

Ewa Małysa, Agnieszka Surowiak**

WPŁYW ZMIAN ZAGĘSZCZENIA MĘTÓW FLOTACYJNYCH WĘGLA NA ILOŚĆ WODY W PRODUKTACH PIANOWYCH**

1. Wprowadzenie

Różnice we właściwościach powierzchniowych ziaren, a konkretnie różnice w ich zwilżalności wodą wykorzystuje się w procesie flotacji. Flotacja jest metodą rozdziału drobnych ziaren różniących się hydrofobowością [1, 2, 4, 5, 8]. Proces rozdziału przebiega w ten sposób, że przez męty flotacyjne, będące zawiesiną (mieszaniną) ziaren i wody (roztworów odczynników flotacyjnych) przepływają pęcherzyki powietrza (gazu). Ziarna hydrofobowe w wyniku zderzeń z pęcherzykami gazowymi łatwo przytwierdzają się do nich i powstaje agregat ziarno-pęcherzyk. Jeżeli powstały agregat ma mniejszą gęstość niż roztwór wodny, to wznosi się ku górze. Ziarna hydrofilne nie łączą się z pęcherzykami gazowymi i opadają na dno komory flotacyjnej, czyli toną.

Na wynik flotacji wpływają także wielkości pęcherzyków powietrza i wielkości ziaren oraz ich gęstości [2]. Wielkości pęcherzyków powietrza zmniejszają się po dodaniu odczynnika pianotwórczego, które zwiększają dyspersję powietrza w celu utworzenia piany.

We flotacji piana jest częścią układu flotacyjnego, gdzie następuje koncentrowanie ziaren minerału użytecznego (w naszym przypadku ziaren węgla o niskiej zawartości popiołu) i następnie jego oddzielenie od reszty zawiesiny flotacyjnej poprzez ciągłe usuwanie najwyższej warstwy piany wraz z zawartymi w niej cząstkami ciał stałych. Hydrofobne ziarna minerału użytecznego są wynoszone do warstwy piany poprzez tzw. „właściwą flotację”, czyli w postaci agregatów pęcherzyk powietrza – ziarno. Jednakże wskutek tzw. wyniesienia mechanicznego, czyli poprzez transport mechaniczny cząstek znajdujących się w warstwie cieczy otaczającej bańki gazowe, lecz nietworzących z nimi kontaktu trójfazowego, są wprowadzane do warstwy piany także inne ziarna, głównie skały płonnej [4, 10]. Część wody „towarzyszącej” bańkom wycieka z warstwy piany wraz z większymi zawie-

* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

** Artykuł opracowano przy wsparciu finansowym Europejskiego Grantu „SURUZ” nr INCO-CT-2003-003355 oraz w ramach pracy statutowej AGH nr 11.11.100.238

szonymi w niej cząstkami, a pozostała jest wynoszona do górnych warstw piany i ostatecznie przechodzi do objętości zbieranego koncentratu. Im mniejsze są cząstki, tym bardziej jest prawdopodobne, iż pozostaną w warstwie piany i przejdą do koncentratu. Im bardziej jest mokra warstwa usuwanej piany tym większa część cząstek w koncentracie będzie dostarczona raczej poprzez wyniesienie mechaniczne niż poprzez właściwą flotację, czyli tym niższa będzie selektywność rozdziału flotacyjnego. Z tych względów zawartości cieczy w warstwie piany jest czynnikiem mającym istotny wpływ na jakość rozdziału flotacyjnego [3, 6, 7, 12].

Celem pracy było określenie, w jaki sposób zmiana zagęszczenia zawiesiny flotacyjnej o danej objętości wpływa na zawartość cieczy w warstwie tworzonej piany. Pomiaru wykonywano metodą bezpośrednią poprzez ważenie produktu pianowego flotacji przed wysuszeniem i po wysuszeniu.

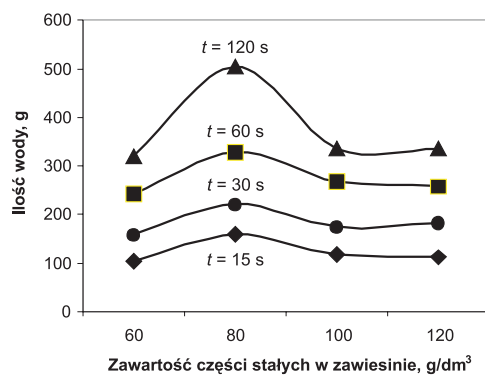
2. Przedmiot i metodyka pracy

Do badań użyto mułu węglowy typu 35.1 o niskiej zawartości popiołu ok. 2,6% o uziarnieniu $0,5 \div 0,045$ mm. Skład granulometryczny nadawy i zawartości popiołu w poszczególnych klasach podano w pracy [11]. Testy flotacyjne były wykonane przy użyciu maszyny laboratoryjnej typu Denver o pojemności komory 1 dm^3 w temperaturze pokojowej. Naważki węglowe moczo z wodą przez 15 minut w celu dokładnego zwilżenia materiału, następnie mieszano w maszynie laboratoryjnej przez 5 minut. Jako odczynnik flotacyjny zastosowano roztwory 10^{-3} mol/dm^3 n-heksanolu, który pełnił funkcję odczynnika zbierającego i pianotwórczego [8, 9]. Czas mieszania mułu węglowego w roztworach n-heksanolu wynosił 1 minutę. Pierwsze dwie frakcje zbierano co 15 sekund, a następne co 30 sekund i co 1 minutę. Ostatni koncentrat stanowił produkt pianowy zebrany w drugiej minucie flotacji. Produkty pianowe ważono z zawartością wody i po wysuszeniu. Doświadczenia wykonano dla różnych zawartości części stałych w zawieszynie flotacyjnej.

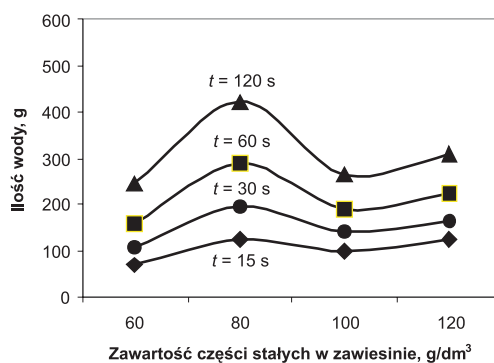
3. Omówienie wyników badań

W pracy zbadano jak zawartości części stałych w zawieszynie flotacyjnej wpływają na tworzenie się piany. Zawartości części stałych zmieniano w obrębie danej objętości zawiesziny. Wyniki badań przedstawiono na rysunkach 1–7.

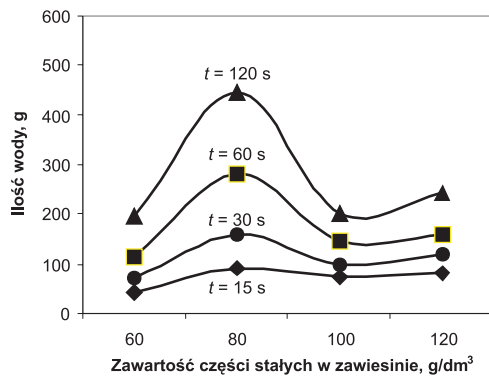
Na rysunkach 1–6 przedstawiono zależności ilości wody zebranej w produktach pianowych w funkcji zagęszczenia zawiesziny. Ilość wody w produktach pianowych zależy od zawartości części stałych w zawieszynie. Największe nawodnienie produktu pianowego uzyskano dla gęstości 80 g/dm^3 . W pozostałych przypadkach tj. dla 60, 100 i 120 g/dm^3 wartość ta spada, jednakże obserwowany jest nieznaczny wzrost wraz z podwyższeniem ilości części stałych. Zaobserwowana maksymalna ilość wody przy gęstości 80 g/dm^3 koreluje dobrze z wielkością wychodu koncentratu węglowego, który jest największy dla tego zagęszczenia [13]. Wychody koncentratu rosną wraz ze wzrostem zawartości części stałych przy przejściu od najmniejszych gęstości, tj. 60 g/dm^3 do średnich 80 g/dm^3 .



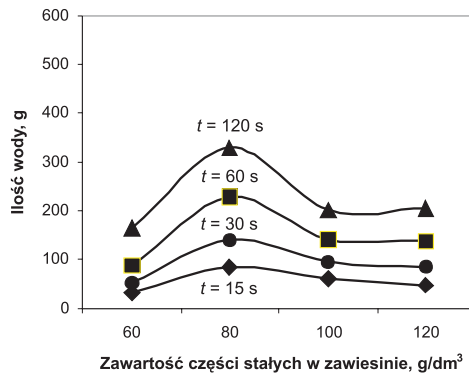
Rys. 1. Zależność ilości wody zawartej w pianie od gęstości zawiesziny flotacyjnej dla różnych czasów flotacji. Objętość zawiesziny flotacyjnej — 1 dm³.



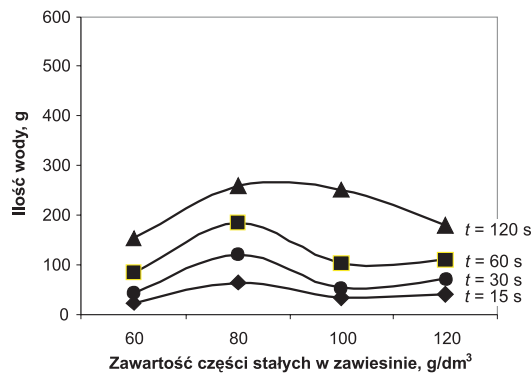
Rys. 2. Zależność ilości wody zawartej w pianie od gęstości zawiesziny flotacyjnej dla różnych czasów flotacji. Objętość zawiesziny flotacyjnej — 0,9 dm³.



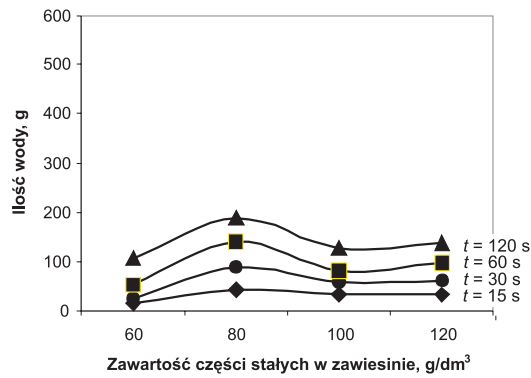
Rys. 3. Zależność ilości wody zawartej w pianie od gęstości zawiesziny flotacyjnej dla różnych czasów flotacji. Objętość zawiesziny flotacyjnej — 0,8 dm³.



Rys. 4. Zależność ilości wody zawartej w pianie od gęstości zawiesiny flotacyjnej dla różnych czasów flotacji. Objętość zawiesiny flotacyjnej — 0,7 dm³



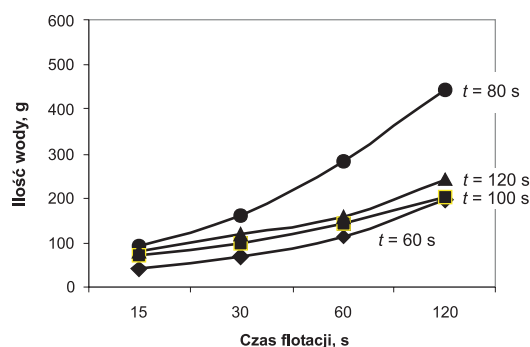
Rys. 5. Zależność ilości wody zawartej w pianie od gęstości zawiesiny flotacyjnej dla różnych czasów flotacji. Objętość zawiesiny flotacyjnej — 0,6 dm³



Rys. 6. Zależność ilości wody zawartej w pianie od gęstości zawiesiny flotacyjnej dla różnych czasów flotacji. Objętość zawiesiny flotacyjnej — 0,5 dm³

Ten zaobserwowany efekt jest wywołany tym, że im większa zawartość części stałych w mętach flotacyjnych, tym większe prawdopodobieństwo zajścia zderzenia ziaren z pęcherzykiem gazu i utworzenie agregatów ziarno – pęcherzyk. Natomiast dla wyższych gęstości tj. 100 i 120 g/dm³ zaobserwowano spadek wychodów koncentratów i ilości wody w produktach pianowych [13]. Może to być spowodowane tym, że duża ilość ziaren w mętach prowadzi do zderzenia pomiędzy sobą utworzonych już agregatów pęcherzyk – ziarno i w konsekwencji rozbicie takiego układu. Zniszczenie tych agregatów może spowodować wyciekanie cieczy z błonek, a co za tym idzie — spadek masy wody w produktach pianowych.

Na rysunku 7 podano zależność ilości wody od czasu flotacji dla wybranej objętości równej 0,8 dm³ zawiesiny o różnym jej zagęszczeniu: 60, 80, 100 i 120 g/dm³. Ilość wody zebrana w koncentraty rośnie wraz z czasem trwania procesu. I tak np. dla zawiesiny o zawartości części stałych 60 g/dm³ masa wody w produkcie pianowym po trzydziestu sekundach flotacji wyniosła około 160 g, podczas gdy po dwóch minutach wzrosła do 445 g.



Rys. 7. Zależność ilości wody zawartej w pianie od czasu flotacji t dla różnych gęstości zawiesiny flotacyjnej. Objętość zawiesiny flotacyjnej — 0,8 dm³

4. Podsumowanie

Istotnym czynnikiem wpływającym na proces flotacji węgla jest piana powstająca w maszynie flotacyjnej. W pianie następuje gromadzenie ziaren składnika użytecznego. Piana powinna być odpowiednio trwała oraz zawierać roztwór. Zbyt trwała piana jest uciążliwa z uwagi na problem z jej zgaszeniem po zgarnięciu koncentratu. Zawartość cieczy w pianie jest ważnym czynnikiem zarówno z uwagi na proces dodatkowej separacji w warstwie piany, jak też na ilość roztworu usuwaną wraz ze zgarnianą z koncentratem warstwą piany. Zbyt duża ilość cieczy w usuwanej wraz z koncentratem warstwie piany jest niekorzystna, ponieważ stanowi to obciążenie dla dalszych operacji przerobczych np. filtracji. Ponadto usuwany jest w ten sposób z układu flotacyjnego roztwór wraz z odczynnikami niezbędnymi dla procesu flotacji.

W pracy badano wpływ zawartości części stałych zawiesiny flotacyjnej na ilość cieczy w warstwie tworzonej piany.

Analiza wyników badań wykazała wpływ zawartości części stałych w mętach i czasu flotacji na ilość wody przeniesionej do produktu pianowego przy zachowaniu stałej objętości zawiesiny. Ilość wody rośnie wraz ze wzrostem gęstości zawiesiny i czasu trwania flotacji. Dla wszystkich czasów flotacji największa ilość wody niesiona wraz z produktem pianowym występuje przy zagęszczeniu 80 g/dm^3 . Zaobserwowany efekt wskazuje na to, że może istnieć korelacja pomiędzy wychodami koncentratów, a nawodnieniem produktów pianowych. Właśnie dla tej gęstości 80 g/dm^3 uzyskuje się najlepsze wyniki flotacji węgla.

LITERATURA

- [1] *Brzózka K., Ceglarska-Stefańska G., Małysa E., Marecka A., Orzechowska-Zięba A.*: Wybrane zagadnienia z fizykochemii węgla kamiennego. Kraków, Wyd. AGH 2003
- [2] *Drzymala J.*: Podstawy mineralurgii. Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2001
- [3] *Kitchener J.A., Cooper C.F.*: Current concepts in foams, *Quart. Rev. (London)*, 1959, 13, p. 71
- [4] *Konopacka Ż.*: Flotacja mechaniczna. Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej 2005
- [5] *Laskowski J.*: Wzbogacanie flotacyjne. Poradnik górnika. t. V. Katowice, Wyd. Śląsk 1976
- [6] *Laskowski J.S.*: in "Frothing in Flotation II" (Laskowski J.S. and Woodburn E.T.- Editors), Gordon and Breach Science Publishers, 1998, chap. 1, p. 1
- [7] *Leja J.*: Surface Chemistry of Froth Flotation. Plenum Press, New York and London, 1982
- [8] *Małysa E., Małysa K., Czarnecki J.*: A method of comparison of the frothing and collecting properties of frothers. *Colloids Surfaces*, 1987, No. 23, p. 29
- [9] *Małysa E.*: Floatability of coals as a function of surface activity of the alcohols. *Gosp. Sur. Min.*, 2000, t. 16, z. 4, pp. 45–54
- [10] *Małysa K.*: Liquid contents in foams formed from solutions of n-pentanol, n-hexanol, n-pentanoic and n-hexanoic acids, *Colloids Surfaces A.*, 1999, 156, pp. 465–474
- [11] *Małysa E., Surowiak A.*: Studies on water contents in froth products in coal flotation. 10th Conference on Environment and Mineral Processing. Ostrawa, 2006 (w druku)
- [12] *Pugh R.J.*: Foaming, foam films, antifoaming and defoaming, *Advances Coll. Interface Sci.*, 1996, 64, pp. 67–142
- [13] *Surowiak A.*: Wpływ zmian objętości zawiesiny i piany na wyniki flotacji węgla. WgiG AGH, Kraków, 2002 (praca magisterska)