

J. CZARNECKI

Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni, PAN, Kraków

T. DABRÓŚ

Zakład Chemii Fizycznej i Elektrochemii

Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków

J. LEJA

Department of Mining and Mineral Process Engineering,

University of British Columbia, Vancouver, Canada

BEZPOŚREDNIE OBSERWACJE TWORZENIA POKRYĆ SZLAMOWYCH NA RCI W WARUNKACH FLOTACJI SOLI POTASOWEJ

Wstęp

Tworzenie pokryć szlamowych odgrywa złożoną, najczęściej zaskakującą rolę w procesie flotacyjnego wzbogacania minerałów uszczelnionych. Do najbardziej oczywistych skutków tworzenia pokryć szlamowych należy przenoszenie minerałów ilastych do koncentratu, co pogarsza jego jakość, oraz straty oszlamowanych cząstek minerału wzbogacanego. W przypadku gdy wskutek istnienia pokrycia szlamowego nie dochodzi do trwałego zlepiania ziarna z pęcherzykiem powietrza.

Mimo, że proces tworzenia pokryć szlamowych był przedmiotem wielu prac badawczych, nie było dotąd metod pozwalających na bezpośrednie obserwacje jego przebiegu. Ostatnio Dąbróś opracował nową metodę badania osadzania cząstek szlamowych w ściśle określonych warunkach hydrodynamicznych [1]. Proces osadzania obserwuje się pod mikroskopem poprzez przezroczystą płytkę, na której cząstki są osadzane. Pole napływu cieczy w układzie eksperymentalnym zostało określone przez numeryczne rozwiązanie równań Naviera-Stokesa. Równania transportu mas, uwzględniające siły hydrodynamiczne, grawitacyjne, wynikające z oddziaływania podwójnych warstw elektrycznych oraz dyspersyjne, zostały rozwiązane dla otoczenia punktu napływu [1].

Kinetyka procesu tworzenia pokrycia szlamowego silnie zależy od warunków hydrodynamicznych w pobliżu ściany kolektora. Osadzone cząstki mogą być zmywane z powierzchni kolektora w wyniku ich ruchów termicznych (Brownowskich) oraz działania sił hydrodynamicznych [2,3]. Tak więc tworzenie pokrycia jest procesem dynamicznym mogącym osiągnąć stan stacjonarny. W pośrednich metodach badania osadzania cząstek warunki hydrodynamiczne w pobliżu kolektora są w chwili obserwacji zupełnie różne od tych, które panują w czasie trwania osadzania. Zwykle

kolektor wyjmuje się z zawiesziny, przemywa i suszy, a następnie poddaje oględzinom pod mikroskopem. Zastosowanie technik radioizotopowych pozwala wprowadzić na badanie *in situ*, lecz niemożliwe jest rozróżnienie pomiędzy cząstkami osadzonymi a płynącymi swobodnie w bliskim sąsiedztwie ściany kolektora.

Badanie procesu osadzania prowadzi się często przy użyciu wirującego dysku. Technikę tą stosowano też do badania układów flotacyjnych [4,5]. Zaletą wirującego dysku jest to, że grubość warstwy dyfuzyjnej jest stała na całej jego powierzchni, a więc cała powierzchnia jest jednakowo dostępna dla osadzanych cząstek. Fakt, że dysk znajduje się w ruchu uniemożliwia bezpośrednie obserwacje nalepiania cząstek. W metodzie zaproponowanej przez Dąbrośa, jak to wykazują rozwiązania równań opisujących transport masy w tym układzie [1], grubość warstwy dyfuzyjnej w pobliżu punktu napływu jest również praktycznie stała.

Tak więc otoczenie punktu napływu charakteryzuje się, podobnie jak powierzchnia wirującego dysku, jednakową dostępnością dla napływających z głębi zawiesziny cząstek. Jeżeli zastosuje się kolektor z materiału przezroczystego umożliwia to bezpośrednie obserwacje procesu nalepiania w czasie jego trwania z równoczesnym zachowaniem zalet wynikających ze stałości grubości warstwy dyfuzyjnej, co znacznie ułatwia analizę otrzymanych wyników.

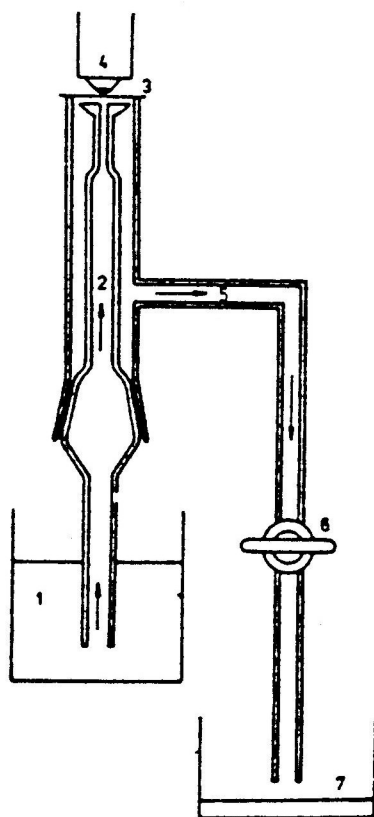
Warto dodać, że konieczność stosowania kolektora przezroczystego nie jest poważnym ograniczeniem gdyż można na płytki szklane napylać w próżni cienkie, przezroczyste filmy z wielu materiałów i wykonywać badania na tak przygotowanych kolektorach.

Opisaną technikę wykorzystano dla obserwacji tworzenia pokryć szlamowych na KCl w warunkach flotacji soli potasowej.

Część doświadczalna

Rysunek 1 pokazuje schematycznie zestaw użyty do badań. Badana zawieszina przepływa grawitacyjnie ze zbiornika 1 do zbiornika 7 przez kapilarę 2 i rurkę 5. Kran 6 pozwala na regulację szybkości przepływu. Przezroczysta płytka kolektora 3 umieszczona naprzeciw wylotu kapilary 2 pozwala na obserwację nalepiania w otoczeniu punktu napływu przy pomocy mikroskopu 4. Mikroskop wyposażony był w kamerę TV, magnetowid i monitor. Pokazane dalej fotografie przedstawiają obraz widoczny na monitorze.

W opisywanych tu doświadczeniach płytkę 3 stanowiły polerowane ościenka do spektroskopii w podczerwieni, wykonane z KCl, o średnicy 25 mm i grubości 2 mm, produkcji The Harsaw Chemical Co. Wszystkie badania wykonywane w solance nasyconej względem KCl i NaCl.



Rys. 1. Schemat zestawu doświadczalnego.

Badano oszlamowanie KCl naturalnymi glinami towarzyszącymi soli potasowej. Szlamy, odmyte solanką z rozkruszonej surowej soli potasowej z kanadyjskiej prowincji Saskatchewan, pozbawione grubych frakcji przez sedimentację, pozostawione przez dobę do osadzenia. Osad przechowywane w stanie mokrym i redyspergowano przy pomocy ultradźwięków w solance przed każdym doświadczeniem. Badane zawiesiny zawierały około 10^8 cząstek/cm³.

Techniczne odczynniki stosowane do wzbogacenia soli potasowej: kolektor w postaci mieszaniny chlorowodorków długołańcuchowych amin alifatycznych produkcji firmy Armark Chemicals Ltd., dyspergator o handlowej nazwie Guar oraz spieniacz metyleizobutylekarbinol (MIBC) nie były dodatkowo oczyszczane. Odczynników tych dodawano do zawiesiny szlamów w ilościach odpowiadających dawkowaniu w warunkach przemysłowych.

Wyniki i dyskusja

Fotografia 1 przedstawia oszlamowanie płytki z KCl utworzone w stanie stacjonarnym z zawiesiny szlamów w solance bez żadnych dodatków przy przepływie laminarnym. Bezpośrednia obserwacja uwidacznia, że tworzące się na powierzchni soli agregaty cząstek są z tej powierzchni zmywane po czym znów tworzą się, itd. Stan stacjonarny osiąga się po kilku minutach.

Fotografia 2 przedstawia tę samą powierzchnię po zwiększeniu intensywności przepływu do osiągnięcia warunków turbulentnych. Widać, że powierzchnia jest zupełnie czysta. W czasie bezpośrednich obserwacji można zauważyć pojedyncze cząstki siadające na czas od ułamka do kilku sekund na powierzchni KCl i ulegające od niej oderwaniu. Jest to ważna obserwacja praktyczna. Wskazuje ona bowiem, że w pierwszym etapie przeróbki surowej soli jakim jest odszlamianie nie potrzeba stosować żadnych odczynników dyspergujących. Wystarczy zapewnić mieszanie na tyle intensywne, aby powierzchnie kryształów opływane były w sposób burzliwy (turbulentny).

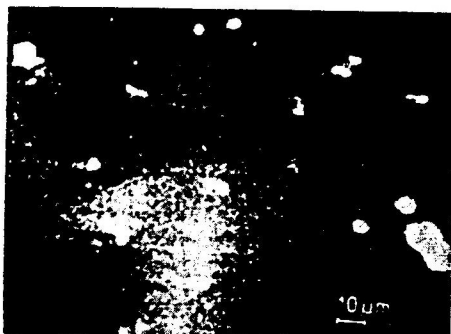
Fotografia 3 pokazuje tę samą powierzchnię po dodaniu kolektora używanego do flotacji soli potasowej. Tworzenie pokrycia w warunkach przepływu turbulentnego, a więc gdy w czystej solance nie obserwowano oszlamowania, zachodzi praktycznie natychmiast po wprowadzeniu odczynnika.

Warto dodać, że tworzące się na powierzchni KCl flokuly są nietrwałe, ulegają rozrywaniu i zmywaniu, w ich miejsce szybko tworzą się nowe, stąd fotografia przedstawia przypadkowy, chwilowy stan powierzchni. W analogicznych warunkach hydrodynamicznych, bez dodatków, powierzchnia kolektora była zupełnie czysta, por. fot. 2. Dodatek Guaru oraz MIBC nie powodowały widocznych zmian w zachowaniu się układu (fot. 4.). Powierzchnię KCl w analogicznych warunkach chemicznych, lecz opływaną laminarnie pokazuje fotografia 5. Widoczne są wielkie aglomeraty sflokulowanego szlamu nalepione na powierzchnię kolektora. Flokuly te po osiągnięciu znacznych rozmiarów są rozrywane lub odrywane od powierzchni, podobnie jak to miało miejsce w przepływie turbulentnym, lecz przy znacznie większych wymiarach.

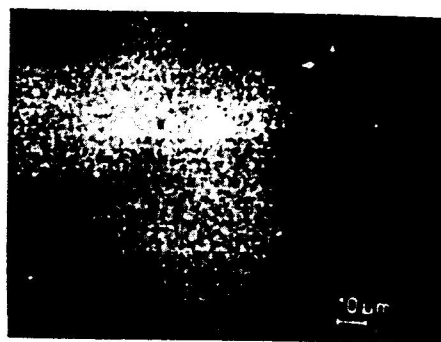
Wnioski

Z przeprowadzonych badań wynikają dwa rodzaje wniosków. Po pierwsze wykazano przydatność nowej metody do badania ważnego z praktycznego punktu widzenia zjawiska jakim jest proces tworzenia pokryć oszlamowych.

1.



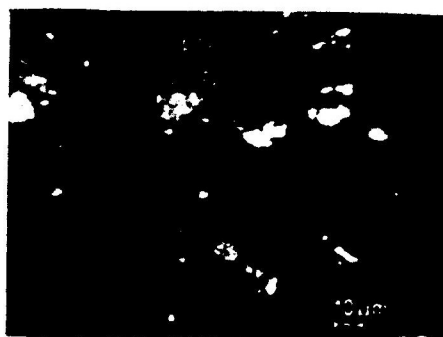
2.



3.



4.



5.



Fot. 1. Powierzchnia KCl w przepływie laminarnym, bez dodatku odczynników.

Fot. 2. Powierzchnia z fot. 1, bez dodatków w przepływie turbulentnym.

Fot. 3. Powierzchnia z fot. 1 i 2, w przepływie turbulentnym po dodaniu do zawiesiny chlorowodorów wyższych amin alifatycznych.

Fot. 4. Warunki jak na fot. 4, po dodaniu do układu dyspergatora i spieniacza.

Fot. 5. Pokrycie szlamowe na KCl, po dodaniu amin w warunkach przepływu laminarnego.

Do drugiego typu wniosków należą spostrzeżenia dotyczące wyłącznie badanego układu. Podsumować je można następująco: Dodatek długocząsteczkowych amin alifatycznych powoduje flokulację szlamów i powstawanie pokryć szlamowych na KCl. Dodatek Guaru i MIBC ma mały wpływ na własności powstających pokryć szlamowych.

Pokrycia tworzące się na KCl bez dodatków amin mogą być łatwiej odmyte z powierzchni soli przez zapewnienie warunków przepływu turbulentnego. Nie wymaga to dodatku dyspergatorów. Te ostatnie spostrzeżenia ma ważne znaczenie dla praktyki przemysłowej.

Literatura

1. T. Dąbrosz, T. van de Ven, J. Cell. and Polymer Sci., w druku.
2. I.W. Cleaver, B. Yates, J. Cell. Interface Sci., 44, 464 (1973).
3. T. Dąbrosz, T. van de Ven, J. Cell. Interface Sci., 89, 232 (1982).
4. J.K. Marschal, J.A. Kitchener, J. Cell. Interface Sci., 22, 342 (1966).
5. Z. Adamczyk, J. Czarnecki, T. Dąbrosz, Rudy i Metale Nieżelazne, 22, 191 (1977).

DIRECT OBSERVATION OF SLIME COATING FORMATION AND THE CONDITION OF POTASH FLOTATION ON KCl

New experimental technique for studying the deposition of colloidal particles under well controlled hydrodynamic conditions[1] was applied for the direct observation of slime coating formation on KCl under the conditions of potash ore flotation. Under laminar flow with no reagents added unstable slime coating on KCl was observed. The coating is easily washed out by increasing the flow intensity up to turbulent conditions. Addition of long-chain C_{16} - C_{18} primary amine hydrochlorides used as collector for potash flotation caused both flocculation of the slime suspension and deposition of slime particles on KCl. Additions of dispersive agent (Guar) and/or frother (MIBC) had almost no influence on slime coating observed.