

FLOTACJA ŁUPKA MIEDZIONOŚNEGO W OBECNOŚCI ETERÓW BUTYLOWO-ETYLENOGLIKOŁOWEGO I BUTYLOWO-DWUETYLENOGLIKOŁOWEGO

Danuta SZYSZKA, Paulina PAŻIK, Agata ZWIERZCHOWSKA

Politechnika Wroclawska, danuta.szyszka@pwr.edu.pl

STRESZCZENIE

W pracy przeprowadzono bezkolektorową flotację łupka miedzionośnego w obecności eterów butylowo-etylenoglikolowego (C_4E_1) oraz butylowo-dwuetylenoglikolowego (C_4E_2). Odczynniki, te wchodzą w skład przemysłowo stosowanego odczynnika spieniającego o nazwie Nasfroth. Przeprowadzone badania wykazały wpływ typu oraz stężenia zastosowanego spieniacza na szybkość flotacji oraz uzysk ziarn łupka miedzionośnego.

WPROWADZENIE

Flotacja bezkolektorowa minerałów jest prowadzona bez użycia odczynników zbierających. Tego typu flotacje mogą być prowadzone we flotacji materiałów naturalnie hydrofobowych, w tym minerałów siarczkowych. Minerale siarczkowe z powodu posiadania stref bogatych w siarkę i obszary ubogie w metale są naturalnie hydrofobowe. Hydrofobowość naturalna siarczków w roztworach wodnych jest funkcją trzech parametrów: potencjału oksydacyjno-redukcyjnego Eh, pH roztworu oraz prądu wymiany, czyli równowagi pomiędzy reakcjami utleniania i redukcji (Lekki, 1997; Wills, 2006). Również łupki miedzionośne będące nośnikami węgla organicznego i minerałów siarczkowych mogą być flotowane w obecności wyłącznie spieniacza (Konieczny i inni, 2013; Kowalczuk i in., 2014; Szyszka i inni, 2014). Należy przypuszczać, że powodem dobrej flotacji łupka miedzionośnego w obecności tylko spieniaczy jest ich naturalna hydrofobowość (Bednarek i Kowalczuk, 2014; Szyszka, 2014). Zachodzi, zatem pytanie jaki rodzaj zastosowanego spieniacza wpływa na flotację łupka.

MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Do badań użyto łupka miedzionośnego pochodzącego z ZG Rudna (KGHM Polska Miedź S.A.). Próbkę do badań flotacyjnych została dwukrotnie zmielona w kruszarce stożkowej, następnie w kruszarce szczękowej, a na końcu przepuszczona przez dezintegrator palcowy. Do badań użyto łupka o rozmiarze ziarn mniejszych niż 100 μm . Opis pełnej metodyki badawczej przedstawiono w pracach badawczych Pażik (2014) i Zwierzchowskiej (2014).

Jako spieniaczy użyto czystych chemicznie etoksylogowanych alkoholi takich eter butylowo-etylenoglikolowy (C_4E_1) oraz eter butylowo-dwuetylenoglikolowy (C_4E_2). Odczynniki te wchodzące w skład spieniacza przemysłowego Nasfroth (KGHM, 2013). Charakterystykę spieniaczy użytych w tej pracy podano w tabeli 1.

Flotację prowadzono w laboratoryjnej maszynie flotacyjnej typu mechanicznego wyposażonej w celkę o pojemności 0,25 dm³. Wszystkie flotacje prowadzono przy stałych obrotach wirnika (670 obr./min) i przepływie powietrza (80 dm³/h). Po pięciu minutach agitacji dodawano odpowiedni spieniacz o określonej ilości g/Mg i dalej mieszano przez jedną minutę.

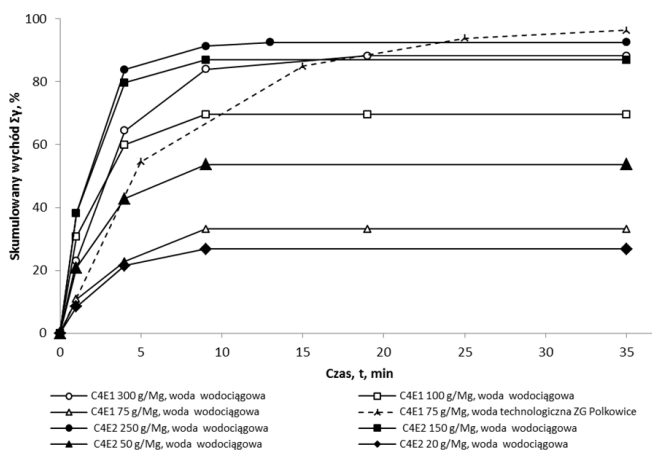
Po upływie tego czasu odkręcano zawór doprowadzający powietrze do komory maszynki flotacyjnej. Powstała na powierzchni piana była zbierana ręcznie i stanowiła koncentrat flotacyjny. Niewyflotowane ziarna stanowiły odpad. Do wszystkich flotacji użyto wody wodociągowej, natomiast do jednej, w celu porównania procesu flotacji wykorzystano wodę technologiczną pochodzącą z ZG Polkowice. W przypadku koncentratów zebranych we flotacji z wodą technologiczną, przed suszeniem zostały one przemyte wodą destylowaną. Wszystkie otrzymane produkty flotacji były suszone w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 100 °C. Po wysuszeniu materiał ważono i obliczono wychody poszczególnych produktów.

Tabela 1.
Właściwości badanych odczynników

Właściwości	eter butylo-etylenoglikolowy	eter butylo-dwuetylenoglikolowy
Formuła	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{OC}_2\text{H}_4)_n\text{OH}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{OC}_2\text{H}_4\text{OC}_2\text{H}_4\text{OH}$
Wzór chemiczny	$\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_2$ (C_4E_1)	$\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}_3$ (C_4E_2)
Czystość	100%	≥ 99%
Gęstość	0.990 g/cm ³ w 25 °C	0.953 g/cm ³ w 20 °C
Masa cząsteczkowa, g/mol	118.17	162.23

WYNIKI BADAŃ I ICH DYSKUSJA

Wykonane w pracy testy flotacyjne łupka miedzionośnego z eterem butylo-etylenoglikolowym (C_4E_1) oraz eterem butylo-dwuetylenoglikolowym (C_4E_2) miały za zadanie określić jak stężenie zastosowanych speniaczy z grupy etoksylogowanych alkoholi oraz charakter środowiska flotacji wpływa na uzysk produktu pianowego oraz kinetykę flotacji. Na rysunku 1. przedstawiono graficznie zależności ilości zebranego materiału w funkcji czasu przy badanym stężeniu odczynnika pianotwórczego. Na podstawie otrzymanych wyników przedstawionych w tabeli 2. i na rys.1. można stwierdzić, że uzysk produktu pianowego zależy od ilości odczynnika użytego we flotacji. Największy uzysk ziaren mineralnych otrzymano przy najwyższych dawkach speniacza.



Rysunek 1.

Wykres kinetyki flotacji łupka miedzionośnego w obecności C_4E_1 i C_4E_2

Przeprowadzone testy flotacyjne wykazały również, że skład wody używanej w procesie flotacji ma istotny wpływ na uzysk ziarn mineralnych w koncentracie. Porównanie wyników flotacji z wodą wodociągową oraz z wodą technologiczną (rys. 1, tabela 2) wykazuje pozytywny wpływ rozpuszczonych związków soli na wynik flotacji. Porównanie wszystkich prób flotacyjnych (rys. 1) wskazuje, że badane spieniacze działają w sposób podobny, ale przy innych dawkach.

Tabela 2.
Skumulowany wychód flotacji łupka miedzionośnego w obecności badanych spieniaczy po maksymalnym czasie flotacji wynoszącym 35 minut

Spieniacz	Zużycie, g/Mg	woda użyta do badań	Skumulowany wychód,%
C_4E_1	75	technologiczna	96,4
	300	wodociągowa	88,2
	100	wodociągowa	69,6
	75	wodociągowa	33,2
C_4E_2	250	wodociągowa	92,6
	150	wodociągowa	87,0
	50	wodociągowa	53,7
	20	wodociągowa	26,7

PODSUMOWANIE

W pracy zbadano wpływ stężenia eterów butylowo-etylenoglikolowego (C_4E_1) i butylowo-dwuetylenoglikolowego (C_4E_2) na proces flotacji łupka miedzionośnego pochodzącego z LGOM. Wykazano, że w zależności od stężenia odczynnika pianotwórczego zmienia się czas potrzebny do uzyskania maksymalnego wychodu dla danego stężenia badanego odczynnika. Ze wzrostem stężenia odczynnika czas ten ulega skróceniu. Wykazano również, że flotacja przy zastosowaniu wody technologicznej była najskuteczniejsza, ponieważ uzysk łupka był największa ze wszystkich przeprowadzonych flotacji. Wyniki te są potwierdzeniem, że obecność w wodzie rozpuszczonych soli powoduje wzrost wychodu flotacji, ale w wolniejszym czasie.

PODZIĘKOWANIA

Praca była realizowana w ramach zlecenia statutowego Politechniki Wrocławskiej nr S40 166.

LITERATURA

- Bednarek, P., Kowalczyk, P.B., 2014, *Kąt zwilżania łupka miedzionośnego w obecności wybranych spieniaczy*, w: Łupek miedzionośny, Drzymała J., Kowalczyk P.B. (red.), WGGG PWr, Wrocław, 51-55.
- KGHM, 2013, Materiały informacyjne ze stron www.kghm.pl/, www.raportcsr.kghm.pl/, dostęp: 2013.
- Koniczny, A., Pawlos, W., Krzeminska, M., Kaleta, R., Kurzydło, P., 2013, *Evaluation of organic carbon separation from copper ore by pre-flotation*, Physicochem. Probl. Miner. Process., 49(1), 189–201.

- Kowalczyk, P.B., Buluc, B., Sahbaz, O., Drzymala, J., 2014, *In search of an efficient frother for pre-flotation of carbonaceous shale from the Kupferschiefer stratiform copper ore*. Physicochem. Probl. Miner. Process. 50(2), 835–840.
- Lekki, J., 1997, *Flotometryczna ocena flotowalności naturalnej, bezkolektorowej oraz ksantogenianowej mineralów siarczkowych*, Fizykochemiczne Problemy Mineralurgii, 31, 175-196.
- Pązik P., 2014. *Testowanie speniaczy flotacyjnych w procesie flotacji*, praca dyplomowa inżynierska, opiekun D. Szyszka, , Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Politechnika Wroclawska.
- Szyszka, D., 2014, *Measurement of contact angle of copper-bearing shales using the captive bubble method*, Mining Science, vol. 21, s. 83–94.
- Szyszka, D., Siwiak, M., Kowalczyk, P.B., 2014, *Kinetyka flotacji łupka miedzionośnego za pomocą eteru butylo-trójpropylenoglikolowego (C4P3)*, w: Łupek miedzionośny, Drzymala J., Kowalczyk P.B. (red.), WGGG PWr, Wrocław, 2014, 65-69.
- Wills, B., Napier-Munn, T., 2006, *Mineral Processing Technology*, Elsevier Science & Technology Books.
- Zwierzchowska A., 2014. *Procesy doboru speniaczy flotacyjnych*, praca dyplomowa inżynierska, opiekun D. Szyszka, Politechnika Wroclawska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii.