

FLOTACJA ŁUPKA MIEDZIOWEGO W OBECNOŚCI GAMMA-WALEROLAKTONU JAKO SPIENIACZA

Jerzy CICHANŃSKI, Jan DRZYMAŁA

Politechnika Wrocławska, jan.drzymala@pwr.edu.pl

STRESZCZENIE

Łupek miedzionośny z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego poddano flotacji w wodzie w obecności gamma-walerolaktonu. Flotacje prowadzono w laboratoryjnej maszynie flotacyjnej typu Mechanobr. Stwierdzono, że gamma-walerolakton powoduje flotację naturalnie hydrofobowego łupka i działa jako speniacz. Otrzymane wyniki flotacyjne wskazują, że do flotacji naturalnie hydrofobowego łupka można zastosować nie tylko alkohole, ale także reagenty chemiczne o inny charakterze, w tym laktony. Zaletą użytego gamma-walerolaktonu jest jego łatwa i tania produkcja z celulozy, a wadą duże stężenie, które musi być zastosowane we flotacji. Stężenie to wynosi powyżej 400 gramów gamma-walerolaktonu na megagram flotowanego łupka.

WPROWADZENIE

Odczynniki flotacyjne są nieodłącznym elementem procesu flotacji (Wills, 1979). Bez użycia we flotacji reagenta zwanego speniaczem nie ma flotacji pianowej, którą szeroko stosuje się w przemyśle do wzbogacania rud i surowców (Kelly i Spottisood, 1982; Laskowski i Łuszczkiewicz, 1989). Jako speniacze stosuje się wiele rodzajów związków chemicznych. Wśród nich dominują alkohole i ich pochodne, zwłaszcza etoksylogowane i propoksylogowane alkohole (Laskowski, 1998, Drzymala, 2009). W sporadycznych przypadkach można zastosować jako speniacze inne odczynniki, na przykład acetale (Lekki i inni, 1977) lub tlenek mezytylu (Małysa i Pomianowski, 1976).

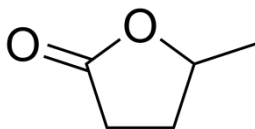
Od dawno poszukuje się coraz to nowszych odczynników flotacyjnych, w tym także speniaczy (Wojtowicz, 1974). Rozważając różne odczynniki chemiczne, które można zastosować jako nowy speniacz, zwrócono uwagę na takie, które mogą być wytwarzane z prostych substancji występujących w przyrodzie, na przykład z celulozy. Celuloza jest bowiem najpowszechniejszą występującą w przyrodzie substancją organiczną i znajduje się w roślinach, zwłaszcza w drewnie. Zatem do badań wybrano gamma-walerolakton, który jest łatwy do wyprodukowania właśnie z celulozy (Wettstein et al., 2012). Jest to odczynnik tani i pochodzi ze źródeł odnawialnych. W tej pracy zastosowano gamma walerolakton do flotacji łupka miedzionośnego aby sprawdzić, czy odczynnik ten może pełnić rolę speniacza flotacyjnego. Wyniki badań zostały opisane w następujących rozdziałach.

MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Według Wikipedii (2014) gamma-walerolakton (GVL) ma ogólny wzór $C_5H_8O_2$, a jego wzór strukturalny pokazano na rys. 1.

Gamma-walerolakton to organiczny związek chemiczny należący do tak zwanej grupy laktonów. Jest stosowany do wytwarzania polimerów. Jest bezbarwny i ma intensywny miły

zapach. Dlatego jest wykorzystywany przy produkcji perfum. Gamma-walerolakton jest substancją psychoaktywną. Jest łatwo otrzymywany z biomasy celulozowej i jest potencjalnym materiałem napędowym silników, a także rozpuszczalnikiem przyjaznym środowisku. Jego inne nazwy to 4-pentanolid, 4-valerolakton, 4-pentalakton, 4-hydroksypentanowy kwas laktonowy. Jego masa molowa to 100.116 g/mol, gęstość 1.0465 g/cm³. Topi się w temperaturze -31 °C, wrze w temperaturze od 207 to 208 °C. Jest dobrze rozpuszczalny w wodzie (100 mg/cm³). Gamma-walerolakton może być także użyty jako rozpuszczalnik do nienzymatycznej produkcji cukrów z biomasy celulozowej (Luterbacher et al., 2012).



Rysunek 1.

Wzór strukturalny gamma-walerolaktonu (Wikipedia, 2014)

Do badań użyto łupka pochodzącego z LGOM-u i oznaczonego w tej monografii symbolem A. Jest on hydrofobowy, a jego kąt zwilżania wynosi około 40 stopni (Bednarek i Kowalczyk, 2014; Drzymała, 2014). W celu uzyskania odpowiedniego uziarnienia badanego łupka miedziowego, jeden kilogram tej substancji poddano kruszeniu w kruszarce szczękowej. Skruszony materiał został poddany przesiewaniu przez sito o wymiarach oczek 0,125 mm. W ten sposób uzyskano około 250 g frakcji, która spełniała wymogi rozdrobnienia. Pozostała część łupka poddana została mieleniu przy wykorzystaniu młynka. Mielenie oraz przesiewanie prowadzono do momentu, w którym uzyskano łącznie 800 g łupka o uziarnieniu mniejszym niż 0,125 mm.

Flotację prowadzono w laboratoryjnej maszynie flotacyjnej typu Mechanobr. Do każdej pojedynczej flotacji używano 70 g łupka, który był umieszczany w celi o pojemności 250 cm³. Celę wypełniano wodą destylowaną. Rozpoczęcie każdej z flotacji poprzedzone było trzyminutowym mieszaniem zawiesiny łupka zawierającego stosowną ilość gamma-walerolaktonu. Produkty flotacji zbierano w następujących odstępach czasu: 120 s, 240 s, 540 s oraz 1500 s.

WYNIKI BADAŃ I ICH DYSKUSJA

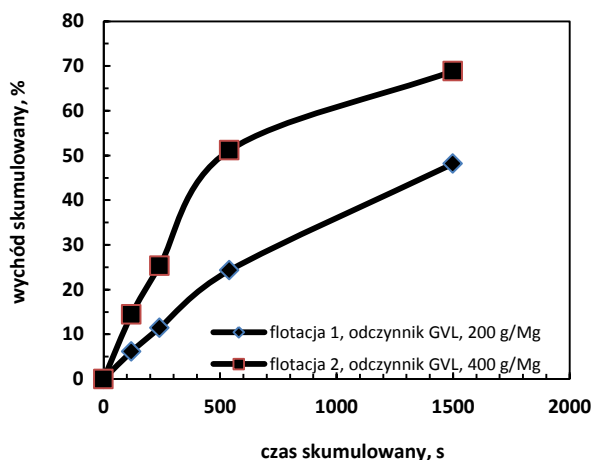
Do badań użyto dwóch dawek gamma-walerolaktonu: 200 g/Mg oraz 400 g/Mg. Wyniki flotacji z użyciem gamma-walerolaktonu przedstawiono na rys. 2.

Na podstawie wykresu można stwierdzić, że w obecności gamma-walerolaktonu zachodzi flotacja łupka miedziowego, a zastosowany odczynnik podczas procesu zachowuje się jak spieniacz. Rysunek ten sugeruje, że dla otrzymania wyższych wychodów (uzysków) łupka należałoby zastosować jeszcze wyższe jego stężenia, prawdopodobnie około 600g/ Mg. Jest to bardzo duża dawka, gdyż zwykle stosuje się znacznie niższe ilości, a w warunkach przemysłowych nawet tylko kilka g/Mg (Duchnowska et al., 2014).

PODSUMOWANIE

Frakcja łupkowa jest najbardziej skomplikowaną częścią polskiej rudy miedzi, zarówno pod względem składu skały płonnej jak i mineralizacji składników użytecznych. Na skład mineralogiczny tej frakcji składają się: kwarc, węglany (dolomit, kalcyt), siarczany (gips, anhydryt), siarczki miedzi oraz minerały ilaste i substancja organiczna. To właśnie stosunkowo

wysoka zawartość węgla organicznego jak i również minerałów ilastych jest przyczyną trudności podczas procesów wzbogacania. Obecność tych składników stwarza problemy z uwalnianiem drobnych wytrąceń siarczoków podczas procesu flotacji. Ma to duży wpływ na powstawanie strat metali w odpadach. Zatem flotacja łupka miedziowego jest trudnym zagadnieniem, które wymaga ciągłych badań i poszukiwania nowych rozwiązań. Dlatego też, w niniejszej pracy zaprezentowano wyniki flotacji łupka miedziowego z użyciem nowego odczynnika flotacyjnego o nazwie gamma-walerolakton. Otrzymane wyniki wskazują, że do flotacji naturalnie hydrofobowego łupka można zastosować nie tylko alkohole, ale także reagenty chemiczne o innym charakterze, w tym laktony. Zaletą użytego gamma-walerolaktonu jest jego łatwa i tania produkcja z celulozy, a wadą duże stężenie, które musi być zastosowane we flotacji. Stężenie to wynosi powyżej 400 gramów gamma-walerolaktonu na megagram flotowanego łupka.



Rysunek 2.

Porównanie wyników flotacji łupka przy użyciu gamma-walerolaktonu jako spieniacza stosując dawki 200 i 400 g/Mg

PODZIĘKOWANIA

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

LITERATURA

- Bednarek, P., Kowalczyk, P.B., 2014, *Kąt zwilżania łupka miedziowego w obecności różnych reagentów chemicznych*, w: Łupek miedziowy, Drzymała J., Kowalczyk P.B. (red.), WGGG PWr, Wrocław, 2014, 13-18.
- Drzymała, J., 2009, *Postawy mineralurgii*, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław.
- Drzymała, J., 2014, *Flotometryczna hydrofobowość łupka miedziowego*, w: Łupek miedziowy, Drzymała J., Kowalczyk P.B. (red.), WGGG PWr, Wrocław, 2014, 77-82.
- Duchnowska, M., Łuszczkiewicz, A., Drzymała, J., Konopacka, Ż., Kowalczyk, P.B., Bakalarz, A., Foszcz, D., Szyszka, D., Karwowski, P., 2014, *Opracowanie technologii wydzielenia węgla organicznego na etapie flotacji wstępnej*. Raport Nr I-11/2014/S-21, Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, listopad 2014.

- Kelly, E.G., Spottiswood, D.J., 1982. *Introduction to mineral processing*, Wiley, New York
- Laskowski, J., Łuszczkiewicz, A., 1989, *Przeróbka kopalni. Wzbogacanie surowców mineralnych*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Laskowski, J., 1998, *Frothers and frothing*, in: *Frothing in Flotation II*, J.S. Laskowski, E.T. Woodburn (eds.), Gordon and Breach, Australia, 1–49.
- Lekki, J., Drzymała, J., Szeja, W., 1977, *Określenie przydatności acetalu propylowego jako spieniacza przez badanie jego oddziaływań na granicy faz chalcogen-roztwór, Część II*, *Cuprum*, 3, 29-33.
- Luterbacher, J.S., Rand, J.M., Alonso, D.M., Han, J., Youngquist, J.T., Maravelias, Ch.T., Pflieger, B.F., Dumesic, J.A., 2014, *Nonenzymatic Sugar Production from Biomass Using Biomass-derived gamma-Valerolactone*, *Science*, 2014, 17, 277-280.
- Małyś, K., Pomianowski, A., 1976, *Charakterystyka współdziałania flotacyjnego spieniacza i kolektora*, *Fizykochemiczne Problemy Mineralurgii*, 10, 119-131.
- Wettstein, S.G., Alonso, D.M., Chong, Y., Dumesic, J.A., 2012, *Production of levulinic acid and gamma-valerolactone (GVL) from cellulose using GVL as a solvent in biphasic systems*, *Energy Environ. Sci.*, 2012, 5, 8199-8203.
- Wikipedia, 2014, <http://en.wikipedia.org/wiki/Gamma-Valerolactone>, dostęp grudzień 2014
- Wills, B.A., 1979, *Mineral processing technology*, Pergamon Press, Oxford.
- Wójtowicz, J., 1974, *Kierunki doskonalenia procesów wzbogacania rud miedzi LGOM-u z uwzględnieniem specyfiki tych rud*, *Fizykochemiczne Problemy Przeróbki Mechaniczne Kopalni*, Wrocław, Komitet Górnictwa PAN, 1974, 8, 107-115.