

Jerzy ISKRA, Stanisław BŁASZCZYŃSKI,

Katedra Przeróbki Kopalini i Utylizacji Odpadów
Politechniki Śląskiej, Gliwice

Krystyna SZULOWSKA

Kopalnia Węgla Kamiennego „Budryk”

WPLYW ZASOLENIA WODY KOPALNIANEJ NA FLOTACJĘ MUŁÓW WĘGLOWYCH Z KOPALNI „BUDRYK,,

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu zasolenia wody kopalnianej na proces flotacji mułów węglowych z kopalni „BUDRYK”. Zasolenie wody poprawia kinetykę flotacji i obniża zużycie odczynników flotacyjnych.

THE INFLUENCE OF THE MINE WATER SOLINITY ON THE FINE COAL FLOTATION FROM THE BUDRYK COAL MINE

Summary. The paper presents the results of investigations of the mine water solinity influence on the fine coal flotation from the BUDRYK Coal Mine.

The water solinity improves the flotation kinetics and reduces the flotation reagents consumption.

Wstęp

Badania flotacji mułów węglowych z kopalni Budryk wykonane w 1995 r. [1] prowadzono pod kątem możliwości otrzymania koncentratu flotacyjnego kwalifikującego się dla celów koksowniczych. Badania te wykazały, że na drodze prostej jednostopniowej flotacji koncentratu o takich parametrach nie można uzyskać. Wykonana flotacja frakcjonowana wykazała, że już pierwsze koncentraty otrzymane przy stosowaniu niskich dawek odczynników są już silnie zapozielone (14%). Dopiero zastosowanie bardziej złożonego schematu flotacyjnego z czyszczeniem koncentratu dało pewne efekty. Na tej drodze można

było otrzymać koncentraty o zapopieleniu 8%, jednak przy stosunkowo niskim uzysku rzędu 40%. Muł węglowy z kopalni Budryk jest łatwo flotowalny, jednak trudno jest uzyskać dobrą selektywność rozdziału. Trudności w uzyskaniu czystych koncentratów spowodowane są przez wiele czynników: niekorzystną budowę mineralogiczno-petrograficzną węgla, znaczne zapopielenie nadawy do flotacji, wyraźne występowanie przerostów, duża ilość drobnych ziarn i zailenie nadawy.

Przeprowadzone obecnie badania miały na celu określenie własności flotacyjnych mułów węglowych pod kątem maksymalnego uzysku koncentratu, dopuszczając do wzrostu jego zapopielenia. Wynikało to z założeń, że koncentrat flotacyjny będzie wykorzystywany jako jeden ze składników mieszanki energetycznej. Do badań zastosowano odczynniki, które aktualnie znajdują się na rynku i są stosowane w kopalniach. Należą do nich nowoczesne kompleksowe odczynniki, takie jak: Montanol, Flotmix i Centifroth. Są to odczynniki kompleksowe, wieloskładnikowe, które obok węglowodorów i związków powierzchniowo czynnych, zawierają związki kontrolujące stabilność piany, emulgowanie węglowodorów, kinetykę procesu flotacji itd. Dokładne składy odczynników są tajemnicą firm. W literaturze można znaleźć [2-5] dużo informacji o coraz szerszym stosowaniu do flotacji węgla odczynników kompleksowych. Zaletą tych odczynników jest między innymi to, że nie doprowadzają do zaburzeń w obiegu wodno-mułowym (przepienienie). Wykonano również badania flotacji z zastosowaniem prostych odczynników, oleju napędowego i izooktanolu. Odczynniki te chociaż w pewnych przypadkach, np. przy flotacji węgla średniowęglonych, spełniają swoją rolę, to mogą one dać szereg niekorzystnych efektów ubocznych, takich jak dokoncentrowywanie się alkoholu w wodzie obiegowej i doprowadzenie do przepienienia układu, pogorszenia filtracji koncentratu, trudności w dozowaniu itd.

Jednym z podstawowych parametrów niezbędnych do opisanie własności flotacyjnych węgla jest wpływ własności wód kopalnianych stosowanych w procesie przeróbki. Wpływ własności wody na proces flotacji może być duży, zwłaszcza w przypadku ich znacznego zasolenia. Zasolenie wody może wywołać szereg efektów, do których należy zaliczyć efekt tak zwanej solnej flotacji oraz wysalanie związków powierzchniowo czynnych. Obydwa efekty były wszechstronnie badane i opisane w wielu publikacjach [6-11]. Zjawisko wysalania związków powierzchniowo czynnych w uproszczony sposób można opisać następująco: w wyniku rozpuszczenia soli nieorganicznych w wodzie powstają jony, których siły wzajemnego oddziaływania z cząsteczkami wody są znacznie większe niż oddziaływanie z cząsteczkami związków powierzchniowo czynnych, w związku z czym są one wypierane z roztworu

wodnego do warstwy przy granicy faz, gdzie dochodzi do powstania nadmiaru powierzchniowego. W wyniku takiego zjawiska już przy niższych stężeniach spieniacza uzyskuje się podobny efekt obniżenia napięcia powierzchniowego jak przy wyższych stężeniach spieniacza w nieobecności soli. Efekt flotacji solnej jest trudniejszy do prostego wyjaśnienia. Zjawisko to zaobserwowano przy próbach flotacyjnego wydzielania z węgla kamiennych różnych składników petrograficznych. Wykryto wówczas możliwość flotowania węgla kamiennych w roztworach soli nieorganicznych bez stosowania żadnych innych odczynników. Później stwierdzono [6], że w takich warunkach obok węgla kamiennych flotuje również talk, grafit i siarka, czyli minerały charakteryzujące się już znaczną naturalną hydrofobowością.

Wyjaśnianiem mechanizmu tego ciekawego dla teorii procesu flotacji zjawiska zajmowali się Laskowski i Klassen [7-11]. Z ich badań wynika, że podwyższenie stężenia soli nieorganicznych powoduje zwiększenie hydrofobowości powierzchni oraz wzrost stabilności piany. Jony soli w procesie solnej flotacji działają neutralizująco, ich adsorpcja obniża elektryczny ładunek powierzchniowy i podwyższa hydrofobowość powierzchni. Sole nieorganiczne są powierzchniowo nieaktywne i zwiększanie ich stężenia w roztworze prowadzi jedynie do nieznacznego podwyższenia napięcia na granicy roztwór-woda. Wzrost stabilności piany przy wyższych stężeniach soli wywołany jest zwiększeniem zorientowania drobin wody w warstwie powierzchniowej.

Węgle kamienne różnych typów z punktu widzenia ich własności powierzchniowych, w różnym stopniu zwilżalne przez wodę, charakteryzują się różną flotowalnością w roztworach soli. Najlepiej flotują węgle typów 35-37, dobrze typu 34, a znacznie gorzej węgle typów 33 i 32 [12]. Flotacja solna charakteryzuje się 2-, 3-krotnie lepszą kinetyką od flotacji klasycznej. Flotacja węgla w roztworach o podwyższonej zawartości soli z równoczesnym stosowaniem typowych odczynników zbierających pozwala przy większej szybkości procesu na znaczne obniżenie zużycia organicznych odczynników flotacyjnych.

Charakterystyka nadawy do flotacji

Dostarczony do badań muł węglowy był zagęszczony do 425g/dm^3 , zapopielenie węgla wynosiło 40,1%. Do określenia charakterystyki ziarnowej nadawy wyznaczono skład ziarnowy i określono zapopielenie poszczególnych klas ziarnowych. Wyniki przedstawiono w

tablicy I. Głównymi składnikami nadawy są dwie grupy ziarn $-0,045\text{mm}$ z udziałem 57% i zapopieleniu 54,47% i $0,075 - 0,3\text{ mm}$ z udziałem 35%. Korzystny z punktu widzenia flotacji jest brak dużych ziarn powyżej $0,5\text{mm}$. Ostre wycięcie tych ziarn świadczy, że układ kontroli klasyfikacji ziarn do flotacji pracuje prawidłowo. Niekorzystna dla procesu flotacji jest duża ilość drobnych ziarn wysoko zapopielenych. Z obserwacji zachowania się nadawy widoczna jest tendencja do flokulacji i przyspieszonej sedymentacji, co świadczy o obecności w nadawie flokulanta. Taka nieselektywna agregacja ziarn ma niekorzystny wpływ na selektywność rozdziału flotacyjnego. Flotacje prowadzono z zastosowaniem wody z kopalni dla przybliżenia doświadczeń laboratoryjnych do warunków rzeczywistych. Chodziło tu głównie o zaobserwowanie wpływu zasolenia wody na flotację. Dla porównania wykonano również badania flotacji z zastosowaniem czystej wody.

Tablica I

Ziarna [mm]	Wychód [%]	Popiół [%]
+1	0,11	7,88
1 - 0.75	0,3	8,11
0.75 - 0.5	2,1	6,72
0.5 - 0.3	3,0	7,74
0.3 - 0.2	8,0	11,03
0.2 - 0.102	20,1	22,99
0.102 - 0.075	6,8	32,06
0.075 - 0.06	1,8	30,15
0.06 - 0.045	0,7	32,55
- 0.045	57,1	54,47
SUMA	100,0 %	$\alpha = 39,95\%$

Metodyka badań

Doświadczenia flotacyjne prowadzono w maszynie flotacyjnej o pojemności jednego litra. Powietrze było doprowadzane pod ciśnieniem w ilości 400l/h. Nadawę mieszano w maszynie przez 2 minuty z zemulgowanym odczynnikiem (70% odczynnika), następnie po doprowadzeniu powietrza flotowano przez 1 minutę. Po minucie odłączano powietrze i dodawano pozostałą ilość odczynnika (30%) i po ponownym doprowadzeniu powietrza

flotowano przez 1 minutę. W sumie czas flotacji wynosił 2 minuty. Odbierano jeden sumaryczny koncentrat. Produkty flotacji odwadniano, suszono i ważono dla określenia wychodów. W poszczególnych produktach oznaczano popiół.

Flotacja mułów węglowych przy zagęszczeniu nadawy $70\text{g}/\text{dm}^3$

Badania flotacji mułów węglowych rozpoczęto przy zastosowaniu trzech odczynników: Montanolu 551, Flotmixu 50, 80 i 90 i Centifrothu. Flotacje wykonano z zastosowaniem wody kopalnianej. Wyniki pierwszej serii doświadczeń przy użyciu odczynnika w ilości $200\text{g}/\text{t}$ przedstawiono w tablicy II. Wyniki flotacji są bardzo dobre przy zastosowaniu wszystkich badanych odczynników. Uzyski flotacji są bardzo wysokie i wynoszą powyżej 90%. Zapocielenie odpadów również wysokie wynosi powyżej 85%. Zapocielenie koncentratów około 17% jest jak dla węgla koksujących bardzo wysokie, natomiast przy wykorzystaniu ich jako składnika mieszanek energetycznych jest właściwe. Największą aktywność flotacyjną wykazuje Flotmix 90, a najmniejszą Montanol 551. Flotmix 50 i 80 oraz Centifroth wykazują podobną aktywność flotacyjną. Tak dobra flotowalność mułów węglowych skłoniła do obniżenia dawki odczynnika do $100\text{g}/\text{t}$. Wyniki doświadczeń przedstawiono w tablicy III. Pierwszą flotację wykonano bez użycia odczynnika. Widoczna jest naturalna flotowalność mułów węglowych w zasolonej wodzie. Występuje tutaj efekt tzw. solnej flotacji [6], w której kopaliny i minerały charakteryzujące się niską swobodną energią powierzchniową (silną hydrofobowością) wykazują w roztworach solnych naturalne własności flotacyjne. Dawkowanie odczynników w ilości $100\text{g}/\text{t}$ w zasadzie nie pogarsza wyników flotacji, które są niewiele niższe niż przy dwukrotnie wyższej dawce odczynnika. Sekwencje aktywności odczynników są takie same jak przy dawce odczynnika $200\text{g}/\text{t}$. Największą aktywność wykazuje Flotmix 90, następnie Flotmix 80 i Centifroth, najniższą aktywność ma Montanol 551.

Tablica II

Lp.	Warunki flotacji	Produkty	Wychód [%]	Popiół [%]	Uzysk [%]
1	Zagęszczenie nadawy 70g/l Odcz. Montanol 551, 200g/t Woda z kopalni	K	61,6	14,7	87,5
		O	38,4	80,33	12,5
2	Zagęszczenie nadawy 70g/l Odczynnik Flotmix 50, 200g/t Woda z kopalni	K	66,7	17,18	92,0
		O	33,3	85,38	8,0
3	Zagęszczenie nadawy 70g/l Odczynnik Flotmix 80, 200g/t Woda z kopalni	K	66,5	16,44	92,6
		O	33,5	85,72	7,4
4	Zagęszczenie nadawy 70g/l Odczynnik Flotmix 90, 200g/t Woda z kopalni	K	69,96	18,87	94,6
		O	30,04	88,17	5,4
5	Zagęszczenie nadawy 70g/l Odczynnik Centifroth, 200g/t Woda z kopalni	K	66,2	16,4	92,6
		O	33,8	85,49	7,4

Tablica III

Lp.	Warunki flotacji	Produkty	Wychód [%]	Popiół [%]	Uzysk [%]
1	Zagęszczenie 70g/l Bez odczynnika Woda z kopalni	K	54,5	12,75	79,2
		O	45,5	71,38	21,8
2	Zagęszczenie 70g/l Odcz. Montanol 551, 100g/t Woda z kopalni	K	56,4	12,6	82,5
		O	43,6	74,6	18,5
3	Zagęszczenie 70g/l Odczynnik Centifroth, 100g/t Woda z kopalni	K	66,2	16,4	92,7
		O	33,8	85,5	8,3
4	Zagęszczenie 70g/l Odczynnik Flotmix 80, 100g/t Woda z kopalni	K	65,2	16,0	91,0
		O	34,8	84,5	9,0
5	Zagęszczenie 70g/l Odczynnik Flotmix 90, 100g/t Woda z kopalni	K	67,6	17,57	92,9
		O	32,6	87,73	7,1

Flotacja mułów węglowych przy zagęszczeniu nadawy 90g/dm³

Bardzo dobre wyniki flotacji przy zagęszczeniu nadawy 70g/dm³ skłoniły do badania flotacji mułów przy wyższym zagęszczeniu 90g/dm³. Wyniki flotacji przedstawiono w tablicy IV. Podwyższenie zagęszczenia praktycznie nie wpłynęło ujemnie na wyniki flotacji, nawet rezultaty flotacji naturalnej bez stosowania odczynnika są takie same jak przy niższych zagęszczeniach. Flotmix i Centifroth wykazują wysoką podobną aktywność flotacyjną, nieco niższą aktywność wykazuje w tych warunkach Montanol. Uzyski węgla w koncentracji są ciągle wysokie (92%). Utrzymuje się wysokie zapopielenie koncentratów wynoszące 86% i podobnie zapopielenie koncentratów 17 - 18%.

Tablica IV

Lp.	Warunki flotacji	Produkty	Wychód [%]	Popiół [%]	Uzysk [%]
1	Zagęszczenie nadawy 90g/l Bez odczynnika Woda z kopalni	K	56,2	15,26	79,6
		O	43,8	70,98	21,4
2	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odcz. Mantanol 551, 100g/t Woda z kopalni	K	63,8	15,64	90,0
		O	36,2	82,09	10,0
3	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik Flotmix 80, 100g/t Woda z kopalni	K	66,7	17,43	91,8
		O	33,3	85,18	8,2
4	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik Flotmix 90, 100g/t Woda z kopalni	K	67,0	17,04	92,6
		O	33,0	86,41	7,4
5	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik Centifroth, 100g/t Woda z kopalni	K	68,2	18,22	92,9
		O	31,8	86,36	7,1

Badanie kinetyki flotacji

Do określenia kinetyki flotacji mułów węglowych oraz wpływu na kinetykę poszczególnych odczynników flotacyjnych przeprowadzono doświadczenia z odbiorem koncentratów co 30 sekund. W tych doświadczeniach całą ilość odczynnika podawano na początku flotacji. Wyniki doświadczeń przedstawiono w tablicy V. Muły węglowe z kopalni

Budryk wykazują bardzo wysoką kinetykę flotacji przy stosowaniu Flotmixu i Centifrothu i nieco niższą przy stosowaniu Montanolu. W ciągu 30 sekund wychód koncentratu wynosi około 50%, co daje uzysk części palnych i lotnych około 70%, a po minucie wychód koncentratu wzrasta do 60%, a uzysk do ponad 83%. Tak wysoka kinetyka flotacji mułów węglowych jest bardzo korzystna, gdyż pozwoli na znaczne obciążenie maszyn flotacyjnych bez pogarszania wyników flotacji.

Tablica V

Lp.	Warunki flotacji	Produkty	Wychód [%]	Popiół [%]	Uzysk [%]
1	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odcz. Montanol 551, 100g/t Woda z kopalni	K ₁	42,3	14,11	60,5
		K ₂	11,3	16,68	15,7
		K ₃	6,2	23,46	7,9
		K ₄	2,7	31,19	3,1
		O	37,5	79,24	12,8
2	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik Flotmix 90, 100g/t Woda z kopalni	K ₁	49,3	15,59	69,2
		K ₂	10,5	17,99	14,3
		K ₃	3,8	26,44	4,5
		K ₄	2,5	34,56	2,7
		O	33,9	83,56	9,3
3	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik Centifroth, 100g/t Woda z kopalni	K ₁	48,9	15,17	68,7
		K ₂	9,5	17,44	13,0
		K ₃	4,8	25,82	5,8
		K ₄	3,6	34,78	3,8
		O	33,2	84,11	8,7

Badanie selektywności flotacji

Badanie selektywności flotacji mułów węglowych przy użyciu jako odczynników Montanolu 551, Flotmixu 90 i Centifrothu przeprowadzono przy zastosowaniu flotacji frakcjonowanej. Odczynnik podawano porcjami, pierwsza porcja wynosiła 25g/t, a następnie po 12,5g/t. Sumaryczna dawka odczynnika wynosiła 100g/t. Po dodaniu każdej porcji odczynnika odbierano jeden koncentrat przez 20 sekund. W sumie odebrano 7 koncentratów. Wyniki flotacji przedstawiono w tablicy VI. Flotmix 90 wykazuje nieco wyższą selektywność od Centifrothu. Żaden z odczynników nie pozwolił na otrzymanie koncentratu o parametrach kwalifikujących go dla celów koksowniczych, nawet przy najmniejszych dawkach odczynnika,

gdzie selektywność powinna być największa. Zaobserwowano trudne do wyjaśnienia zachowanie się Montanolu, mianowicie, po dodaniu drugiej dawki odczynnika piana nagle zgasła i flotacja przestała przebiegać. Wyniki badań wskazują, że pomimo dobrych własności flotacyjnych mułów węglowych wykazują one niezbyt dobrą selektywność rozdziela.

Tablica VI

Lp.	Warunki flotacji	Produkty	Wychód [%]	Popiół [%]	Uzysk [%]
1	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odcz. Montanol 551, 100g/t 25g/t + 12.5g/t Po dodaniu drugiej porcji (12,5g/t) piana zgasła Woda z kopalni				
2	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik Flotmix 90, 100g/t 25g/t 12.5g/t 12.5g/t 12.5g/t 12.5g/t 12.5g/t 12.5g/t Woda z kopalni	K ₁ K ₂ K ₃ K ₄ K ₅ K ₆ K ₇ O	18,6 16,3 12,3 8,2 6,0 4,3 2,6 31,6	10,85 12,93 17,27 22,56 30,86 39,53 47,99 84,44	27,5 23,6 16,9 10,6 6,9 4,2 2,2 8,1
3	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik Centifroth, 100g/t 25g/t 12.5g/t 12.5g/t 12.5g/t 12.5g/t 12.5g/t 12.5g/t Woda z kopalni	K ₁ K ₂ K ₃ K ₄ K ₅ K ₆ K ₇ O	15,6 14,2 10,8 9,8 6,2 5,0 6,4 32,0	3,0 13,57 15,77 20,87 23,87 29,54 41,46 83,95	22,6 20,4 15,6 12,9 7,9 5,8 6,2 8,6

Badanie flotacji mulów węglowych z zastosowaniem powtórnego czyszczenia koncentratu

Pierwszy etap flotacji przeprowadzono według prostego schematu jak dla innych flotacji, natomiast odebrany w ciągu 2 minut koncentrat poddano procesowi czyszczenia. Dla wyflotowania półproduktu dodawano dodatkowo 50g/t odczynnika. Wyniki flotacji przedstawiono w tablicy VII. Otrzymane w wyniku procesu czyszczenia koncentraty posiadają zapopienienie około 12% i nie spełniają wymogów węgla dla celów koksowniczych. Uzysk części palnych i lotnych w oczyszczonym koncentracie jest bardzo wysoki i wynosi 87%. Niewielki wychód i wysokie zapopienienie półproduktu wskazuje na niecelowość jego wydzielania. W przypadku Montanolu zaobserwowano to samo zjawisko jak przy badaniu kinetyki flotacji, mianowicie po dodaniu odczynnika dla odflotowania półproduktu nastąpiło zgaszenie piany i flotacja została przerwana.

Tablica VII

Lp.	Warunki flotacji	Produkty	Wychód %	Popiół %	Uzysk %
1	Zagęszczenie nadawy 90g/l	K	58,6	11,65	86,4
	Odcz. Montanol 551, 100g/t	O	41,4	80,6	13,6
	Czyszczenie koncentratu Montanol 50g/t	PP	Gaśnie	piana	
	Woda z kopalni				
2	Zagęszczenie nadawy 90g/l	K	59,9	12,19	87,7
	Odczynnik Flotmix 90 100g/t	O	35,7	86,49	8,0
	Czyszczenie koncentratu Flotmix 50g/t	PP	4,4	40,76	4,3
	Woda z kopalni				
3	Zagęszczenie nadawy 90g/l	K	60,3	12,87	87,6
	Odczynnik Centifroth, 100g/t	O	34,8	86,23	8,1
	Czyszczenie koncentratu Centifroth 50g/t	PP	4,9	47,23	4,3
	Woda z kopalni				

Flotacja mułów węglowych w czystej wodzie

Dla zorientowania się o wielkości wpływu zasolonej wody na wyniki flotacji przeprowadzono badania flotacji mułów węglowych w czystej wodzie. Wyniki badań przedstawiono w tablicach VIII i IX. Wyniki badań wskazują, że flotacja mułów węglowych w czystej wodzie wymaga znacznie wyższej dawki odczynników niż flotacja w wodzie zasolonej. Powodem tego zjawiska jest brak efektu wysalającego odczynników powierzchniowo czynnych, jak i brak tzw. efektu solnej flotacji [12]. Zastosowanie dwukrotnie wyższej dawki odczynników jak przy flotacji w wodzie zasolonej, czyli 200g/t, wywołuje niewielki efekt flotacyjny z wychodem koncentratu około 28% i uzysku około 40%. Podwyższenie zużycia odczynników do 350g/t poprawia znacząco wyniki flotacji. Wychody koncentratu wzrastają do 57% przy uzysku 79% i zapopieleniu odpadów 70%. W celu uzyskania optymalnych wyników flotacji należałoby jeszcze zwiększyć zużycie odczynnika. Biorąc pod uwagę aktywność odczynników w tych warunkach to Flotmix i Centifroth wykazują podobną aktywność flotacyjną i jest ona znacznie wyższa od Montanolu.

W przyszłości gdy będzie się flotowało węgle dla celów koksowniczych, należy się liczyć z koniecznością obniżenia stopnia zasolenia wody, gdyż zawartość chlorków jest w tych węglach ściśle limitowana, spowoduje to znaczne zwiększenie zużycia odczynników flotacyjnych.

Tablica VIII

Lp.	Warunki flotacji	Produkty	Wychód [%]	Popiół [%]	Uzysk [%]
1	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odcz. Montanol 551, 200g/t Woda czysta	K	11,5	17,82	16,0
		O	88,5	43,27	84,0
2	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik Flotmix 90, 200g/t Woda czysta	K	28,2	15,64	39,7
		O	71,8	49,73	60,3
3	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik Centifroth, 200g/t Woda czysta	K	26,2	14,02	37,9
		O	73,8	49,81	62,1

Tablica IX

Lp.	Warunki flotacji	Produkty	Wychód [%]	Popiół [%]	Uzysk [%]
1	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odcz. Montanol 551, 350g/t Woda czysta	K	28,7	13,21	41,5
		O	71,3	50,78	58,5
2	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik Flotmix 90, 350g/t Woda czysta	K	57,2	16,78	79,3
		O	42,8	69,62	21,7
3	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik Centifroth, 350g/t Woda czysta	K	55,0	14,37	79,4
		O	45,0	71,45	21,6

Flotacja mułów węglowych z zastosowaniem oleju napędowego i izooktanolu

W celu określenia własności flotacyjnych mułów węglowych przy zastosowaniu klasycznych dwuskładnikowych odczynników przeprowadzono badania flotacyjne z zastosowaniem oleju napędowego ze zmienną ilością izooktanolu od 2,5% - 15%. Wyniki flotacji z użyciem wody kopalnianej przedstawiono w tablicy X. Badane odczynniki wykazują również dużą aktywność flotacyjną. Uzyskane wyniki są porównywalne z rezultatami, jakie otrzymano z odczynnikami kompleksowymi. Równorzędne wyniki otrzymuje się przy zawartości izooktanolu od 5 - 10%. Wyniki flotacji mułów węglowych z zastosowaniem oleju napędowego i izooktanolu w czystej wodzie przedstawiono w tablicy XI. Również i w tym przypadku dla uzyskania dobrego efektu wzbogacania flotacyjnego konieczne jest znaczne zwiększenie dawki odczynnika powyżej 350g/t. Porównywalne wyniki wzbogacania flotacyjnego z odczynnikami kompleksowymi uzyskuje się przy zawartości 15% izooktanolu.

Przy stosowaniu alkoholu izooktanowego należy zwrócić uwagę na potencjalne niebezpieczeństwo jego przedawkowania, gdyż alkohol nie adsorbuje się całkowicie na węglu i wzrasta jego koncentracja w obiegu wodno-mułowym, zwłaszcza w wodach zasolonych. Przesycenie obiegu wodno-mułowego prowadzi do niekontrolowanego pienienia z wszystkimi tego konsekwencjami: uniemożliwienia klarowania wody, pogorszenia filtracji oraz pogorszenia wyników flotacji. Nie trzeba nadmieniać, że optymalne dozowanie dwóch odczynników jest znacznie trudniejsze niż jednego. Z tych też powodów wiele kopalń

przechodzi na stosowanie bardziej bezpiecznych technologicznie i bardziej wydajnych odczynników kompleksowych.

Tablica X

Lp.	Warunki flotacji	Produkty	Wychód [%]	Popiół [%]	Uzysk [%]
1	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik (97.5% ON+ 2.5% izooktanol), 100g/t Woda z kopalni	K	66,7	17,85	91,4
		O	33,3	85,02	8,6
2	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik (95% ON + 5% izooktanol), 100g/t Woda z kopalni	K	67,4	17,45	92,7
		O	32,6	85,57	7,3
3	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik (90% ON + 10% izooktanol), 100g/t Woda z kopalni	K	67,6	18,15	92,5
		O	32,4	86,19	7,5
4	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik (85% ON + 15% izooktanol), 100g/t Woda z kopalni	K	71,5	21,17	94,0
		O	28,5	87,15	6,0

Tablica XI

Lp.	Warunki flotacji	Produkty	Wychód [%]	Popiół [%]	Uzysk [%]
1	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik (97.5% ON+ 2.5% izooktanol), 350g/t Woda czysta	K	21,5	16,14	30,1
		O	78,5	46,94	69,9
2	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik (95% ON + 5% izooktanol), 350g/t Woda czysta	K	20,2	15,1	29,6
		O	79,8	48,84	60,4
3	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik (90% ON + 10% izooktanol), 350g/t Woda czysta	K	44,8	15,43	63,0
		O	55,2	59,55	37,0
4	Zagęszczenie nadawy 90g/l Odczynnik (85% ON + 15% izooktanol), 350g/t Woda czysta	K	57,0	15,12	80,6
		O	43,0	74,22	19,4

Dyskusja wyników i wnioski

Uzyskane wyniki potwierdzają rezultaty otrzymane z wcześniejszych badań [1] stwierdzające, że węgiel z kopalni Budryk należy do łatwo flotujących, jednak nie można uzyskać odpowiedniej selektywności rozdziału. Jest to związane z jego budową petrograficzną, gdyż posiada znaczną ilość łatwo flotujących przerostów, co widoczne jest wyraźnie przy badaniu selektywności rozdziału (Tabl. VI). Z węgla aktualnie wydobywanego nie można na drodze prostej flotacji uzyskać kwalifikowanego koncentratu dla celów koksowniczych, natomiast prowadzenie flotacji pod kątem uzyskiwania koncentratów dla celów energetycznych daje bardzo dobre wyniki. Uzysk koncentratu o zapopieleniu 17 do 18% sięga powyżej 90%, a zapopielenie odpadów powyżej 85%.

Zagadnieniem, na które zwrócono w badaniach główną uwagę, był wpływ zasolenia wody kopalnianej na wyniki flotacji. Z przeprowadzonych badań można zaobserwować wszystkie zjawiska, jakie wywołuje tzw. „solna flotacja”, a więc:

- podwyższenie hydrofobowości powierzchni flotowanego materiału,
- obniżenie zużycia odczynników flotacyjnych,
- poprawa kinetyki flotacji.

Spektakularny jest wpływ zasolenia wody na podwyższenie hydrofobowości powierzchni ziarn węglowych. Zjawisko to można zaobserwować z porównania wyników w tabelach VIII, IX i XI, w których węgiel flotowano w czystej wodzie z zużyciem do 350g/t odczynnika flotacyjnego z wynikami w tablicach III i IV (flotacja 1), gdzie flotowano węgiel w zasolonej wodzie kopalnianej bez użycia odczynników flotacyjnych. Wyniki flotacji w zasolonej wodzie bez odczynników są porównywalne, a w niektórych przypadkach wyższe we flotacji węgla w czystej wodzie z zastosowaniem znacznej ilości odczynnika dochodzącej do 350g/l. Taki rezultat jest wynikiem wzrostu hydrofobowości ziarn węglowych w obecności soli, co doprowadziło do naturalnej flotowalności węgla.

Wpływ zasolonej wody na obniżenie zużycia odczynników flotacyjnych widoczny jest z kolejnego porównania. W tablicach IX i XI przedstawiono wyniki flotacji w czystej wodzie przy zużyciu odczynnika flotacyjnego 350g/t z wynikami flotacji w zasolonej wodzie (tablice II, III, IV, X). Z porównania wynika jednoznacznie, że flotacja w wodzie zasolonej z niewielką ilością odczynnika (100g/t) daje znacznie lepsze wyniki od flotacji w czystej wodzie przy znacznie większym zużyciu odczynnika (350g/t). Mamy tu do czynienia z tzw. flotacją mieszaną, występuje ona wówczas, gdy flotacja odbywa się w zasolonej wodzie, a

równocześnie stosuje się pewną ilość odczynników flotacyjnych. Metoda ta pozwala na znaczne obniżenie zużycia odczynników flotacyjnych.

Poprawę kinetyki flotacji w zasolonej wodzie zaobserwowano również przy flotacji węgla z kopalni Budryk. W tablicy V przedstawiono wyniki badań kinetyki flotacji, w której koncentraty odbierano co 0,5 minuty. Z tablicy tej widać, że po pół minucie uzysk węgla w koncentracji wynosi 69%, a po minucie powyżej 80%. Dla otrzymania takiego samego uzysku przy flotacji w czystej wodzie potrzebny jest czas 2 minut i dużo wyższe zużycie odczynnika.

Reasumując, można stwierdzić, że dla procesu flotacji węgla z kopalni Budryk zasolenie wody kopalnianej jest korzystne. Należy jednak zwrócić uwagę na pewne mankamenty związane z zasoleniem wody obiegowej, do których można zaliczyć podwyższenie zawartości soli w koncentracji węglowym.

LITERATURA

1. Iskra, S. Błaszczyński: Wzbogacanie flotacyjne mułów węglowych z kopalni Budryk, Raport z badań, Katedra Przeróbki Kopalni i Utylizacji Odpadów Politechniki Śl., Gliwice 1995.
2. Aston, M.J. Deason, D.N. Furlong, T.W. Healy, A.C. Lau: The Chemistry of Non-Ionic Surfactants in Coal Preparation Processes, Proceedings 1st Australian Coal Preparation Conference (A.R. Swanson ed.) 358-378, Newcastle, Australian Coal Preparation Society, 1981.
3. Laskowski, J.D. Miller: New Reagents in Coal Flotation, Proceedings Reagents in the Mineral Industry, 1984.
4. Klimpel, R.D. Hansen, B.S. Fee: The selection of Flotation Reagents, Design and Installation of Concentrating and Dewatering Circuits (A.L.Mular, M.A.Anderson eds.), pp 388-404, Soc. of Mining Eng., Littleton, Colorado 1986.
5. Miller, R.M. Turbeville: Coal Flotation - Past, Present and Future, AIME Annual Meeting, Paper 86-64, 1986.
6. Chałamow : Biuletyn Inst. Mechanobr, Obogaszczanie rud, Nr 2(8), 1957.
7. Kłassen, I.N. Płaksin: Izw. AN SSSR, Nr 3, str.62, 1954.
8. Laskowski: Mechanizm działania nieorganicznych soli w procesie „solnej” flotacji węgla kamiennych. Praca doktorska, Politechnika Śląska, Gliwice 1963.

9. Laskowski: Rudy i Metale Nieżelazne, Nr 11, s. 412. 1963.
10. Laskowski: Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo, z. 9, s. 15, 1964.
11. Klassen, J.S. Laskowski: DAN SSSR t.145, Nr 4, str. 857, 1962. Izv. AN SSSR, OTN-Miet. i Gornoj Dieło, Nr 3, str. 182, 1963.
12. Laskowski: Fizykochemiczne podstawy i niektóre zagadnienia technologii procesu flotacji kopalni, Skrypt Politechniki Śl., Nr. 104, s. 138, 1964.

Recenzent: Dr hab. inż. Krystian Kalinowski

Wpłynęło do Redakcji 1.10.1996 r.

Abstract

The paper deals with investigations of the influence of salted mine water on the coal flotation process from „Budryk” coal mine. The comparison of the flotation in salted water with the flotation in clean water shows that the water salinity has a very positive influence on the flotation process resulting in the improvement kinetics of the process, rise of the hydrofobicity of coal grains and reduction of flotation reagents consumption. The flotation in salted water causes twice as large increase of kinetics of the process and four times as large reduction of flotation reagents consumption. The negative effect of water salinity is the increase of salt content in the coal concentrate.