

Jolanta Marciniak-Kowalska, Edyta Wójcik-Osip**

BADANIA PROCESU FLOTACJI WIELOSTRUMIENIOWEJ WĘGLA**

1. Wprowadzenie

Flotacja jest jedną z metod wzbogacania stosowaną do rozdziału bardzo drobnych ziarn mineralnych. Proces flotacji przeprowadza się w zawiesinie wodnej drobno zmielonego surowca mineralnego i polega na selektywnej adsorpcji pęcherzyków powietrza rozprasza-nych w tej zawiesinie, do wybranych ziarn mineralnych składnika użytecznego. Powstające agregaty pęcherzyków powietrza z ziarnami są lżejsze od wody i wypływają na powierzchnię zawiesiny tworząc produkt pianowy — koncentrat. Flotacja jest procesem złożonym i skomplikowanym, na którego przebieg wpływa wiele czynników związanych między innymi z: właściwościami flotowanego materiału, budową maszyny flotacyjnej, właściwościami fizyko-chemicznymi zawiesiny, reżimem odczynników flotacyjnych czy też sposobem napowietrzania zawiesiny.

Typ i wymiary komory flotacyjnej w zasadniczym stopniu zależą od: rodzaju wzboga-canego materiału, zawartości części stałych w mętach flotacyjnych, natężenia przepływu nadawy na flotację a więc i obciążenia powierzchniowego. Zgodnie z modelem matema-tycznym procesu sedymentacji Dohena [2–4], jeżeli flotację potraktujemy jako sedymenta-cję przy spełnionym warunku, że $\rho_s < \rho_c$, to obciążenie powierzchniowe q ma wartość pionowej składowej prędkości wypływania na powierzchnię zawiesiny w komorze flotacyjnej, ziaren fazy rozproszonej z zaadsorbowanymi i przywierającymi do ziaren pęcherzyka-mi powietrza. Wkłady wielostrumieniowe przeznaczone są głównie do podniesienia przede wszystkim efektywności procesów sedymentacji. Wypełnianie wnętrza osadnika wiązkami ukośnych przewodów wielostrumieniowych, spowoduje, że powierzchnia sedymentacji

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

** Artykuł opracowano w ramach pracy statutowej AGH nr 11.11.100.276

w takim osadniku wzrasta o sumę rzutów powierzchni przewodów na płaszczyznę poziomą. Z kolei ze wstępnych badań procesu flotacji z wypełnieniem [1, 5–7] wynika, że wkłady sprzyjają wzrostowi ilości i jakości produktu pianowego. Zastosowanie pakietów wkładów wielostrumieniowych powoduje stabilizację warunków hydraulicznych procesu flotacji, wydłuża drogę zarówno pęcherzyków powietrza jak i ziaren zawiesiny a więc zmniejsza prędkość wypływania pęcherzyków powietrza a zwiększa prawdopodobieństwo ich aktywnych i skutecznych zderzeń.

2. Badania i warunki przewodzenia procesu flotacji mułu węglowego

Materiał do badań procesu wzbogacania — flotacji mulów węglowych (węgiel typ 35.1) pochodził z zakładu przerobczego należącego do Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA i była to po procesie wzbogacania i klasyfikacji w hydrocyklonie nadawa na flotację. Do badań użyto odczynnik flotacyjny, który jest mieszaniną odczynnika pianotwórczego, aktywatora i zbieracza oraz dodatkowy aktywator.

Badanie składu granulometrycznego wykonano równolegle, w laserowym analizatorze rozkładu wielkości cząstek Analysette 22 firmy Fritsch oraz metodą analizy sitowej. Wyniki analizy sitowej wskazują, że nadawa była drobno uziarniona. Klasa 0÷100 μm stanowiła 68% całego materiału.

Badania procesu flotacji przeprowadzono w standardowej laboratoryjnej maszynie flotacyjnej. Użyto specjalnie przygotowanej komory flotacyjnej o pojemności 5 dm^3 wykonanej ze szkła organicznego. Jako wypełnienie zastosowano wkłady wielostrumieniowe. Do badań użyto odczynnik flotacyjny o nazwie handlowej Flotomix, który zawiera odczynnik pianotwórczy, aktywator i zbieracz oraz dodatkowy aktywator.

W poszczególnych seriach badań sprawdzano wpływ na technologiczne wskaźniki procesu flotacji, zabudowy laboratoryjnej komory flotacyjnej wkładami wielostrumieniowymi. Badania przeprowadzono pod kątem oceny możliwości stosowania wkładów i zwiększenia wychodu koncentratu flotacyjnego γ_k przy jednoczesnym zmniejszeniu w nim zawartości popiołu ϑ .

Badania przeprowadzono w czterech seriach a parametrami zmiennymi były:

- ilość dozowanych odczynników,
- fakt czy dodawane odczynniki był w postaci emulsji.

Początkowe dawki odczynników flotacyjnych ustalono na podstawie informacji uzyskanych w zakładzie przerobczym.

Wykonano cztery serie badań po trzy flotacje frakcjonowane, w każdej z serii:

- Flotacja 1 — komora flotacyjna bez wkładu wielostrumieniowego;

- Flotacja 2 — obecny w komorze flotacyjnej wkład nachylony pod kątem 90° o powierzchni wkładu — 423 cm²;
- Flotacja 3 — obecny w komorze flotacyjnej wkład nachylony pod kątem 60° o powierzchni — 2 241 cm².

W serii 1 ilość dozowanego odczynnika wynosiła 260 g/Mg suchej nadawy, w serii 2 i 3 zwiększono dawkę do 310 g/Mg suchej nadawy a w serii 4 ponownie zwiększono porcję odczynników do 410 g/Mg suchej nadawy. W seriach 1, 3 i 4 odczynniki podawane były w postaci emulsji natomiast w serii 2 zrezygnowano z emulgacji odczynników, czas flotacji wynosił 240 sekund.

We wszystkich doświadczeniach wykorzystano dodatkowe napowietrzanie poprzez zastosowanie pompy tłoczącej powietrze w ilości ok. 20 dm³/min.

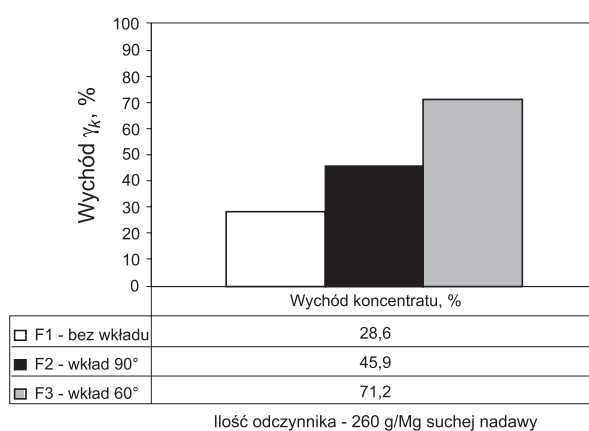
W każdym koncentracji flotacyjnym oznaczono zawartość popiołu ϑ , a wyniki przedstawiono w tabeli 1.

TABELA 1
Zestawienie wyników flotacji

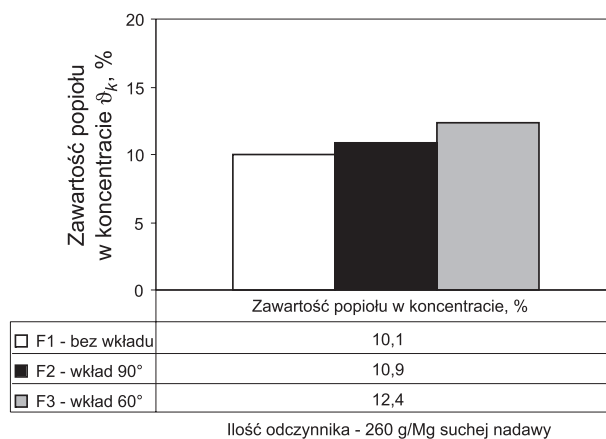
Dawka odczynnika g/Mg suchej nadawy	Wychód koncentratu γ_k , %, Zawartość popiołu w koncentracji ϑ , %	F1 – bez wkładu	F2 – wkład 90°	F3 – wkład 60°
260	seria 1			
	γ_k	28,6	45,9	71,2
	ϑ	10,1	10,9	12,4
310 bez emulgacji	seria 2			
	γ_k	76,1	70,4	85,7
	ϑ	11,3	10,4	8,8
310	seria 3			
	γ_k	82,1	86,3	87,9
	ϑ	8,4	8,8	8,2
410	seria 4			
	γ_k	86,0	88,2	90,3
	ϑ	10,4	9,6	11,1

Seria 1

W serii 1 zauważono istotne różnice w wartościach wskaźników wzbogacania. Wychód koncentratu końcowego flotacji F3 (71,2%) z wkładem wielostrumieniowym nachylnym pod kątem 60° był większy aż o 42,6% od wychodu koncentratu flotacji F1 — bez wkładu i o 25,3% od wychodu koncentratu flotacji F2 — wkład pionowy. Najniższe zawartości popiołu w koncentracie uzyskano we flotacji F1 — bez wkładu.

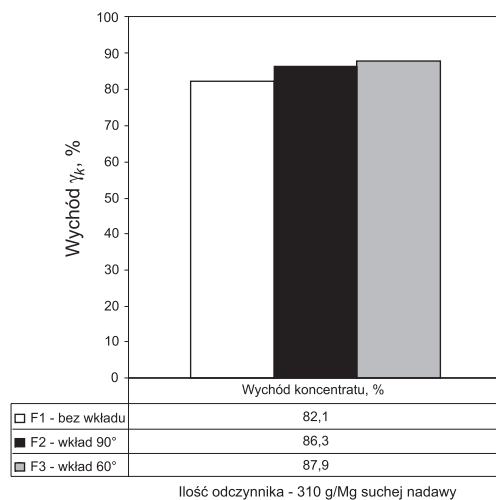


Rys. 1. Wpływ rodzaju wypełnienia komory flotacyjnej na wychód koncentratu — seria 1

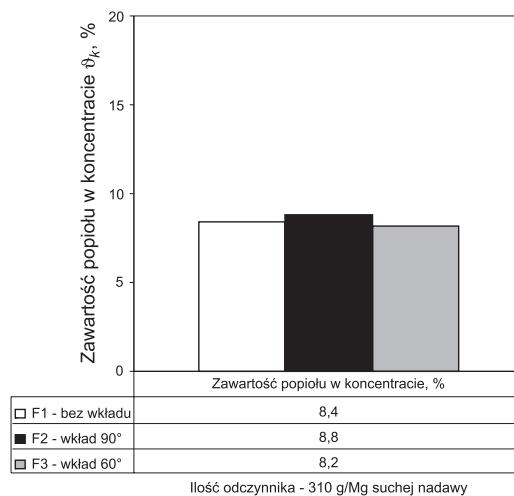


Rys. 2. Wpływ rodzaju wypełnienia komory flotacyjnej na zawartość popiołu w koncentracie — seria 1

Seria 2



Rys. 3. Wpływ rodzaju wypełnienia komory flotacyjnej na wychód koncentratu — seria 2



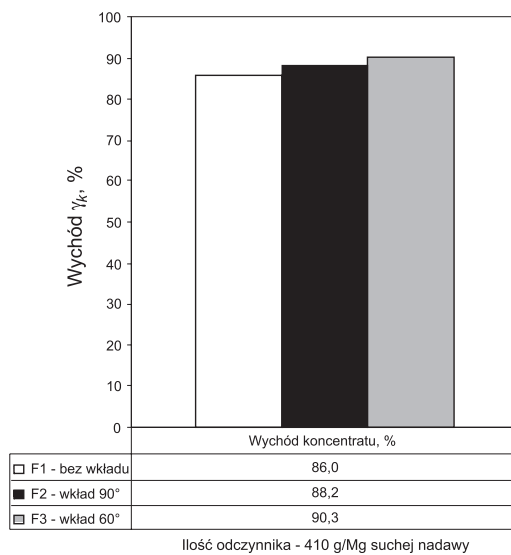
Rys. 4. Wpływ rodzaju wypełnienia komory flotacyjnej na zawartość popiołu w koncentracji — seria 2

Seria 3

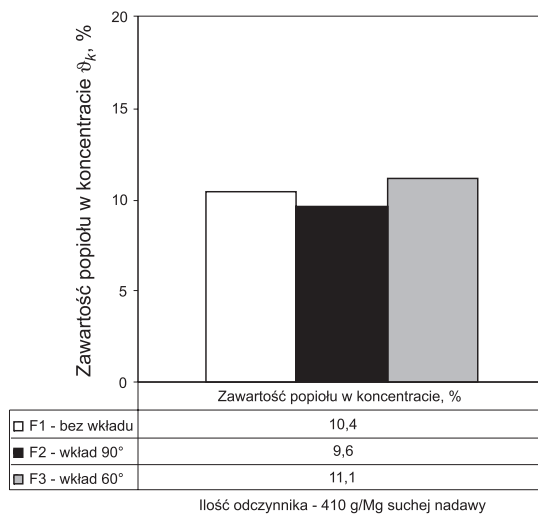
Wzrost dawki odczynników flotacyjnych do 310 g/Mg suchej nadawy spowodował, iż w wyniku flotacji F1 — bez wkładu uzyskano wychód całości koncentratu 76,1% przy zawartości popiołu w tym produkcie 11,3%. W przypadku flotacji z wypełnieniem komory

wkładami lamelowymi, nastąpił znaczny wzrost wychodu koncentratu z jednoczesnym obniżeniem w nim zawartości popiołu.

Seria 4



Rys. 5. Wpływ rodzaju wypełnienia komory flotacyjnej na wychód koncentratu — seria 3

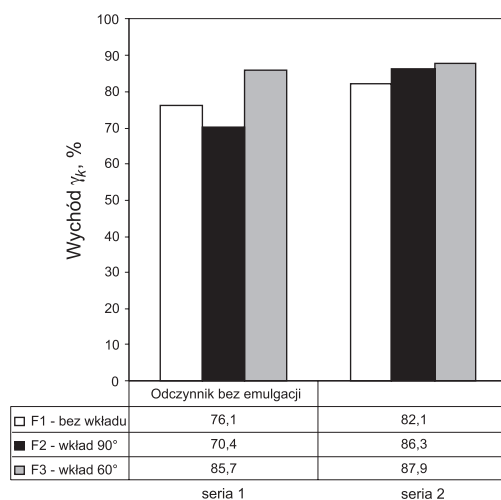


Rys. 6. Wpływ rodzaju wypełnienia komory flotacyjnej na zawartość popiołu w koncentracie — seria 3

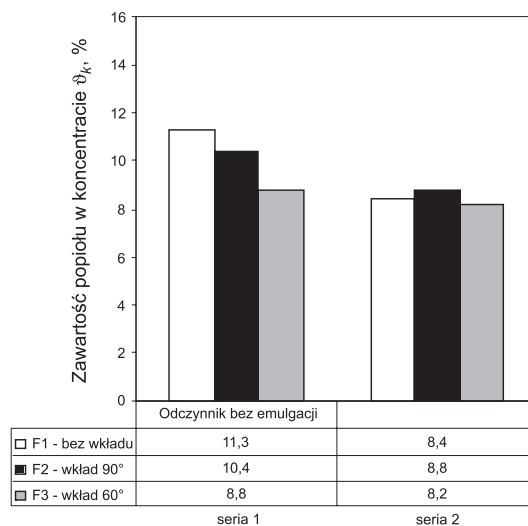
Kolejne zwiększenie ilości odczynników do 410 g/Mg spowodowało nieznaczny wzrost wartości wychodów koncentratów jak również wzrost zawartości w nim popiołu co jest zjawiskiem bardzo niekorzystnym.

Seria 2 i 3

Badanie wpływu emulgowania odczynnika na efektywność procesu flotacji przy stałej jego dawce 260 g/Mg suchej nadawy.



Rys. 7. Wpływ emulgowania odczynnika na wychód koncentratu



Rys. 8. Wpływ emulgowania odczynnika na zawartość popiołu w koncentracie

Emulgowanie odczynnika wpływa korzystnie na jakość produktu pianowego. Otrzymano koncentraty o niższym zapopieleniu.

3. Podsumowanie i wnioski

Zastosowanie wypełnienia komory wkładami wielostrumieniowymi o kącie nachylenia 60° spowodowało kilkukrotny wzrost powierzchni o sumę rzutów powierzchni przewodów na płaszczyznę poziomą pomnożonych przez cosinus kąta nachylenia wkładów. Powierzchnia lustra wzrosła pięciokrotnie, co wyjaśnia zmniejszenie wartości obciążenia powierzchniowego z ok. 1,3 do ok. 0,2 $\text{m}^3/\text{h m}^2$. Niska wartość obciążenia powierzchniowego świadczy o większej stabilności warunków hydrodynamicznych przepływu a więc skuteczniejszy jest proces adsorpcji ziaren węglowych do powierzchni pęcherzyków powietrza, co wyraża się niższą zawartością popiołu w koncentracie flotacyjnym 8,2% przy wychodzie koncentratu 87,9%.

Wychód koncentratu flotacyjnego γ_k wzrasta, wraz ze wzrostem ilości dodawanego odczynnika flotacyjnego a największe wartości uzyskano w przypadku wypełnienia komory wkładami wielostrumieniowymi o przewodach nachylonych pod kątem 60° .

Dla flotacji z wkładami nachylonymi pod kątem 60° , najniższą zawartość popiołu uzyskano przy 310 g/Mg odczynnika; zwiększenie bądź zmniejszenie tej dawki powoduje znaczny wzrost zawartości popiołu.

Z przeprowadzonych badań wynika, że obecność pakietu wkładów lamelowych w komorze flotacyjnej wpływa korzystnie na proces flotacji, co ma odzwierciedlenie w ilości i jakości uzyskanego koncentratu.

LITERATURA

- [1] *Marciniak-Kowalska J., Wójcik-Osip E.*: Lamella packets applications to flotation of coal suspensions. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 16, No. 3B, 322–326
- [2] *Marciniak-Kowalska J., Wójcik-Osip E.*: Wstępne badania nad możliwością zastosowania wkładów wielostrumieniowych do intensyfikacji procesu flotacji. *Górnictwo i Geoinżynieria*, z. 3/1, 2006
- [3] *Kowalski W.P.*: Osadniki wielostrumieniowe. AGH, Kraków, 2004, 312–319
- [4] *Kowalski W.P., Banaś M.*: Badania wielostrumieniowego procesu flotacji, Jubileuszowa X Konferencja Naukowa. Problemy w konstrukcji i eksploatacji maszyn hutniczych i ceramicznych 2, Kraków, 2000, 263–269
- [5] *Marciniak-Kowalska J.*: Own research program no 10. 10. 100. 37 AGH, UST, Kraków, 2005
- [6] *Marciniak-Kowalska J.*: Preliminary Testing of Lamella Packets Applications to Flotation of Coal Suspension. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 16, No. 3B, (2007), 326–329
- [7] *Marciniak-Kowalska J.*: Improving the Flotation Efficiency of Coking Coal Suspension. Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 17, No. 3A, (2008), 406–408