

Zbigniew Tajchman*

WPŁYW ZMIENNYCH FIZYKO-CHEMICZNYCH PARAMETRÓW ŚRODOWISKA NA AGREGACJĘ ZIARN DROBNYCH W PROCESIE KLASYFIKACJI**

Przeprowadzone rozważania teoretyczne i analiza wyników wykonanych doświadczeń pozwalają na sformułowanie następujących wniosków dotyczących wpływu zmiennych parametrów fizyko-chemicznych, na proces klasyfikacji przepływowej ziarn bardzo drobnych.

Proces rozdziału materiałów modelowych prowadzono w klasyfikatorze pionowo-prądowym (elutriatorze), którego komora robocza składa się z dwóch części: cylindrycznej i stożkowej.

Obie części oddziela ruszt o okrągłych otworach o średnicy 50 mm. Część cylindryczna stanowiła obszar klasyfikacji cząstek, natomiast w części stożkowej następuje odbiór cząstek, które stanowią produkt wylewowy klasyfikacji. Produkt przelewowy odbierany jest poprzez rynnę umieszczoną na górnym końcu obszaru klasyfikacji.

Całe stanowisko badawcze umieszczono w płaszczu, który połączono z ultra-termostatem, co zapewniało stabilizację i regulację temperatury. Stabilizację szybkości wypływu wody zapewniono poprzez typowy układ ciśnieniowy butli Mariotta.

Woda destylowana, która stanowiła ośrodek klasyfikujący dostarczana była z hermetycznie zamkniętej butli, a ubytek wody z butli był na skutek wytworzonego podciśnienia uzupełniany poprzez przewód połączony z drugiej otwartej butli.

Prędkość strumienia wznoszącego kontrolowana rotametrem regulowano poprzez wysokość słupa wody w butli i zestawu kapilar.

Wszystkie doświadczenia klasyfikacji badanych materiałów w klasyfikatorze pionowo-prądowym przeprowadzono w identyczny sposób.

* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

** Artykuł został opracowany w wyniku realizacji pracy statutowej AGH nr 11.11.100.276

Wstępnie przez dwie godziny ustalano i stabilizowano warunki prowadzenia procesu. Wartości pH środowiska stabilizował roztwór cieczy wypływającej z butli Mariotta. Prędkość liniowa strumienia wznoszącego ustalano dla poszczególnych materiałów tak by odpowiadała ona prędkości opadania swobodnego ziarna danego materiału o wielkości $d = 8 \cdot 10^{-6}$ m. W trakcie prowadzenia doświadczeń na bieżąco sprawdzano prędkość ruchu wznoszącego przez wskazania rotametry.

Otrzymane produkty zagęszczano, a następnie suszono w temperaturze 105°C ważono i określano skład ziarnowy metodą zliczania ziarn o danych rozmiarach pod mikroskopem. Podczas jednej analizy zliczano ok. 1500 ziarn, przyjmując sześć klas ziarnowych: 0÷2 µm, 2÷4 µm, 4÷8 µm, 8÷16 µm, 16÷30 µm, 30÷40 µm.

TABELA 1

Zależności standaryzowanej wartości strat w wylewie klasy 0+2 µm od zmiennych parametrów T i pH ($\Theta = 0,204\%$)

pH \ T, [°C]	20	30	40	50
2	0,6480	0,6993	0,7668	1,0000
4	0,1601	0,3515	0,3881	0,5059
6	0,0318	0,1259	0,1482	0,2527
8	0,0128	0,0461	0,0793	0,1967
0	0,0000	0,0627	0,0817	0,1601
12	0,0600	0,1121	0,1292	0,2513

TABELA 2

Zależność standaryzowanych wartości strat w wylewie klasy 2+4 µm od zmiennych parametrów T i pH ($\Theta = 0,204\%$)

pH \ T, [°C]	20	30	40	50
2	0,4759	0,6989	0,7871	1,0000
4	0,2193	0,3000	0,3765	0,6262
6	0,0758	0,1621	0,2127	0,4001
8	0,0398	0,1047	0,1459	0,2636
0	0,0000	0,0431	0,1455	0,2189
12	0,0818	0,1912	0,2139	0,2713

TABELA 3

Zależność standaryzowanych wartości strat w wylewie klasy 0+2 μm od zmiennych parametrów T i pH ($\Theta = 0,408\%$)

$\text{pH} \backslash T, [^{\circ}\text{C}]$	20	30	40	50
2	0,6271	0,7926	0,8369	1,0000
4	0,3298	0,4089	0,4345	0,5751
6	0,0973	0,1150	0,1465	0,2697
8	0,0381	0,0615	0,0877	0,1448
0	0,0000	0,0217	0,0478	0,0857
12	0,0296	0,0798	0,1103	0,1527

TABELA 4

Zależność standaryzowanych wartości strat w wylewie klasy 2+4 μm od zmiennych parametrów T i pH ($\Theta = 0,408\%$)

$\text{pH} \backslash T, [^{\circ}\text{C}]$	20	30	40	50
2	0,6799	0,7278	0,8692	1,0000
4	0,4805	0,5352	0,5930	0,6750
6	0,1449	0,2415	0,3379	0,0044
8	0,0167	0,1301	0,1759	0,2580
0	0,0000	0,0826	0,1623	0,2399
12	0,0853	0,1724	0,2208	0,2929

Wnioski

- 1) Zmienne parametry fizyko-chemiczne prowadzenia procesu klasyfikacji ziarn bardzo drobnych wpływają w istotny sposób na własności zawiesiny, przebieg i wyniki procesu rozdziału. Niemierzalne w trakcie prowadzenia procesu elementarne zjawisko typu fizyko-chemicznego: agregacja ziarn, osadzanie ziarn drobnych na grubych i termiczne ruchy dyfuzyjne znalazły odbicie w wynikach procesu, uzasadniając tym samym sformułowaną tezę pracy [3, 8].
- 2) Przyjęte wskaźniki oceny procesu rozdziału pozwoliły na ilościowe wyznaczenie wpływu zmiennych parametrów. Wyznaczone przy pomocy analizy regresji równania modeli

matematycznych charakteryzują się wysokimi współczynnikami korelacji, co wskazuje na dobre dopasowanie otrzymanych funkcji do danych doświadczalnych [5].

- 3) Wpływ poszczególnych zmiennych parametrów prowadzenia procesu na jego wyniki jest zróżnicowany. Stężenie jonów wodorowych w zawieszynie, które w głównej mierze oddziałuje na własności elektryczne powierzchni ziarn określane przy pomocy wyznaczonego potencjału elektrokinetycznego „dzeta”, jako jedyny parametr ma wpływ na wskaźnik ostrości rozdziału $A = \operatorname{tg}\alpha$ wprowadzony z aproksymowanej krzywej rozdziału. Wpływ pH zawiesziny na ziarno podziałowe d_{50} jest porównywalny z wpływem koncentracji objętościowej fazy stałej w zawieszynie i jej lepkości. Statystyczna analiza regresji nie potwierdziła wpływu temperatury środowiska i koncentracji objętościowej fazy stałej w zawieszynie na wskaźnik ostrości rozdziału. Temperatura wpływa przede wszystkim na lepkość zawiesziny, która z kolei jest silnie skorelowana z wielkością ziarna podziałowego d_{50} .
Wpływ koncentracji objętościowej na przebieg i wyniki procesu klasyfikacji jest istotny dla większych koncentracji, gdy wzrasta prawdopodobieństwo zderzeń ziarn między sobą i ruch ziarn staje się bardziej skrępowany.
- 4) Rozważania teoretyczne i weryfikacja doświadczalna uzasadniają zastosowanie teorii procesów Markowa do określania elementarnych zjawisk fizyko-chemicznych zachodzących w trakcie procesu klasyfikacji przepływowej.
Otrzymane zależności świadczą o tym, że zmienne parametry prowadzenia procesu rozdziału w różnym stopniu wpływają na zachodzące w trakcie procesu elementarne zjawiska fizyko-chemiczne. Wpływ koncentracji objętościowej fazy stałej w zawieszynie sprowadza się do wzrostu prawdopodobieństwa zderzeń ziarn między sobą i zmian prędkości ruchu ziarn, natomiast wzrost temperatury zwiększa ruchliwość ziarn najdrobniejszych i zmniejsza opór ośrodka [10].
Wpływ na efektywność zderzeń mają przede wszystkim własności elektryczne powierzchni ziarn, zależne dla danego materiału od zmiennego stężenia jonów wodorowych w zawieszynie [2, 8].
- 5) Analiza otrzymanych wyników nie pozwala na jednoznaczne określenie każdego zjawiska elementarnego oddzielnie, gdyż dopiero suma znajduje swe odbicie w wynikach. Opierając się na kinetyce procesu i badaniom własności zawiesziny można przypuszczać, że największy wpływ na przewodzenie ziarn drobnych do „niewłaściwego” produktu wylewowego na osadzanie się ziarn drobnych na opadających ziarnach grubych.
- 6) Rozpatrywane zjawiska elementarne nie wyczerpują wszystkich oddziaływań losowych zachodzących w trakcie procesu klasyfikacji przepływowej. Pozwalają jednak na uwzględnienie w opisie procesu tych zjawisk elementarnych, które w większości prac nad budową modelu procesu traktowane są jako bliżej niezidentyfikowany składnik czynników stochastycznych [2, 6, 10].

LITERATURA

- [1] *Bednarski S.*: Podział i klasyfikacja zawiesin oraz obliczenie ich efektywnej pozornej lepkości. Rudy i metale nieżelazne 11.1973
- [2] *Mitshell F.B.*: Elektrokinetyczne zjawiska i ich wpływ na grawitacyjno-obogaczenie. VIII Międzynarodowy Kongres Polowy. Moskwa, Leningrad, 1974
- [3] *Tajchman Z.*: Badanie stabilności zawiesiny poddawanej rozdziałowi w klasyfikatorze przepływowym. Seminarium Naukowo-Techniczne „Klasyfikacja Materiałów Drobnouziarnionych”. Kraków, Listopad 1981
- [4] *Sheludko J.*: Chemia koloidów. WNT Warszawa, 1969
- [5] *Tajchman Z.*: Regresyjny model procesu klasyfikacji ziarn skrajnie drobnych. Górnictwo i Geoinżynieria, z. 4, Kraków, 2009
- [6] *Sonntag H.*: Koloidy. PWN, Warszawa, 1982
- [7] *Thomas D.G.*: Physical properties and laminar transport characteristics. Eng – chem., 11.1963
- [8] *Dądroś T., Adamczyk Z., Czarnecki J.*: Trwałość zawiesin mineralnych w środowiskach wodnych. „Rudy i metale nieżelazne”, 1.1977
- [9] *Pigoń K., Ruziewicz Z.*: Chemia fizyczna t. 1. PWN Warszawa, 2005
- [10] *Atkins P.W.*: Chemia fizyczna. PWN Warszawa, 2003