

Flotacja łupka miedzionośnego w wodnych roztworach soli

Martyna Kuklińska, Tomasz Ratajczak

Politechnika Wrocławska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Wybrzeże Wyspiańskiego 27,
50-370 Wrocław, tomasz.ratajczak@pwr.edu.pl

STRESZCZENIE

W pracy zbadano wpływ rodzaju oraz stężenia soli na flotację łupka miedzionośnego pochodzącego z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego. Flotację łupka przeprowadzono w wodnych roztworach NaCl, KCl oraz Na₂SO₄ w zakresie od krytycznego stężenia koalescencji do 2 M. Potwierdzono, że flotacja solna łupka miedzionośnego zależy od rodzaju i stężenia soli.

WSTĘP

Flotacja, jako fizykochemiczna metoda wzbogacania, wykorzystywana jest do rozdzielenia ziarn mineralnych o bardzo małych rozmiarach. Proces ten polega na selektywnym przyłączaniu się tych ziarn do pęcherzyków gazu w wodnym roztworze. Powstały w ten sposób agregat ziarno-pęcherzyk jest lżejszy od roztworu, wobec czego zostaje wynoszony na jego powierzchnię, a następnie jest zbierany jako produkt. Flotacji ulegają tylko ziarna o naturalnej lub wymuszonej hydrofobowości, ziarna hydrofilne zaś opadają na dno naczynia, w którym przeprowadza się ten proces.

W celu wymuszenia flotacji ziarn hydrofilnych i zwiększenia jej selektywności stosuje się odpowiednie odczynniki flotacyjne. Odczynnikami takimi mogą być kwasy, zasady, sole oraz różne związki organiczne. Wszystkie te środki oddziałują na trzy granice fazowe, przy czym najsilniej działają na jedną z nich. Pośród związków wpływających na wzrost hydrofobowości wyróżnia się kolektory, spieniacze, aktywatory i depresory (Drzymała, 2009).

Jednym z parametrów opisujących spieniacze jest krytyczne stężenie koalescencji (CCC). Stanowi ono najmniejsze stężenie tego odczynnika, przy którym nie zachodzi koalescencja, czyli łączenie pęcherzyków w czasie flotacji. Poniżej CCC nie tworzy się piany i nie zachodzi flotacja. Quinn i jego współpracownicy (2014), w warunkach laboratoryjnych w maszynie flotacyjnej, zbadali wskaźnik CCC dla różnych soli nieorganicznych. W oparciu o ich wyniki (tabela 1) przeprowadzono w tej pracy flotację łupka miedzionośnego dla NaCl, KCl i Na₂SO₄ przy początkowych stężeniach równych krytycznemu stężeniu koalescencji.

Tabela 1.
Krytyczne stężenie koalescencji (CCC) dla wybranych soli (Quinn i inni, 2014)

	CCC, M
KCl	0,31
NaCl	0,31
Na ₂ SO ₄	0,13
CaCl ₂	0,11
MgSO ₄	0,07

Ważnym rodzajem flotacji jest flotacja solna, której istotą jest zwiększenie wydzielania ziarn mineralnych z roztworu wodnego do warstwy piany w obecności soli rozpuszczalnych

w wodzie, bez stosowania odczynników zbierających lub speniaczy. Według dotychczasowych badań nad flotacją solną, stwierdzono wzrost flotowalności ziarn naturalnie hydrofobowych, jednak tylko w określonych przedziałach stężeń dla odpowiednich rodzajów soli. Według badań Laskowskiego (1963), przy stężeniach soli poniżej 0,1 M następuje pogorszenie flotacji (Ratajczak i Drzymała, 2003).

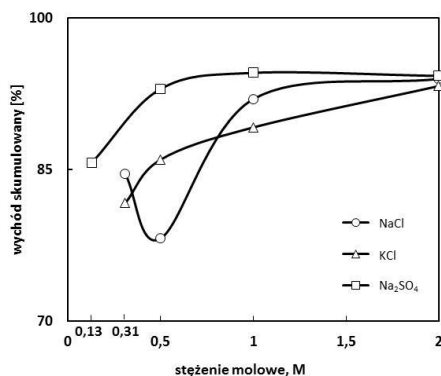
Celem pracy było określenie wpływu wodnych roztworów soli (NaCl, KCl oraz Na_2SO_4) na flotację łupka miedzionośnego. Przedstawiona, w dalszej części metodyka i analiza wyników była szerzej opisana w pracy dyplomowej Kuklińskiej (2016).

MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Materiał do badań stanowił łupek miedzionośny w Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego o rozmiarze ziarn $<0,1$ mm. Solami wykorzystanymi jako odczynniki flotacyjne w badaniach były NaCl, KCl oraz Na_2SO_4 . Flotacje przeprowadzono w maszynie flotacyjnej typu mechanicznego Mechanobr, wyposażonej w celkę o pojemności 250 cm^3 . Produkty pianowe zbierano w sposób frakcjonowany w czasie 1, 5, 10 i 17 min. Każdy z zebranych produktów przepłukano wodą destylowaną i przesączono na lejku Büchnera. Naczynia z produktami flotacji pozbawionymi zawartości soli umieszczono w suszarce laboratoryjnej w temperaturze $105 \text{ }^\circ\text{C}$ na 24 godziny. Po wysuszeniu każdy z produktów został zważony i wartości tych wychodów stanowią wyniki badań.

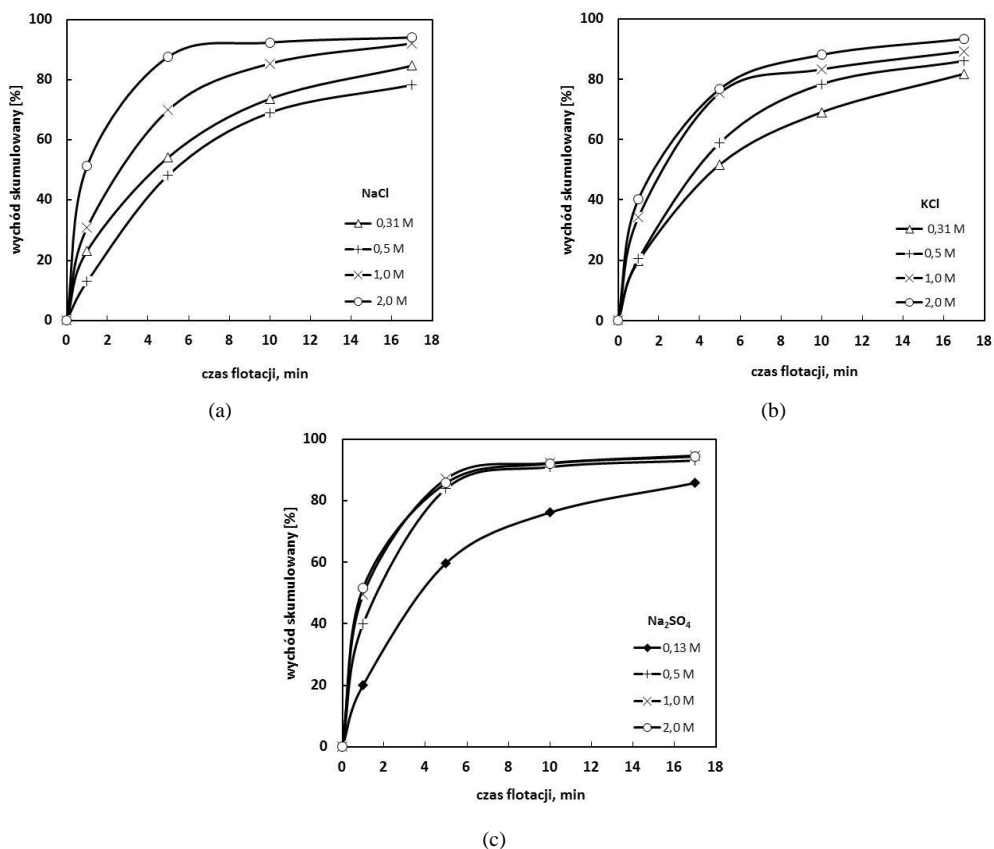
WYNIKI I DYSKUSJA BADAŃ

Odczynnikiem, w którym łupek flotował najlepiej w zakresie badanych stężeń wodnych roztworów soli była sól Na_2SO_4 . Wychód koncentratu w obecności roztworu Na_2SO_4 o stężeniu powyżej 1,0 M był niemal taki sam, można więc założyć, że powyżej tego stężenia flotacja nie wzrasta. Nie przeprowadzono flotacji w roztworze Na_2SO_4 o stężeniu 0,31 M, więc tylko na podstawie wyników flotacji w stężeniach 0,13 i 0,5 M można założyć, że flotacja stale wzrasta i przy stężeniu 0,31 M prawdopodobnie przebiega lepiej w porównaniu do roztworów NaCl i KCl. Flotacja łupka miedzionośnego, przy stężeniu 2,0 M wodnego roztworu soli, najlepiej przebiegała w obecności Na_2SO_4 oraz niewiele słabiej w roztworach NaCl i KCl. Przy stężeniach 0,31 i 2,0 M flotacja łupka zaszła najgorzej w wodnych roztworach KCl, natomiast przy stężeniu 0,5 M w roztworze NaCl oraz przy 1,0 M w roztworze KCl (rys. 1 i 2).



Rysunek 1.

Flotacja łupka miedzionośnego w wodnych roztworach soli. Czas flotacji 17 min



Rysunek 2.
Kinetyka flotacji łupka miedzionośnego w roztworach soli
a) NaCl, b) KCl, c) Na₂SO₄

W przypadku soli NaCl przy stężeniu 0,5 M zachodzi wyraźny spadek flotacji w stosunku do stężenia 0,31 M (rys. 1 i 2). Takie zjawisko może wynikać z błędnie wykonanego badania, którego nie zweryfikowano poprzez ponowną flotację. Zakładając jednak poprawność wyników, obniżenie flotacji można utożsamiać z efektem Jonesa i Raya dla KCl, o którym wspominają Ratajczak i Drzymała (2003). Tłumaczą oni bowiem spadek flotacji w niskich stężeniach soli wpływem na napięcie powierzchniowe roztworu. Podobne wyniki w badaniach nad flotacją w roztworze NaCl otrzymał Lipniarski i inni (2015). Badania te nie dotyczyły jednak łupka miedzionośnego a węgla kamiennego.

PODSUMOWANIE

Celem pracy było zbadanie flotacji łupka miedzionośnego pochodzącego z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego w roztworach soli nieorganicznych NaCl, KCl oraz Na₂SO₄. Przeprowadzone badania miały za zadanie wykazanie wpływu stężenia tych soli na skuteczność flotacji.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono zależność skuteczności flotacji zarówno od rodzaju soli jak i od stężenia ich roztworów. Obserwując wychody koncentratów w flotacjach przy różnych stężeniach roztworów poszczególnych soli, zaobserwowano ich wzrost wraz ze zwiększającym się stężeniem. Wyjątek stanowiła sól NaCl, w której flotacja nie wzrastała, a uległa pogorszeniu w zakresie stężeń 0,31-0,5 M. W przypadku soli KCl i Na₂SO₄ wraz ze zwiększającym się stężeniem notowano wzrost flotacji, jednak w przypadku soli Na₂SO₄ wzrost ten pomiędzy stężeniami 1,0 a 2,0 M był nieznaczny. Można więc założyć, że powyżej stężenia 1,0 M, flotacja nie wzrasta. W przypadku soli KCl najmniejszą różnicę w wychodach zauważono pomiędzy stężeniami 0,31 a 0,5 M.

PODZIĘKOWANIA

Praca powstała w oparciu o inżynierską pracę dyplomową jednego z autorów (M. Kuklińska) oraz częściowo w ramach zlecenia statutowego Politechniki Wrocławskiej S 50167.

LITERATURA

- DRZYMAŁA J., 2009. *Podstawy Mineralurgii*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- KONOPACKA Ż., ZAGOŹDŻON K.D., 2014. *Łupek miedzionośny Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego*. W: Łupek miedzionośny, Drzymała J., Kowalczyk P.B. (red.), WGGG PWr, Wrocław.
- KUKLIŃSKA M., 2016. *Flotacja solna łupka miedzionośnego*. Praca dyplomowa, opiekun T. Ratajczak, WGGG PWr, Wrocław.
- LIPNIARSKI M., RATAJCZAK T., DRZYMAŁA J., 2015. *Weryfikacja hipotez o soli we flotacji na przykładzie węgla kamiennego w wodnych roztworach NaCl i KPF₆*. III Polski Kongres Górniczy, Mineralurgia i wykorzystanie surowców mineralnych, Drzymała J., Kowalczyk P.B. (red.), 14-16 września 2015, Wrocław, WGGG PWr, 35-39.
- ŁUSZCZKIEWICZ A., 2000. *Flotacja*. Instrukcja do ćwiczeń z Przeróbki Kopalni, strona internetowa www.ig.pwr.wroc.pl/minproc/zpkio (dostęp: 19.12.2015 r.).
- QUINN J.J., SOVECHLES J.M., FINCH J.A., WATERS K.E., 2014. *Critical coalescence concentration of inorganic salt solutions*. *Minerals Engineering*, 58, 1-6.
- RATAJCZAK T., DRZYMAŁA J., 2003. *Flotacja solna*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.