

Flotacja łupka i bornitu z LGOM w obecności speniacza oraz wybranych reagentów modyfikujących

Alicja Swobodzińska, Jan Drzymała

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

Streszczenie

Bornit i łupek miedzionośny z LGOM nie flotują w celce Hallimonda w czystej wodzie, chociaż obserwuje się ich pewne wyniesienie mechaniczne. Flotacja bornitu i łupka pojawia się po dodaniu speniacza, którym był metyloizobutylokarbinol (MIBC) lub eter heksadecyloeoicosaetyleno-glikolowy (C₁₆E₂₀). Flotację bornitu można także zainicjować dodatkiem soli w postaci CuSO₄ lub FeCl₂. Jedynie CH₃COONa i Na₂S nie powodują flotacji solnej bornitu. Jednakże, dodatek speniacza do układu flotacyjnego zawierającego już te modyfikatory indukuje flotację bornitu, co wskazuje, że zarówno octan sodu jak i Na₂S oraz polifosforan (NaPO₃)₆ nie są depresorami flotacji bornitu.

Wprowadzenie

Eksploatowaną w Polsce przez KGHM rudę miedzi wzbogaca się flotacyjnie (Laskowski i Łuszczkiewicz, 1989). Do koncentratu flotacyjnego, obok siarczkowych minerałów miedzi, trafiają także w pewnych ilościach minerały ilaste oraz substancja organiczna. Minerale te rozcieńczają koncentrat, przez co nie osiąga on zbyt dużych zawartości miedzi (Spalińska i inni, 2007). W niektórych przypadkach ilość substancji organicznej, wyrażanej w postaci zawartości węgla organicznego, jest zbyt duża, co powoduje perturbacje w procesie wytopu miedzi techniką zawieszinową. Jako progową zawartość Corg podaje się 7,5 % (Skorupska i inni, 2011). Dlatego konieczne staje się opracowanie modyfikacji obecnego procesu flotacyjnego w celu obniżenia zawartości Corg w końcowych siarczkowych koncentratkach przemysłowych kierowanych do pieców zawieszinowych. Jedną z koncepcji mogącej doprowadzić do rozwiązania problemu jest zastosowanie wstępnej flotacji rudy miedzi w obecności tylko speniaczy, nazywanej także preflotacją (Konieczny i inni, 2013). Podczas preflotacji flotują minerały naturalnie hydrofobowe, do których należy materia organiczna. Jednak bezkolektorowej flotacji w obecności speniaczy ulegają także niektóre minerały siarczkowe (Konieczny i inni, 2015), w tym prawdopodobnie bornit (Drzymała i inni 2016), mniej chalkozyn (Trochanowska i Drzymała, 2017). Flotacja minerałów siarczkowych, wraz z materia organiczną powoduje, że jest ona mało selektywna, a zatem mało skuteczna. Z tego powodu proces preflotacji w obecności tylko speniacza powinien zostać zmodyfikowany. Jednym z rozwiązań może być użycie depresorów flotacji siarczków. Dlatego celem tej pracy było sprawdzenie, czy obecnie znane wybrane depresory flotacji siarczków mogą być przydatne do tego celu. Do grupy depresorów flotacji siarczków należą polifosforany i siarczek sodu oraz niektóre sole (Drzymała, 2009). Oprócz tego sprawdzono jak przebiega pre-flotacja w obecności innych reagentów takich jak CuSO₄, FeCl₂ oraz octan sodu CH₃COONa.

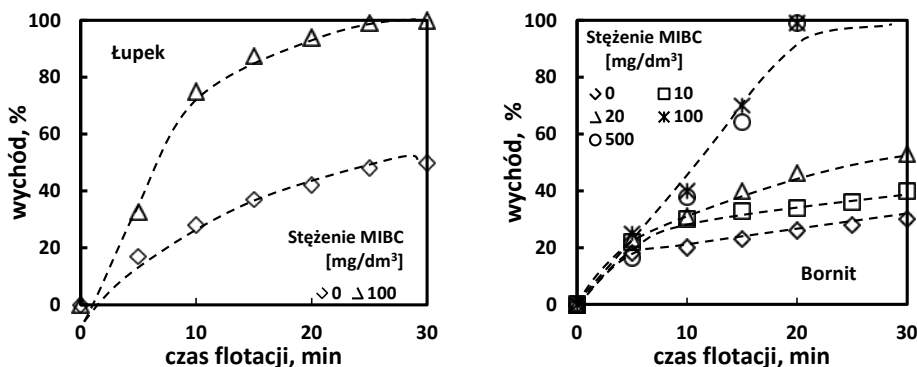
Metodyka badań

Do badań użyto bornitu i łupka z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, które oddzielnie skruszono ręcznie w moździerzu. Flotację przeprowadzono w jednopęcherzykowej celce Hallimonda o pojemności 200 cm³, wysokości 36 cm i stałym przepływie powietrza 6,17·10⁻⁷ m³/s. Nadawa miała masę 1,2 g. Spieniaczem we flotacji był albo MIBC (metyloizobutylokarbinol) albo C₁₆E₂₀ (Brij58 zawierający głównie eter heksadecyloicoesaetylenoglikolowy) o wzorze chemicznym C₁₆H₃₃O(C₂H₄O)₂₀H.

Wyniki badań i ich dyskusja

Flotacja łupka oraz bornitu w obecności spieniacza

Wyniki flotacji łupka oraz osobno bornitu w obecności różnych dawek spieniacza MIBC, za prace Drzymala i innych (2016), przedstawiono na rys. 1.

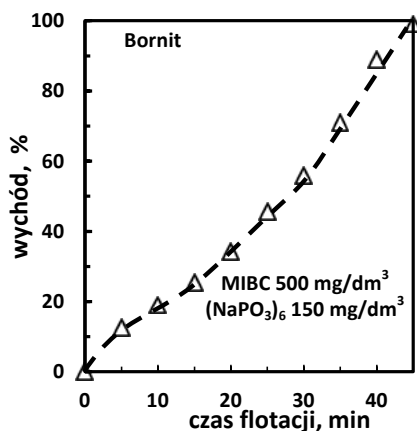


Rys. 1. Flotacja: a) łupka miedzionosnego (0,075-0,040 mm), b) bornitu (0,100-0,040 mm) w obecności MIBC (Drzymala i inni, 2016)

Z rysunku 1. wynika, że zachowanie obu minerałów we flotacji jest podobne. Nie flotują one bez obecności spieniacza, ale ich flotacja zachodzi całkowicie w obecności 100 mg/dm³ MIBC.

Flotacja bornitu w obecności MIBC i sześciometafosforanu sodu

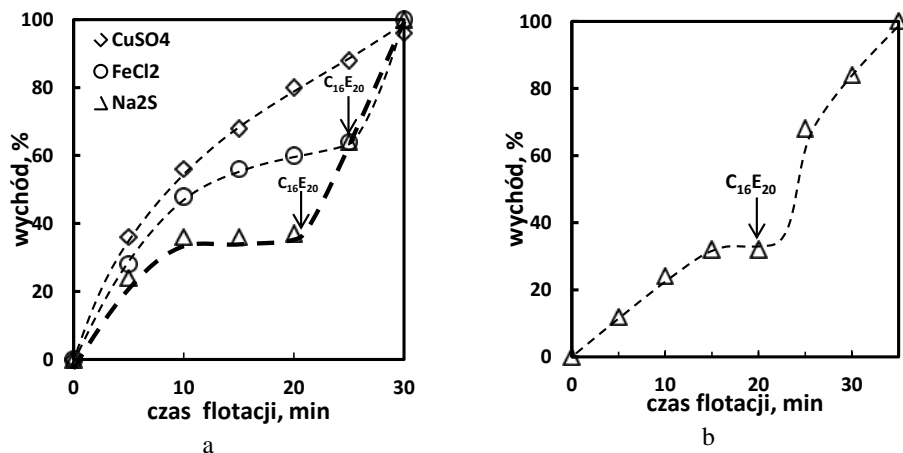
Sześciometafosforan sodu jest znanym odczynnikiem regulującym flotację. Zgodnie z rysunkiem 2. dawka 150 mg/dm³ tego odczynnika nie powoduje żadnych zmian w wychodzie bornitu flotowanego w obecności MIBC.



Rys. 2. Flotacji bornitu (100-32 μm) w celce Hallimonda w obecności $(\text{NaPO}_3)_6$ (150 mg/dm^3) oraz MIBC (500 mg/dm^3)

Flotacja bornitu w obecności tylko depresora, a następnie po dodaniu spieniacza $\text{C}_{16}\text{E}_{20}$

Podobne do poprzednich eksperymenty flotacyjne wykonano z udziałem takich substancji jak siarczan miedzi (CuSO_4), chlorek żelaza(II) (FeCl_2), siarczek sodu (Na_2S) oraz octanu sodu (CH_3COOH). Zmiana procedury flotacji polegała na tym, że najpierw flotację prowadzono tylko w obecności modyfikatora procesu, a następnie wprowadzono speniacz, którym był $\text{C}_{16}\text{E}_{20}$. Wyniki tych badań zamieszczono na rysunkach 3a oraz 3b.



Rys. 3. Kinetyka flotacji bornitu o rozmiarach ziarn 100-40 μm w celce Hallimonda w obecności odczynników. a) Stężenie spieniacza 25 mg/dm^3 , depresora $2,5 \cdot 10^{-3}\text{M}$. pH flotacji: $\text{pH}_{\text{CuSO}_4}=3,5$; $\text{pH}_{\text{FeCl}_2}=3,3$ i $\text{pH}_{\text{Na}_2\text{S}}=10,65$. b) Stężenie octanu sodu $2,5 \cdot 10^{-3}\text{M}$, ilość spieniacza 25 mg/dm^3 , pH=naturalne. Momenty dodania spieniacza zaznaczono strzałkami

Kinetyki flotacji zamieszczone na rys. 3a i b wskazują, że octan sodu oraz siarczek sodu powodują flotacji bornitu, ale jego flotację można wywołać dodając do układu speniacz.

Siarczan miedzi ma korzystny wpływ na flotację bornitu nawet bez spinacza, gdyż pojawia się tak zwana flotacja solna. W pośredni sposób działa chlorek żelaza(II), gdyż powoduje on umiarkowaną flotację solą bornitu, a dodatek spieniaacza wzmacnia ten proces.

Wnioski

Kinetyka flotacji bornitu zależy od spieniaacza oraz innych modyfikatorów procesu. Bez spieniaacza bornit nie flotuje w celce Hallimonda, chociaż obserwuje się pewne wyniesienie mechaniczne ziarn tego minerału. Flotację bornitu można sprowokować dodaniem do układu flotacyjnego spieniaacza lub spieniaczy, w tym takie, jakie użyto w badaniach, to jest MIBC, czy też $C_{16}E_{20}$. Flotację badanego bornitu można także zainicjować dodatkiem soli, w tym $CuSO_4$ czy $FeCl_2$. Jedynie octan sodu i Na_2S nie powodują flotacji solnej bornitu. Jednakże, dodatek spieniaacza do układu flotacyjnego zawierającego modyfikator indukuje flotację bornitu, co wskazuje, że zarówno octan sodu (CH_3COONa) jak i siarczek sodu (Na_2S) oraz polifosforan ($NaPO_3$)₆ nie są depresorami flotacji tego siarczku.

Podziękowania

Praca została sfinansowana ze zlecenia statutowego Politechniki Wrocławskiej 0401/ 0129/17.

Literatura

- DRZYMAŁA, J., SWEBODZINSKA, A., DUCHNOWSKA, M., BAKALARZ, A., ŁUSZCZKIEWICZ A., KOWALCZUK, P.B., 2016. *Preliminary study on collectorless flotation of chalcocite, bornite and copper-bearing shale in the presence of selected frothers*, E3S Web Conf., 8 (2016) 01031, Mineral Engineering Conference MEC2016, Swieradow-Zdroj, Poland, September 25-28, 2016, P.B. Kowalczyk and J. Drzymala (Eds.)
- DRZYMAŁA, J., 2009. *Podstawy mineralurgii*, wyd. 2. zm., Ofic. Wyd. PWr, Wrocław
- KONIECZNY, A., DUCHNOWSKA, M., KALETA, R., PAWŁOS, W., KOWALCZUK, P.B., KRZEMIŃSKA, M., BAKALARZ, A., KASIŃSKA-PILUT, E., PRĘDKI, J., ŁUSZCZKIEWICZ, A., DRZYMAŁA, J., 2015, Analiza wyników usuwania węgla organicznego z rudy miedzi za pomocą flotacji spieniaczami, 11. Międzynarodowa Konferencja Przeróbki Rud Metali Nieżelaznych ICNOP'2015, Trzebieiszowice, 27-29.05.2015, str. 147–155
- KONIECZNY, A., PAWŁOS, W., KRZEMIŃSKA, M., KALETA, R., KURZYDŁO, P., *Evaluation of organic carbon separation from copper ore by pre-flotation*, Physicochem. Probl. Miner. Process. 49(1), 2013, 189–201
- LASKOWSKI, J., ŁUSZCZKIEWICZ A., 1989, *Przeróbka kopalni. Wzbogacanie surowców mineralnych*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław
- SKORUPSKA, B., WIENIEWSKI, A., KUBACZ, N., 2011. *Możliwości produkcji koncentratów miedziowych o zróżnicowanej zawartości składników organicznych*. W: *Górnictwo i Geologia*, 2011. Tom 6, zeszyt 2.
- SPALIŃSKA B., STEC R., SZTABA K., 2007. *Miejsce i rola przeróbki rudy w kompleksie technologicznym KGHM Polska Miedź S.A.* W: *Monografia KGHM Polska Miedź S.A.*
- TROCHANOWSKA, J., DRZYMAŁA, J., 2017. *Porównanie flotacji łupka i chalkozynu testowanych we flotowniku Hallimonda bez odczynników, w obecności tylko spieniaacza, a także za pomocą heksyloaminy*, w: *Łupek miedzianożny III*, Kowalczyk P.B., Drzymala J. (eds), WGGG PWr, Wrocław, 133-137