone 612, seria I

| Numer doświadczenia<br>Parametr                  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Stężenie nadawy %                                | 30,0 | 24,5 | 19,0 | 18,7 | 16,0 |
| Zawartość frakcji<br>ok. 2 $\mu$ m w nadawie %   | 54,3 | 57,7 | 56,9 | 53,5 | 56,5 |
| Zawartość frakcji<br>ok. 2 $\mu$ m w przelewie % | 72,6 | 76,4 | 81,1 | 85,1 | 83,7 |
| Wychód przelewu %                                | 64,5 | 59,2 | 57,6 | 56,8 | 45,4 |
| Uzysk fr. ok. 2 $\mu$ m                          | 86,2 | 78,5 | 82,2 | 80,7 | 67,2 |

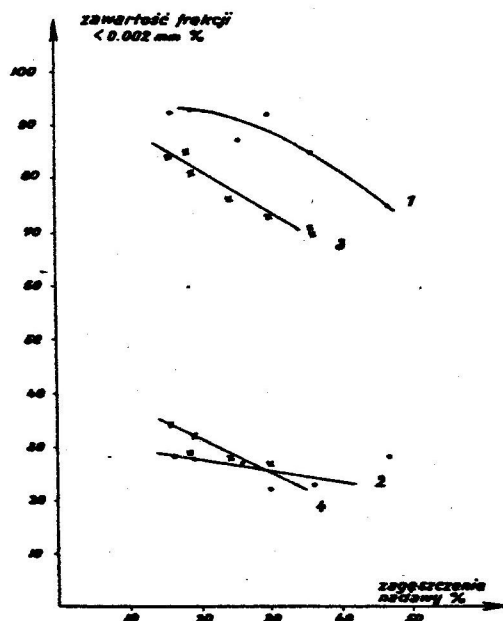
T a b e l a 3a

Klasyfikacja w wirówce Dynacone 612, seria II

| Numer doświadczenia<br>Parametr                  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|--------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Zagęszczenie nadawy %                            | 47,0 | 36,0 | 30,0 | 26,0 | 19,2 | 16,5 |
| Zawartość frakcji<br>ok. 2 $\mu$ m w nadawie %   | 59,6 | 50,6 | 56,7 | 51,6 | 49,7 | 57,0 |
| Zawartość frakcji<br>ok. 2 $\mu$ m w przelewie % | 74,4 | 84,7 | 92,2 | 86,7 | 92,8 | 92,1 |
| Wychód przelewu %                                | 61,3 | 55,2 | 50,4 | 53,1 | 49,9 | 50,2 |
| Uzysk fr. ok. 2 $\mu$ m                          | 76,5 | 92,6 | 82,0 | 89,3 | 93,1 | 81,0 |

W serii pierwszej nadawa była dyspergowana mechanicznie, w serii drugiej z dodatkiem środków chemicznych. Parametry ruchowe wirówki w obu seriach doświadczeń były identyczne.

Zawartość frakcji poniżej 0,002 mm w przelewie w funkcji stężenia nadawy przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Zawartość fr. 0,002 mm w przelewie i wylewie w zależności od stężenia nadawy na wirówkę.

krzywa 1 - przelew - dyspergowanie środkami chemicznymi  
 krzywa 2 - wylew - dyspergowanie środkami chemicznymi  
 krzywa 3 - przelew - dyspergowanie mechaniczne  
 krzywa 4 - wylew - dyspergowanie mechaniczne



Z przedstawionych wyników doświadczeń wypływają następujące wnioski:

- 1) przy użyciu wirówki separacyjnej można otrzymać kaolin o wymaganym uziarnieniu. Istnieje również możliwość uzyskania produktu o znacznie wyższej zawartości frakcji poniżej 0,002 mm,
- 2) produkt wymaganej zawartości frakcji poniżej 0,002 mm (min.80%) można uzyskać z zawiesin dyspergowanych mechanicznie przy zagęszczeniach nadawy do 20%, a przy dyspergowaniu z dodatkiem środków chemicznych przy zagęszczeniu nadawy do 40%,
- 3) wychody przelewu maleją ze wzrostem zawartości frakcji poniżej 0,002 mm wartości wychodów przekraczających 50%,
- 4) wprowadzenie chemicznego środka dyspergującego umożliwia pracę przy wyższych stężeniach nadawy i powoduje wzrost uzysku frakcji poniżej 0,002 mm w przelewie.

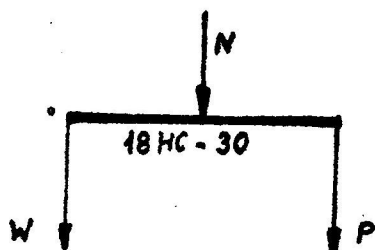
Wydajność wirówki typ 612 Dynacone przy stężeniu nadawy 20% wynosi ok. 250 kg/godz. Wirówka typ 612 jest modelem przeznaczonym do badań laboratoryjnych.

Przeprowadzona w listopadzie 1976 roku próba separacji kaolinu powłokowego na wirówce przemysłowej firmy Alfa Laval typu Decanter NX 314-B-31 w Oddziale Doświadczalnym VEB Silikatrohstoff Kombinat Kemmlitz (NRD) dała bardzo zbliżone rezultaty. Przy różnych kombinacjach szybkości zasilania i stężenia nadawy uzyskano kaolin o wymaganej zawartości frakcji poniżej 0,002 mm. W tabeli 4 zestawiono dla porównania wyniki pomiarów uziarnień kaolinów powłokowych uzyskanych różnymi metodami.

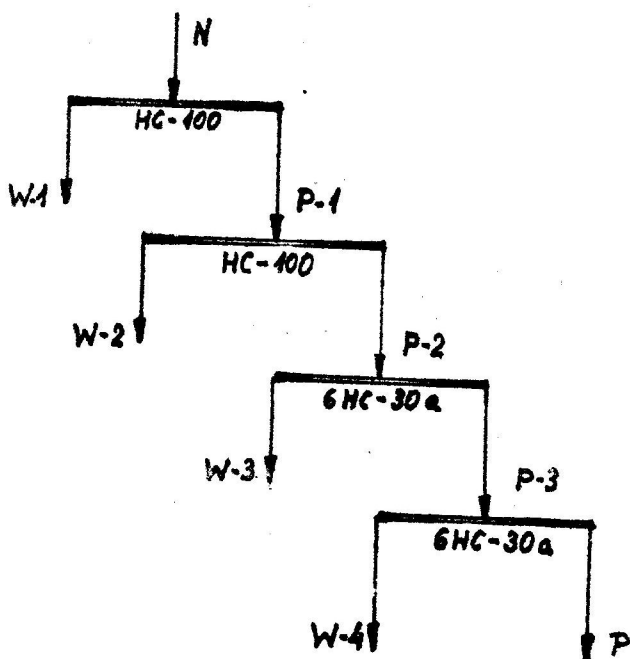
T a b e l a 4

| Numer próby<br>Fracja $\mu\text{m}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| frakcja < 63                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 99,9 | 99,9 | 99,9 | 99,9 | 99,8 |
| frakcja < 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 99,1 | 98,5 | 99,5 | 97,9 | 99,7 |
| frakcja < 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 98,7 | 98,2 | 99,0 | 97,6 | 99,5 |
| frakcja < 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 97,0 | 94,5 | 98,3 | 95,7 | 98,5 |
| frakcja < 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 79,8 | 80,3 | 80,2 | 77,8 | 81,4 |
| Próba 1 Klasyfikator hydrauliczny ciągły.<br>Próba 2 Wirówka Dynacone 612 stężenie nadawy 20% bez dodatku środków dyspergujących.<br>Próba 3 Wirówka Alfa <sub>3</sub> Laval stężenie nadawy 18,2% zasilanie 6 m <sup>3</sup> /godz.<br>Próba 4 Wirówka Alfa <sub>3</sub> Laval stężenie nadawy 16,3% zasilanie 8 m <sup>3</sup> /godz.<br>Próba 5 Wirówka Alfa <sub>3</sub> Laval stężenie nadawy 13,1% zasilanie 8 m <sup>3</sup> /godz. |      |      |      |      |      |

W Instytucie Przeróbki i Wykorzystania Surowców Mineralnych AGH przeprowadzono badania nad klasyfikacją kaolinu powłokowego przy użyciu hydrocyklonów. W próbach zastosowano hydrocyklony  $\varnothing$  100 mm, multihydrocyklony  $\varnothing$  30 mm oraz multihydrocyklony rotodynamiczne  $\varnothing$  30 mm. Badania prowadzono wg schematów przedstawionych na rys. 5 i 6.



Rys. 5. Schemat klasyfikacji na hydrocyklonach w I serii doświadczeń.



Rys. 6. Schemat klasyfikacji na hydrocyklonach w II serii doświadczeń  
N - nadawa  
P - przelew  
W - wylew

W I serii badań zastosowano jednostopniową klasyfikację na multihydrocyklonie 18HC-30 mm i multihydrocyklonie rotodynamicznym 18HC-30 mm.

W drugiej serii badań przeprowadzono czterostopniową klasyfikację - pierwszy i drugi stopień na HC-100, trzeci i czwarty stopień na multihydrocyklonie 6HC-30 mm. Przebadano ponadto wpływ ciśnienia wlotowego na hydrocyklony na wyniki klasyfikacji.

## Klasyfikacja hydrauliczna kaolinów...

We wszystkich próbach nadawę stanowiła zawiesina kaolinu szlamowego = produktu klasyfikacji na dwóch stopniach HC-80 mm. W pierwszej serii doświadczeń maksymalną zawartość frakcji poniżej 0,002 mm wynoszącą 77,4% uzyskano przy klasyfikacji na multihydrocyklonie rotodynamicznym przy ciśnieniu 1,5 atm.

Po czterech stopniach klasyfikacji w serii II uzyskano zawartość frakcji poniżej 0,002 mm równą 75,6%. Niektóre spośród uzyskanych wyników zestawiono w tabeli 5.

T a b e l a 5

Klasyfikacja w hydrocyklonach

|                                                 | Seria I | Seria II |        |        |        |
|-------------------------------------------------|---------|----------|--------|--------|--------|
| Stopień klasyfikacji                            | I       | I        | II     | III    | IV     |
| Rodzaj hydrocyklonu                             | 18HC-30 | HC-100   | HC-100 | 6HC-30 | 6HC-30 |
| Stężenie nadawy %                               | 4,8     | 10,4     | 9,4    | 9,1    | 7,2    |
| Zawartość fr. < 2 $\mu$ m w nadawie %           | 61,2    | 56,6     | 58,9   | 68,4   | 74,6   |
| Zawartość fr. < 2 $\mu$ m w przelewie %         | 73,5    | 58,9     | 68,4   | 74,6   | 75,6   |
| Wychód przelewu %                               | 76,5    | 81,5     | 87,0   | 64,6   | 79,1   |
| Uzysk fr. < 2 $\mu$ m %                         | 91,9    | 84,8     | 101,3  | 70,4   | 80,2   |
| Wychód przelewu po ostatnim st. klasyfik.       |         |          |        |        | 36,3   |
| Uzysk fr. < 2 $\mu$ m po ostatnim st. klasyfik. |         |          |        |        | 48,9   |

W tabeli 6 podano skład ziarnowy produktu czterostopniowej klasyfikacji oraz produktu klasyfikacji jednostopniowej na multihydrocyklonie rotodynamicznym.

W oparciu o przedstawione wyniki można stwierdzić, że zastosowane w próbach hydrocyklony nie gwarantują uzyskania kaolinu o odpowiednim uziarnieniu. Uzyskane produkty charakteryzują się zbyt niską zawartością frakcji poniżej 0,002 mm i zbyt wysoką zawartością frakcji powyżej 0,010 mm nawet przy czterostopniowej klasyfikacji na hydrocyklonach.

W roku 1973 i 1974 zlecono badania nad uzyskaniem kaolinów do powlekania trzem firmom zagranicznym: Venot-Pic, Dorst i Netzsch. Pierwsze dwie firmy przeprowadziły próby klasyfikacji w wirówkach, a trzecia w hydrocyklonach  $\varnothing$  20 mm i  $\varnothing$  10 mm. Uzyskano potwierdzenie możli-

T a b e l a 6

Skład ziarnowy produktów klasyfikacji na hydrocyklonach

|                            | Próba I | Próba II |
|----------------------------|---------|----------|
| Ilość stopni klasyfikacji  | I       | IV       |
| Zawartość frakcji %        |         |          |
| frakcja $< 45 \mu\text{m}$ | 99,3    | 95,5     |
| frakcja $< 30$             | 98,9    | 93,7     |
| frakcja $< 10$             | 98,1    | 93,7     |
| frakcja $< 8$              | 97,9    | 93,4     |
| frakcja $< 6$              | 94,4    | 92,8     |
| frakcja $< 3$              | 80,5    | 84,5     |
| frakcja $< 2$              | 77,4    | 75,6     |

wości uzyskania odpowiedniego uziarnienia z surowca ze złoża "M". Według zgodnego zalecenia wszystkich wyżej wymienionych firm do klasyfikacji przemysłowej zalecono wirówki płaszczone ze ślimakiem (różnych firm).

#### Wnioski

1. W wyniku przeprowadzonych badań i analiz stwierdzono konieczność stosowania do produkcji kaolinów powłokowych, wirówek płaszczone ze ślimakiem.

2. Z surowca ze złoża "M" można uzyskać kaolin powłokowy o wymaganym uziarnieniu, przy czym wymagana jest dla wirówki nadawa o zawartości powyżej 50% ziarn poniżej 0,002 mm.

3. W przypadku stosowania środków dyspergujących można znacznie podwyższyć wydajność wirówek, jednakże należy przy tym uwzględnić wpływ tych środków na wszystkie pozostałe operacje w procesie produkcyjnym.

#### LITERATURA

- 1 WARD A.S.: China Clay Processing, Filtration and Separation, June 1971.

- 2 Brazilian kaolin aims at world paper markets, Industrial Minerals VIII 1976.
- 3 KOWALSKA J., ABGAROWICZ E., PONINSKA E.: Opracowanie technologii produkcji kaolinu powłokowego. Sprawozdanie COBR PC "Poltecer" 1972, niepublikowane.
- 4 ABGAROWICZ E., CHRUSTOWSKA T., PONINSKA E.: Produkcja doświadczalna kaolinu FPP i optymalizacja dawkowania odczynników. Sprawozdanie COBR PC "Poltecer" 1974, niepublikowana.
5. Praca zbiorowa: Optymalizacja technologii uszlachetniania dla Zakładu Przeróbczego Nr 3. Sprawozdanie ISiC 1975, niepublikowane.
- 6 BRZĘCZKOWSKI J.: Wyniki badań separacji kaolinu powłokowego w Oddziale Doświadczalnym VEB Silikatrohstoff Kombinat Kemmlitz. Sprawozdanie ISiC 1977, niepublikowane.
- 7 MAKARY B., NOWAK A., CIESLIK W.: Klasyfikacja zawiesin kaolinowych w hydrocyklonach. Sprawozdanie IP1WSM AGH 1974, niepublikowane.