

Wpływ wybranych spieniaczy na proces wzbogacania łupka miedzionośnego metodą flotacji

Paulina Kaczmarska, Milena Chyla, Alicja Bakalarz

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

STRESZCZENIE

W pracy badano wzbogacanie łupka miedzionośnego metodą bezkolektorowej flotacji. Badania wykonano z użyciem sześciu różnych odczynników z grupy związków alkilopoliglikolowych: etery glikoli etylenowych C_nE_2 i etery glikoli propylenowych C_nP_m . Na podstawie otrzymanych wyników oraz sporządzonych krzywych wzbogacania stwierdzono brak wzbogacania koncentratu łupkowego w miedź, a nawet zubożenie koncentratów flotacyjnych w miedź w testach flotacji z wybranymi spieniaczami. Największe zubożenie koncentratu flotacyjnego łupka w miedź zanotowano dla eteru monometylowego glikolu dietylenowego (C_2E_2).

WSTĘP

Łupek miedzionośny to jedna z odmian litologicznych złoża rudy miedzi, które znajduje się w północnej części województwa dolnośląskiego i jest eksploatowane przez KGHM Polska Miedź. Ta odmiana jest najbardziej zasobna w miedź i cenne pierwiastki. Zbudowana jest głównie z minerałów ilastych, węglanów, substancji organicznej i kwarcu (Kucha, 2007). Ze względu na występowanie w rudzie łupkowej minerałów siarczkowych o bardzo małych rozmiarach (od 5 do 40 μm), jest ona najtrudniej wzbogacalna, gdyż praktycznie nie istnieje możliwość całkowitego uwolnienia minerałów użytecznych (Wójtowicz, 1974). Podczas flotacji, zawarte w łupku substancje organiczne, mające charakter hydrofobowy, przechodzą do koncentratu powodując obniżenie w nim zawartości miedzi. Minerale ilaste pokrywają większe ziarna hydrofilną powłoką, uniemożliwiając im wyflotowanie, dodatkowo zakłócają dostęp minerałów użytecznych do pęcherzyków powietrza (Spalińska, 2007). Mimo naturalnej hydrofobowości łupek nie flotuje w samej wodzie, dopiero obecność spieniacza powoduje „aktywację” hydrofobowości. Dzieje się tak dlatego, że spieniacze oprócz wytworzenia piany, powodują łatwiejsze zrywanie cienkiej warstwy cieczy pomiędzy ziarenkiem a pęcherzykiem gazowym, co może mieć wpływ na „aktywację” hydrofobowości (Witecki i in., 2014). W jednej z prac Szyszki i współpracowników (2014) stwierdzono, że szybkość flotacji łupka oraz wartość uzysku rosną wraz ze wzrostem stężenia odczynników z grupy alkilopoliglikolowych.

Celem pracy było zbadanie wzbogacania w miedź łupka miedzionośnego pochodzącego z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego w procesie bezkolektorowej flotacji w obecności sześciu wybranych spieniaczy z grupy eterów alkilopoliglikolowych.

MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Badaniu poddano łupek miedzionośny pochodzący z obszaru Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedzionośnego (LGOM) z rejonu Zakładów Górniczych Rudna (KGHM Polska Miedź S.A.) flotacji. Jako spieniaczy w testach flotacji użyto:

- eter monometylowy glikolu dietylenowego (C_2E_2)
- eter monobutylowy glikolu dietylenowego (C_4E_2)
- eter monoheksylowy glikolu dietylenowego (C_6E_2)
- eter monometylowy glikolu tripropylenowego (C_1P_3)
- eter dimetylowy glikolu dipropylenowego ($C_{1,1}P_2$)
- eter monopropylowy glikolu tripropylenowego (C_3P_3).

Właściwości wybranych do badań spieniaczy zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1.

Podstawowe właściwości odczynników z grupy związków alkilopoliglikolowych (Sigma Aldrich, 2015, Yaws, 2015)

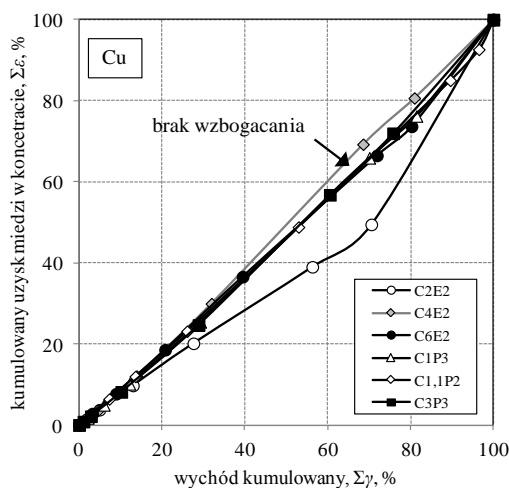
Skrót odczynnika	Wzór chemiczny	Sumaryczny wzór chemiczny	CAS	Masa molowa, g/mol	Gęstość, g/cm ³
C_2E_2	$C_2H_5OCH_2CH_2OCH_2CH_2OH$	$C_6H_{14}O_3$	111-90-0	134,17	0,999
C_4E_2	$CH_3(CH_2)_3OCH_2CH_2OCH_2CH_2OH$	$C_8H_{18}O_3$	112-34-5	162,23	0,952
C_6E_2	$CH_3(CH_2)_5OCH_2CH_2OCH_2CH_2OH$	$C_{10}H_{22}O_3$	112-59-4	190,28	0,935
C_1P_3	$CH_3(OC_3H_6)_3OH$	$C_{10}H_{22}O_4$	25498-49-1	206,28	0,940
$C_{1,1}P_2$	$CH_3OC_3H_6OC_3H_6OCH_3$	$C_8H_{18}O_3$	111109-77-4	162,23	0,902
C_3P_3	$CH_3CH_2CH_2O(C_3H_6O)_2C_3H_6OH$	$C_{12}H_{26}O_4$	96077-04-2	234,33	0,935

Nadawę do flotacji stanowiła próbka łupka miedzionośnego o masie 300 g. Bezpośrednio przed każdym testem flotacji nadawę mielono na mokro w młynie kulowym przez 60 minut. Taki czas mielenia zapewniał zawartość ziarn poniżej 0,040 mm na poziomie 84%. Badania flotacji prowadzono w maszynie typu mechanicznego Mechanobr w komorze flotacyjnej wykonanej ze szkła akrylowego o pojemności 1 dm³. Na czoło każdej flotacji podawano stałą dawkę spieniacza równą 50 g/Mg. Piana zbierano za pomocą ręcznego zgarniaka. Podczas procesu flotacji stężenie odczynnika spieniającego utrzymywane było na stałym poziomie poprzez uzupełnianie komory flotacyjnej wcześniej przygotowanego roztworu spieniacza. Każdy test flotacji trwał 45 minut. Podczas każdego eksperymentu odbierano po 6 koncentratów. Po każdej flotacji produkty suszono w laboratoryjnej suszarce w temperaturze 105 °C. Po wykonaniu wszystkich testów flotacji oraz wysuszeniu próbek i określeniu ich wychodów, przygotowywano próbki do analizy na określenie zawartości miedzi.

WYNIKI I DYSKUSJA BADAŃ

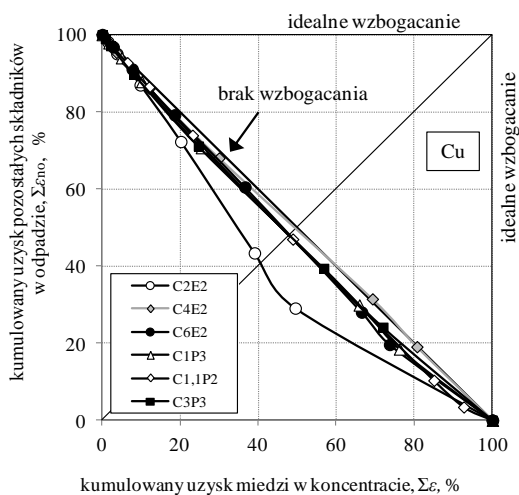
Na podstawie otrzymanych wyników badań przygotowano bilanse wzbogacania oraz w celu porównania wzbogacania łupka w miedź w poszczególnych testach sporządzono krzywe wzbogacania Mayera (rys. 1), Fuerstenaua (rys. 2) oraz Halbicha (rys. 3). Zastosowane odczynniki można podzielić na dwie grupy: etery glikoli etylenowych C_nE_2 i etery glikoli propylenowych C_nP_m .

W wyniku przeprowadzonych testów flotacji, dla obu grup badanych spieniaczy niezależnie od długości łańcucha węglowodorowego stwierdzono brak wzbogacania łupka w miedź, a nawet zubożenie koncentratu flotacyjnego w miedź. Praktyczny brak wzbogacania łupka w miedź (krzywa wzbogacania pokrywa się z linią „braku wzbogacania”) stwierdzono dla testu z użyciem spieniacza C_4E_2 (rys. 1 i 2). W przypadku pozostałych spieniaczy zaobserwowano zubożenie koncentratu w miedź (krzywe wzbogacania leżą poniżej linii „braku wzbogacania”). Najbardziej wyraźne i największe zubożenie koncentratu w miedź zanotowano dla testu w obecności najkrótszego spieniacza C_2E_2 .



Rysunek 1.

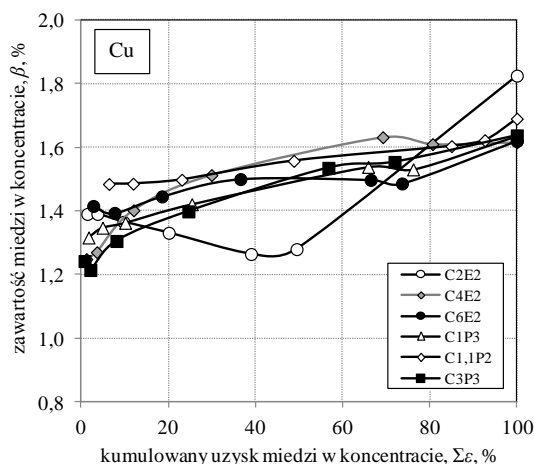
Krzywa wzbogacania Mayera w układzie wychód produktu-uzysk Cu w koncentracie dla wszystkich wykonanych testów flotacji



Rysunek 2.

Krzywa wzbogacania Fuerstenaua w układzie uzysk Cu w koncentracie-uzysk pozostałych składników w odpadzie dla wszystkich wykonanych testów flotacji

Zależności przedstawione na rys. 3 potwierdzają dane pokazane na rys. 1–2. Krzywe Halbicha wyraźnie pokazują, że zawartość miedzi w koncentraty po flotacji łupka jest niższa od zawartości tego metalu w nadawie i waha się w granicach od 1,2 do maksymalnie 1,6%, co potwierdza brak flotacji składników miedzionośnych do koncentratu (test ze spieniaczem C₄E₂), a także pozostawanie ich w znacznej części w odpadzie flotacyjnym (w testach z pozostałymi spieniaczami).



Rysunek 3.

Krzywa wzbogacania Halbicha w układzie uzysk Cu w koncentracie-zawartość Cu w koncentracie dla wszystkich wykonanych testów flotacji

WNIOSKI

W pracy zbadano wzbogacanie w miedź łupka miedzionośnego za pomocą bezkolektorowej flotacji w obecności sześciu wybranych spieniaczy z grupy związków alkilopoliglikolowych. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono brak, a nawet zubożenie koncentratów flotacyjnych w miedź w testach flotacji z wybranymi do badań spieniaczami. Największe zubożenie koncentratu flotacyjnego łupka w miedź zanotowano dla najkrótszego z analizowanych spieniaczy eteru monometylowego glikolu dietylenowego (C_2E_2). Otrzymane wyniki sugerują, że odczynnik ten mógłby pełnić rolę selektywnego spieniacza do procesu preflotacji, którego celem jest wyflotowanie z rudy miedzi nośników węgla organicznego, przy jak najniższych wskaźnikach wzbogacania dla składników miedzionośnych. Zagadnienie to wymagałoby dalszych badań.

PODZIĘKOWANIA

Praca powstała w oparciu o wyniki badań przedstawionych w pracy dyplomowej autorstwa Pauliny Kaczmarskiej pt. „Flotacja łupka miedzionośnego w zależności od temperatury”, zrealizowanej na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej.

Praca była częściowo realizowana w ramach zlecenia statutowego Politechniki Wrocławskiej B50182.

LITERATURA

- KUCHA, H., 2007, *Mineralogia kruszcowa i geochemia ciała rudnego złoża Lubin-Sieroszowice*, Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego, 423,77-94.
- SPALIŃSKA B., STEC R., SZTABA K., 2007, *Miejsce i rola przeróbki rudy w kompleksie technologicznym KGHM Polska Miedź S.A.*, Monografia KGHM Polska Miedź S.A. (red. A. Piestrzyński i in.), 463- 472.
- SZYSZKA D., SIWIĄK M., KOWALCZUK P., 2014, *Kinetyka flotacji łupka miedzionośnego za pomocą eteru butylo-trójpropylenoglikolowego*. W: Łupek miedzionośny, WGGG, PWr, Wrocław, 65-59.

- WITECKI K., DUCHNOWSKA M., KOWALCZUK B., 2007, *Rozmiar i hydrofobowość flotujących ziarn łupka miedzionośnego w obecności speniaczy*. W: Łupek miedzionośny, WGGG, PWr, Wrocław, 83-90.
- WÓJTOWICZ, J., 1974, *Kierunki doskonalenia procesów wzbogacania rud miedzi LGOM-u z uwzględnieniem specyfiki tych rud*, Fizykochemiczne Problemy Przeróbki Mechanicznej Kopalni, Wrocław, Komitet Górnictwa PAN, 8,107,115.