

Wpływ wybranych parametrów hydrodynamiki na flotację łupka miedzionośnego

Anna Złotek, Tomasz Ratajczak

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

Streszczenie

Badano flotację łupka miedzionośnego w wodzie destylowanej oraz w roztworze MIBC, przy stałych i zmiennych wartościach przepływu powietrza (Q) oraz prędkości obrotów wirnika (v). Dodatkowo, prowadzono obserwacje i pomiar wysokości piany. Badania wykazały, że wybrane parametry hydrodynamiczne mają wpływ na otrzymane wychody produktów flotacji łupka miedzionośnego, zarówno w wodzie destylowanej, jak i w roztworze MIBC. Najlepsze wyniki flotacji łupka otrzymano przy przepływie powietrza $Q = 75 \text{ dm}^3/\text{h}$ oraz prędkości obrotów wirnika od $v = 2004\text{--}2503 \text{ obr}/\text{min}$. Największą pianę obserwowano, przy $Q = 100 \text{ dm}^3/\text{h}$ i $v = \text{const} = 2503 \text{ obr}/\text{min}$ oraz $v = 3001 \text{ obr}/\text{min}$ i $Q = \text{const} = 50 \text{ dm}^3/\text{h}$.

Wprowadzenie

Flotacja jest złożonym procesem fizykochemicznym, zależnym od wielu czynników, wśród których znajdują się parametry pracy maszyn flotacyjnych (Gaudin, 1963; Laskowski i Łuszczkiewicz, 1989; Drzymała, 2001; 2009; Wills i Finch, 2016). Zbadanie wpływu parametrów hydrodynamicznych maszyny flotacyjnej, jakimi są prędkość obrotów wirnika oraz przepływ powietrza na proces flotacji łupka miedzionośnego B, pozwala na określenie optymalnych zakresów, przy których proces jest najbardziej wydajny.

Metodyka badań

Do badań użyto łupka miedzionośnego B, pochodzącego z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego. Badany łupek miedzionośny B charakteryzował się zawartością miedzi na poziomie 2,95%, substancji organicznych 7,2% oraz dwutlenku węgla 15,1% i został sklasyfikowany jako łupek ilasto-dolomityczny niskomiedziowy wysokowęglowy (Drzymała i inni, 2017).

Flotację łupka, o uziarnieniu poniżej 0,1 mm, prowadzono w wodzie destylowanej oraz w obecności speniacza (MIBC) o stężeniu $70 \text{ mg}/\text{dm}^3$. Badania prowadzono w maszynie flotacyjnej Mechanobr z elektronicznym miernikiem prędkości obrotów oraz zainstalowanym miernikiem przepływu powietrza, w celce o objętości $0,3 \text{ dm}^3$. Nadawa łupka B (50 g) i stężenie speniacza były stałe dla każdego procesu flotacyjnego. Flotację prowadzono w celce o objętości $0,3 \text{ dm}^3$, w czasie 30 minut, przy zmiennych parametrach hydrodynamicznych (prędkości obrotów wirnika oraz przepływie powietrza), zgodnie z tabelą 1. Podczas flotacji łupka miedzionośnego B w roztworze MIBC mierzono linijką wysokość piany, w stałym punkcie celki flotacyjnej, każdorazowo przy zmianie naczynia odbierającego dany produkt. Zebrane produkty wysuszone i zważono, a na podstawie uzyskanych danych stworzono bilanse masowe oraz wykresy kinetyki flotacji (Brożek i Młynarczykowska, 2009). Dokładniejszą metodykę badań zawarto w pracy Złotek, 2019.

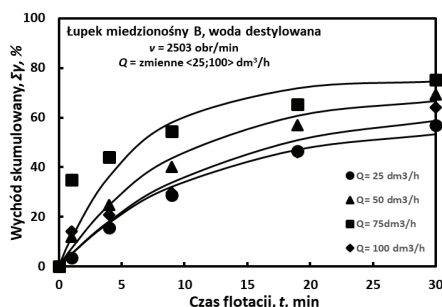
Tabela 1. Parametry flotacji łupka miedzionośnego

Roztwór flotacyjny	Prędkość obrotów wirnika, v , obr/min	Przeływ powietrza, Q , dm ³ /h
WODA DESTYLOWANA/ MIBC	2503	25
		50
		75
		100
	1500	50
	2004	
3001		

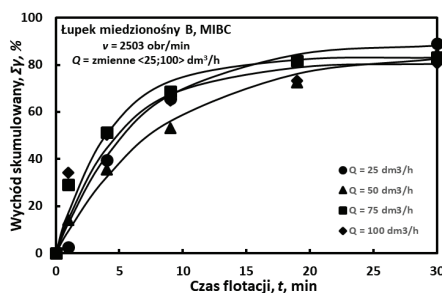
Wyniki i dyskusja badań

a) Flotacja łupka miedzionośnego B przy zmiennym przepływie powietrza

Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono kinetykę flotacji łupka B w wodzie destylowanej (rys. 1) oraz w roztworze MIBC (rys. 2), w zależności od przepływu powietrza (Q), przy stałej prędkości obrotów wirnika maszyny flotacyjnej (v).



Rys. 1. Kinetyka flotacji łupka miedzionośnego B w wodzie destylowanej, przy zmiennym przepływie powietrza i stałej prędkości obrotów wirnika



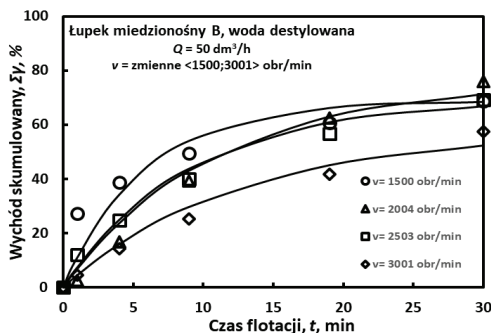
Rys. 2. Kinetyka flotacji łupka miedzionośnego B w roztworze MIBC, przy zmiennym przepływie powietrza i stałej prędkości obrotów wirnika

Najwyższe wychody flotacji łupka B uzyskano dla przepływów powietrza o wartości $Q = 75$ dm³/h, nieco niższe dla 50dm³/h, a najniższe dla najmniejszego oraz największego przepływu, tj. przy $Q = 25$ oraz 100 dm³/h.

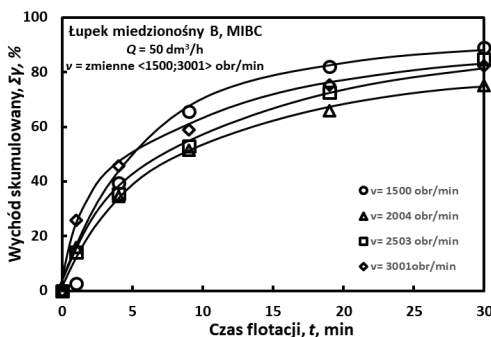
W przypadku flotacji łupka w obecności MIBC (rys. 2), zaobserwowano wyższe wychody dla przyjętych wartości przepływu (Q), w porównaniu do badań wykonywanych bez spieniacza (rys. 1). Dodatkowo wykazano, że wyższe wychody flotacji łupka uzyskano przy przepływie $75 \text{ dm}^3/\text{h}$, w czasie pierwszych 20 minut flotacji. Przy czasie 30 minuty flotacji wychody łupka były zbliżone i osiągały około 80–85%.

b) Flotacja łupka miedzionośnego B przy zmiennej wartości obrotów wirnika

Na rysunkach 3 oraz 4 przedstawiono wyniki flotacji badanego materiału w wodzie destylowanej (rys. 3) i roztworze MIBC (rys. 4), przy zmiennych wartościach obrotów wirnika, a stałym przepływie powietrza (tabela 1).



Rys. 3. Kinetyka flotacji łupka miedzionośnego B w wodzie destylowanej, przy zmiennej prędkości obrotów wirnika i stałym przepływie powietrza



Rys. 4. Kinetyka flotacji łupka miedzionośnego B w roztworze MIBC, przy zmiennej prędkości obrotów wirnika i stałym przepływie powietrza

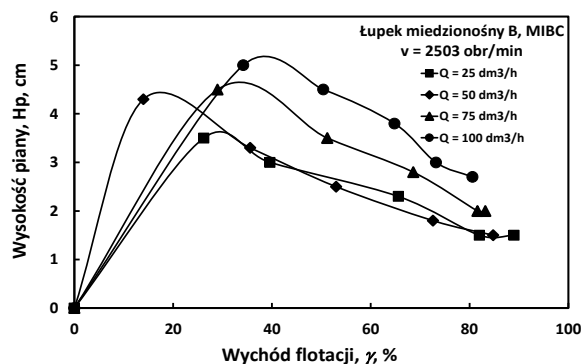
Z rysunku 3 wynika, że wyższe wychody flotacji łupka B w wodzie destylowanej w czasie 15 minut flotacji, uzyskano przy obrotach wirnika 1500 min^{-1} , nieco niższe dla 2004 min^{-1} oraz 2503 min^{-1} . Najwyższa, przyjęta prędkość obrotów wirnika, na poziomie 3001 min^{-1} , wpływała na pogorszenie wyników flotacji.

Dla flotacji łupka B w roztworze MIBC (rys. 4), w pierwszych minutach flotacji najwyższe wyniki flotacji łupka, osiągnięto, przy najwyższych, przyjętych obrotach wirnika. Natomiast, naj-

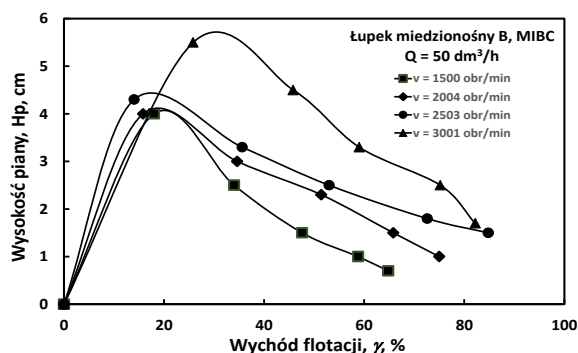
lepsze wyniki wychodów maksymalnych łupka uzyskano, przy prędkości wirnika 1500 obr/min i były wyższe o około 20% w porównaniu do flotacji łupka, prowadzonej w wodzie destylowanej (rys. 3).

c) Wysokość piany przy flotacji łupka miedzionośnego B w obecności MIBC

Na rysunkach 5 i 6 zestawiono zależności wychodu γ od wysokości piany flotacyjnej (H_p), przy zmiennym przepływie powietrza (rys. 5) oraz zmiennej prędkości obrotów wirnika (rys. 6).



Rys. 5. Związek między wysokością piany flotacyjnej H_p , a wychodem produktów γ , przy zmiennym przepływie powietrza i stałej prędkości obrotów wirnika (2503 obr/min)



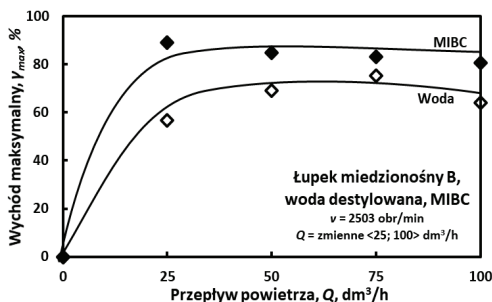
Rys. 6. Związek między wysokością piany flotacyjnej H_p , a wychodem produktów γ , przy zmiennej prędkości obrotów wirnika i stałym przepływie powietrza (50 dm^3)

Z wykresu (rys. 5) wynika, że wysokość piany i szybkość jej tworzenia się rosły wprost proporcjonalnie do przepływu powietrza Q , jednak nie miało to wpływu na efektywność flotacji, ponieważ ta rosła wraz ze spadkiem wartości regulowanego parametru, osiągając maksimum dla $Q = 25$ dm^3/h (rys. 2).

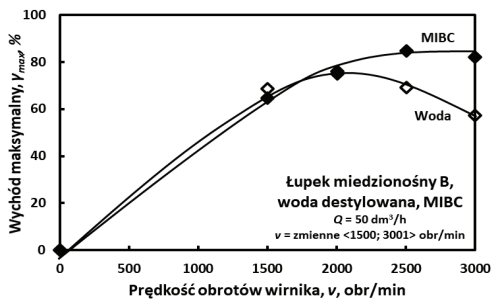
W przypadku zależności wysokości piany od wartości prędkości obrotów wirnika (rys. 6), zaobserwowano najwyższe wysokości piany flotacyjnej dla najwyższej, przyjętej, wartości prędkości obrotów wirnika maszyny, które wynosiły 3001 min^{-1} . Jednocześnie, najwyższe, maksymalne wychody uzyskano przy najwyższych obrotach wirnika, co pokazano również na rys. 4.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań, można stwierdzić, że flotacja łupka miedzionośnego B w roztworze MIBC była lepsza i szybsza, niż w wodzie destylowanej, przy zmiennych warunkach hydrodynamicznych (prędkości przepływu powietrza oraz obrotach wirnika maszyny flotacyjnej). Wykazano, że wyższe wychody flotacji łupka B otrzymano przy przepływie powietrza 25 dm³/h oraz 50 dm³/h, przy stałej wartości obrotów wirnika równej 2503 min⁻¹ oraz przy obrotach wirnika 2503; 3001 min⁻¹, przy stałym przepływie powietrza, wynoszącym 50 dm³/h (rys. 7 i 8). Dodatkowo, wykazano, że wysokość piany nie wpływała znacząco na uzyskane wychody flotacji badanego łupka.



Rys. 7. Zależności między maksymalnymi wychodami flotacji łupka miedzionośnego B w wodzie destylowanej i w roztworze MIBC, od wartości przepływów powietrza Q



Rys. 8. Zależności między maksymalnymi wychodami flotacji łupka miedzionośnego B w wodzie destylowanej i w roztworze MIBC, od prędkości obrotów wirnika v

Literatura

- BROŻEK M., MŁYNARCZYKOWSKA A., 2009. *Kinetyka flotacji*, Wydawnictwo Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.
- DRZYMAŁA J., 2001, 2009. *Podstawy mineralurgii*, Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław.
- DRZYMAŁA J., BOROWSKI K., KARWOWSKI P., PAŹIK P., KOWALCZUK P.B., 2017. *Próba klasyfikacji łupków LGOM na podstawie zawartości węglanów, minerałów ilastych, węgla organicznego oraz miedzi*, W: *Łupek miedzionośny III*, P.B. Kowalczyk, J. Drzymała (red.), WGGG PWR, Wrocław.
- GAUDIN A.M., 1963. *Flotacja*, Wydawnictwo "Śląsk", Katowice.

- LASKOWSKI J., ŁUSZCZKIEWICZ A., 1989. *Przeróbka kopalin. Wzbogacanie surowców mineralnych*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- WILLS B., FINCH J., 2016. *Wills' Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery Eighth Edition*, Elsevier, Waltham, MA, USA.
- ZŁOTEK A., 2019. *Wpływ hydrodynamiki na flotację łupka miedzionośnego*, praca dyplomowa, niepublikowana, WGGG PWr.