ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1982

Seria: GÓRNICTWO z. 117 Nr kol. 725

Aleksander OLAS, Janusz STEINHOFF,
Stanisław BŁASZCZYŃSKI

UTYLIZACJA POFLOTACYJNYCH ODPADÓW WĘGLA

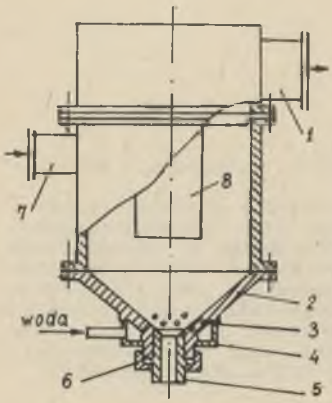
Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki wzbogacania poflotacyjnych odpadów węglowych KWK "Gliwice".
Wzbogacanie prowadzono w hydrocyklonach o budowie konwencjonalnej i z potrójnym kątem zbieżności stożka oraz na stole koncentracyjnym. Z nadawy o zapopieleniu 64% otrzymane koncentraty o zapopieleniu około 10%. Przedstawiono również próby uzyskania koncentratów pirytowych w hydrocyklonach o budowie konwencjonalnej oraz z potrójnym kątem zbieżności stożka i dodatkowym doprowadzeniem wody do części stożkowych hydrocyklonów. W celach porównawczych do odzysku pozostałości węglowych oraz pirytu zastosowano stół koncentracyjny. Uzyskane koncentraty pirytowe zawierały do 40% siarki całkowitej.

1. WPROWADZENIE

Zagadnienie utylizacji odpadów węglowych zalegających w dużych ilościach na hałdach kopalnianych nabiera coraz większego znaczenia przede wszystkim ze względu na problemy związane z ochroną środowiska.

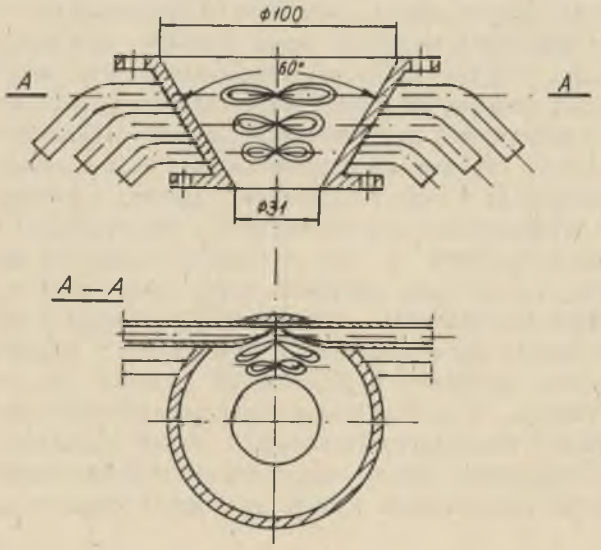
Jedną z metod utylizacji jest wykorzystanie niektórych typów odpadów w przemyśle ceramicznym i budowlanym. Piletowe zakłady zajmujące się wzbogacaniem i kruszeniem odpadów w celu otrzymania składnika do produkcji tzw. betonów lekkich pracują, między innymi, przy niektórych kopalniach w ZSRR. Nakłady inwestycyjne poniesione na budowę tych zakładów amortyzują się całkowicie po 6–8 latach. W Polsce na skalę przemysłową utylizacją odpadów węglowych zajmuje się Polsko-Węgierska spółka akcyjna "Haldex". Prowadzone są też szerokie badania nad przydatnością surowców odpadowych do wyrobów ceramiki budowlanej. Przydatność odpadów do tego celu warunkowana jest między innymi usunięciem z nich pozostałości węglowej i pirytu. Osobnym zagadnieniem jest wykorzystanie siarki pirytowej, towarzyszącej w większości przypadków odpadom węglowym [1], [2]. W odpadach następuje naturalna koncentracja pirytu, jednak tylko niewielka jego ilość może być wydzielona metodami przeróbki mechanicznej. Piryt bowiem występuje w naszych węglach w formie drobnych i najdrobniejszych wprysnięć. Większe ziarna występują sporadycznie, przeważnie mają wielkość poniżej 1 mm, osiągając 5 a nawet 2 μm. Pozwala to na otrzymanie wysokoprocentowych koncentratów pirytowych jedynie w specjalnych warunkach. Celem niniejszej pracy jest utylizacja poflotacyjnych odpadów węglowych KWK "Gliwice". Wzbogacanie prowadzono w kierunku maksymalnego odzysku substancji węglowej ze

względu na wysoką jej jakość (typ. 35.1) oraz koncentracji pirytu do wielkości umożliwiającej jego przemysłowe zastosowanie. Odpady poflotacyjne wydają się być najodpowiedniejszym materiałem do tego typu prac ze względu na fakt, że nie wymaga on kruszenia i klasyfikacji oraz ze względu na dużą naturalną koncentrację kruchego i drobnego pirytu. Wzbogacanie prowadzono przy zastosowaniu laboratoryjnych stołów koncentracyjnych oraz hydrocyklonów specjalnej konstrukcji z ośrodkiem wodnym. W procesie wzbogacania w hydrocyklonach z ośrodkiem wodnym część najdrobniejszych ziarn frakcji lekkiej, które powinny przedostać się do przelewu, zostaje uwięziona w "pościeli" utworzonej z frakcji ciężkiej i przedostaje się do wylewu, pogarszając w ten sposób efektywność rozdziału. Ten niekorzystny efekt można usunąć, stosując dodatkowy, przemywający strumień cieczy w części stożkowej hydrocyklonu. Podawanie wody do części stożkowej hydrocyklonu zmniejsza gęstość zawiesiny, powodując uwolnienie najdrobniejszych ziarn frakcji lekkiej, a tym samym ułatwia przedostawanie się ich do przelewu. Kierując się powyższym, w ZSRR opracowano kilka typów hydrocyklonów oraz przeprowadzono próby laboratoryjne i przemysłowe

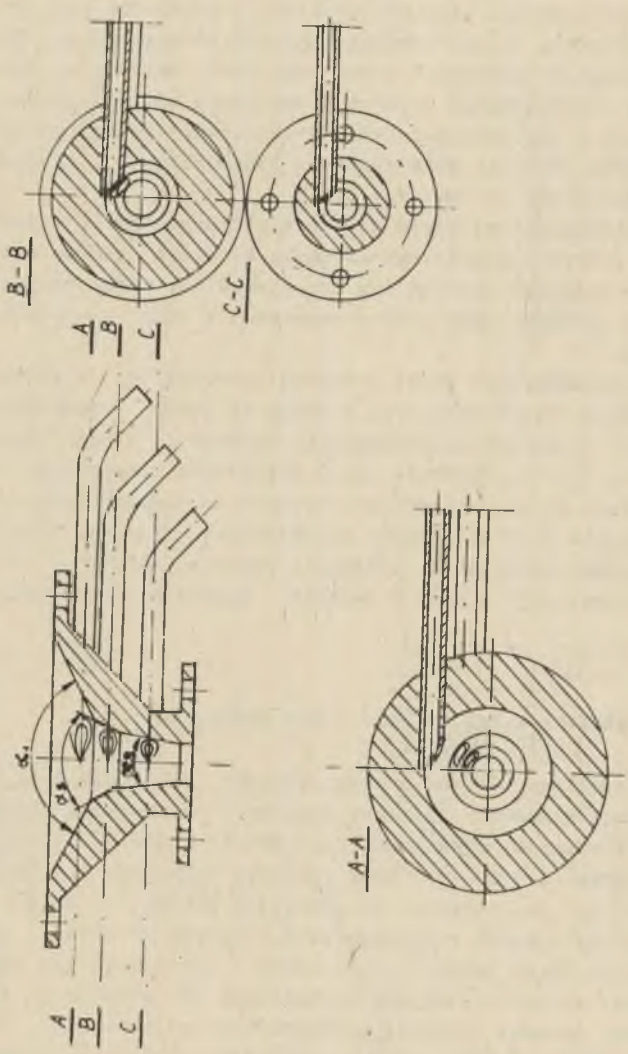


Rys. 1. Hydrocyklon z dodatkowym doprowadzeniem wody

1 - kolektor przelewu, 2 - część stożkowa, 3 - perforacja, 4 - kolektor doprowadzający wodę, 5 - końcówka wylewowa, 6 - mocowanie wylewu, 7 - doprowadzenie nadawy, 8 - przelew



Rys. 2. Część stożkowa hydrocyklonu o budowie konwencjonalnej z dodatkowym doprowadzeniem wody



Rys. 3. Część stożkowa hydrocyklonu z potrójnym kątem zbieżności stożka z dodatkowym doprowadzeniem wody

klasyfikacji i czyszczenia rud żelaza, otrzymując znaczną poprawę efektywności rozdziału [2]. W skali przemysłowej hydrocyklon z przemywającym strumieniem wody zastosowano przy wzbogacaniu rud złota [3], rysunek 1.

W dolnej części stożka tego hydrocyklonu umieszczono sito perforowane, pod które odpowiednio skonstruowanymi kanałami doprowadzona została woda. Stopień rozluzowania "pościeli" można regulować, zmieniając ilość podawanej wody. Takie rozluzowanie ułatwia przenikanie ziarn ciężkich przez wirującą "pościel" w kierunku ścianek hydrocyklonu. Na tej podstawie w Instytucie Przeróbki Kopalin skonstruowano hydrocyklony, których części stożkowe przedstawiono na rys. 2 i 3.

Na rys. 2 przedstawiono część stożkową hydrocyklonu o budowie konwencjonalnej, do której stycznie usytuowanymi króćcami doprowadzona jest woda dodatkowa w kierunku zgodnym lub przeciwnym do ruchu zawiesiny, przy czym położenie króćców pozwala na doprowadzenie wody na różnych wysokościach stożka.

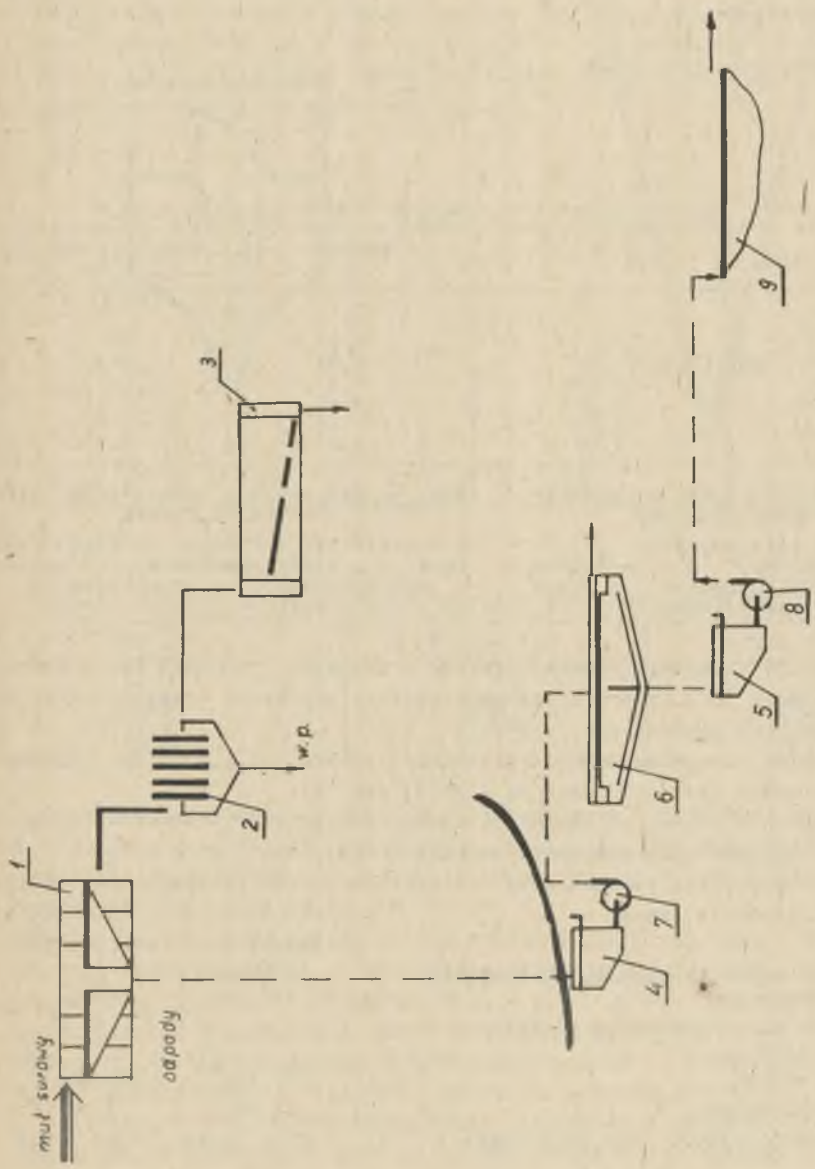
Na rys. 3 przedstawiono część stożkową hydrocyklonu z potrójnym kątem zbieżności stożka. Hydrocyklon ten z uwagi na swoją konstrukcję okazał się szczególnie przydatny do wzbogacania drobnych, wysoko zapopielonych ziarn węglowych [5, 6]. Podobnie jak w poprzednim przypadku, w poszczególnych częściach stożka zabudowano stycznie usytuowane dysze, pozwalające na wprowadzenie wody dodatkowej przemywającej "pościel". Stworzone zostały w ten sposób warunki do otrzymania czystych wylewów, a tym samym, przy dużej koncentracji pirytu w nadawie, czystych koncentratów pirytowych.

2. OPIS PROWADZONYCH BADAŃ, WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Jak już wspomniano, do badań użyto odpadów poflotacyjnych KWK "Gliwice". Do flotacji kierowany jest muł węglowy o uziarnieniu poniżej 0,75 mm. Koncentrat poflotacyjny odwadniany jest dwustopniowo, z wykorzystaniem filtrów tarczowych i bębnowych oraz suszarek termicznych. Odpady o zagęszczeniu 60-80 g/l są kierowane do odmulnika Dorra, a dalej do stawów zrzutowych. Próby odpadów poflotacyjnych, użytych do badań, pobierane z wylewu odmulnika Dorra średnio przez okres 1 miesiąca, tak aby otrzymać reprezentatywny materiał zbliżony parametrami do materiału zalegającego stawy zrzutowe. Schemat flotacji przedstawiono na rys. 4.

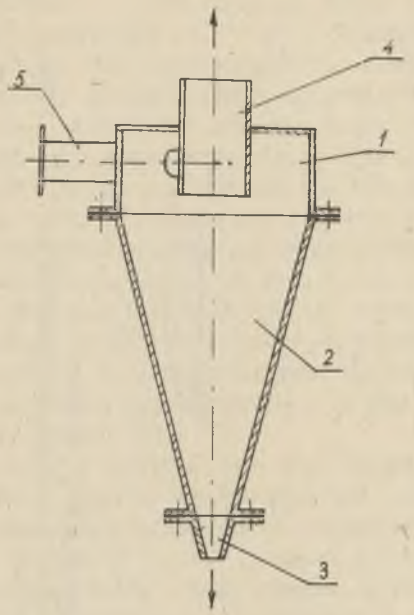
Schemat badań przedstawiał się następująco: odpady poflotacyjne przesiano na mokro na przesiewaczu laboratoryjnym, usuwając klasę + 3 mm. Następnie po wykonaniu analiz sitowych i densymetrycznych materiał kierowano do wzbogacania w celu wydzielenia pozostałości węglowej. Urządzeniami wzbogacającymi były:

- hydrocyklon o budowie konwencjonalnej z ośrodkiem wodnym o średnicy 100 mm i kącie zbieżności stożka 60°. Zmiennym parametrem było ciśnienie na wlocie i średnica wylewu;



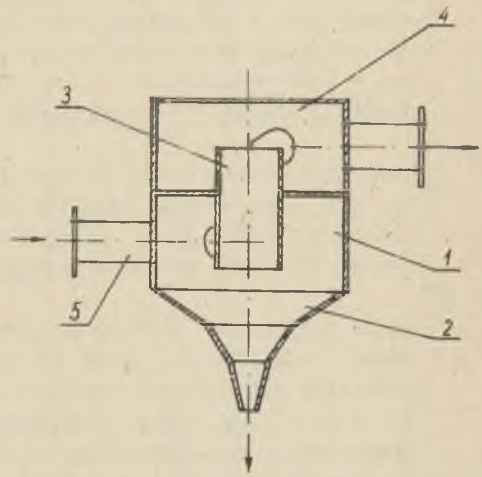
Rys. 4. Schemat technologiczny flotacji w KWK "Gliwice"

1 - flotownik, 2 - filtr tarczowy, 3 - suszarnia, 4, 5 - rzapie, 6 - odmulnik promieniowy, 7, 8 - pompy, 9 - osadnik pozapłuczkowy



Rys. 5. Hydrocyklon o budowie konwencjonalnej

1 - część cylindryczna, 2 - część stożkowa, 3 - końcówka wylewowa, 4 - przelew, 5 - dysza wlotowa



Rys. 6. Hydrocyklon o potrójnym kącie zbieżności stożka

1 - część cylindryczna, 2 - część stożkowa, 3 - dysza przelewowa, 4 - kolektor przelewu, 5 - dysza wlotowa

- hydrocyklon o budowie konwencjonalnej o średnicy 100 mm i kącie zbieżności stożka 90°. Podobnie jak poprzednio, zmieniano ciśnienie wlotowe oraz średnicę wylewu (rys. 5);
- hydrocyklon o potrójnym kącie zbieżności stożka 135°, 75°, 20°. Parametrem zmiennym jest ciśnienie na wlocie (rys. 6);
- hydrocyklon o potrójnym kącie zbieżności stożka 120°, 110°, 22°. Parametrem zmiennym jest ciśnienie na wlocie (rys. 6);
- laboratoryjny stół koncentracyjny z napędem typu Wilfleya, o następujących parametrach pracy:

	Wersja I	Wersja II
Wielkość kąta poprzecznego pochylenia płyty stołu	3°	4°
Wielkość kąta wzdłużnego pochylenia płyty stołu	0°	0°
Liczba wahań	270 min^{-1}	300 min^{-1}
Amplituda wahań	11 mm	11 mm
Wielkość przepływu wody dodatkowej	3,26 l/min	6,04 l/min

Efektem w pierwszej części badań było wytypowanie urządzenia oraz warunków pracy, przy których wzbogacanie przebiega najefektywniej pod kątem odzysku substancji węglowej.
Badania nad uzyskaniem koncentratów pirytowych prowadzono za pomocą ww. stołów koncentracyjnych oraz:
- hydrocyklonu o budowie konwencjonalnej jak pkt 2, z dodatkowym doprowadzeniem wody (rys. 2),
- hydrocyklonu z potrójnym kątem zbieżności stożka jak w pkt. 3, z dodatkowym doprowadzeniem wody (rys. 3).

Tablica 1

Wyniki analizy sitowej odpadów poflotacyjnych KWK "Gliwice"

Klasa ziarnowa (mm)	Wychód (%)	$\sum$ %	Popiół A^a (%)
+1	3,1		57,27
1-0,5	49,2	3,1	61,06
0,5-0,3	10,5	52,3	59,91
0,3-0,2	7,4	62,8	72,08
0,2-0,1	8,5	70,2	68,43
0,1-0,075	11,7	78,7	64,45
+0,075	9,6	90,4	71,80
		100,0	śr = 63,40

Tablica 2

Wyniki analizy densymetrycznej odpadów poflotacyjnych KWK "Gliwice"

Frakcja	Wychód (%)	Popiół A^a (%)
-1,5	16,19	11,35
1,5-1,8	13,96	41,18
1,8-2,8	22,22	79,80
+2,8	47,61	82,28

Wyniki analizy sitowej odpadów poflotacyjnych przedstawiono w tablicy 1. W tablicy 2 natomiast przedstawiono wyniki analizy densymetrycznej. Z analizy sitowej wynika, że nie ma istotnej różnicy w zapopieleniu poszczególnych klas ziarnowych.
Najniższe zapopielenie klasy + 1 mm wynika z faktu, iż duże ziarna węglowe, stanowiące nadziarno, które przedostają się do flotacji, nie ulegają wzbogaceniu. Z analizy densymetrycznej wynika, że w materiale surowym jest jeszcze 16% substancji węglowej o zapopieleniu 11%. Jest to ilość na tyle duża, że usprawiedliwione będzie wprowadzenie technologii odzysku węgla. Średnia zawartość siarki w materiale surowym wynosi 20%.

W tablicach 3-9 przedstawiono wyniki wzbogacania odpadów poflotacyjnych, przy zastosowaniu stołów koncentracyjnych i hydrocyklonów.

Tablica 3

Wyniki wzbogacania odpadów poflotacyjnych KWK "Gliwice" na stole koncentracyjnym

kąt poprzeczny - 3°, kąt wzdłużny - 0°, częstotliwość drgań - 270 min^{-1}, amplituda - 11 mm, przepływ wody dodatkowej - 3,26 l/min

Nr frakcji	γ (%)	A^a (%)	γ +0,2 (%)	A^a+0,2 (%)	γ -0,2 (%)	A^a-0,2 (%)
1	2,01	38,17	17,33	34,39	82,66	38,89
2	1,79	14,08	37,31	7,72	62,68	20,08
3	4,72	6,67	77,27	4, 6	22,72	10,79
4	10,65	15,50	92,42	13,82	7,35	36,00
5	45,10	68,01	73,57	57,88	26,43	78,57
6	26,14	74,89	53,90	68,09	46,09	76,22
7	9,63	76,89	78,26	73,54	26,45	74,35

Tablica 4

Wyniki wzbogacania odpadów poflotacyjnych KWK "Gliwice" na stole koncentracyjnym

kąt poprzeczny - 4°, kąt wzdłużny - 0°, częstotliwość drgań - 300 min^{-1}, amplituda - 11 mm, ilość wody dodatkowej - 6,04 l/min

Nr frakcji	γ (%)	A^a (%)	γ +0,2 (%)	A^a+0,2 (%)	γ -0,2 (%)	A^a-0,2 (%)
1	3,74	43,51	42,10	49,88	57,89	38,88
2	3,37	36,66	63,33	38,37	36,66	33,60
3	7,74	7,74	46,07	4,14	53,92	10,83
4	9,63	23,79	95,71	21,14	4,28	60,32
5	35,00	66,78	63,43	53,38	36,56	71,24
6	26,64	69,47	67,55	70,98	32,45	69,31
7	26,91	68,29	5,45	77,90	94,54	60,90

W tablicach tych przyjęto następujące oznaczenia:

α - kąt zbieżności stożka,
β - zagęszczenie nadawy,
p - ciśnienie na wlocie do hydrocyklonu,
d - średnica wylewu
γ_p - wychód przelewu,
A^a_p - zapopielenie przelewu,
γ_w - wychód wylewu,
A^a_w - zapopielenie wylewu,
$\gamma_{p-0,2}$ - wychód ziarn -0,2 mm w przelewie,
$\gamma_{p+0,2}$ - wychód ziarn +0,2 mm w przelewie,
$A^a_{p-0,2}$ - zapopielenie ziarn -0,2 mm w przelewie,
$A^a_{p+0,2}$ - zapopielenie ziarn +0,2 mm w przelewie,
S_c - zawartość siarki całkowitej.

Jak wynika z tablicy 3, wzbogacając odpady na stole koncentracyjnym otrzymano wyniki, które można uznać za zadowalające. We frakcjach 2, 3, 4 zapopielenie wynosiło 14,08%, 6,67%, co po odsianiu klasy -0,2 mm dało odpowiednio 7,72; 4,86; 13,82% przy sumarycznym wychodzie 10%.

Najwyższe zapopielenie frakcji 7 wynosiło 76,89% przy zawartości S_c = = 33%. Nieco gorsze rezultaty otrzymano stosując parametry pracy stołu koncentracyjnego przedstawione w tablicy 4. We frakcji 3 otrzymano po odsianiu klasy -0,2 mm 4,14% popiołu przy wychodzie 3%. Najwyższe zapopielenie odpadów wynosiło 77,9%, przy zawartości S_c = 33,8%.

Tablica 5

Wyniki wzbogacania odpadów poflotacyjnych KWK "Gliwice" w hydrocyklonie o budowie konwencjonalnej, zagęszczenie nadawy 150 g/l

p	α	d	γ_p	γ_w	A^a_p	A^a_w	$\gamma_{p+0,2}$	$A^a_{p+0,2}$	$\gamma_{p-0,2}$	$A^a_{p-0,2}$
kG/cm^2		mm	%	%	%	%	%	%	%	%
0,9	60°	25	28,05	71,95	50,80	67,20	21,78	35,43	78,22	60,33
0,7	60°	25	21,85	78,15	47,30	68,40	25,64	34,61	74,36	58,47
0,5	60°	25	27,38	72,62	45,70	68,20	26,12	30,01	73,88	59,93
0,9	60°	20	36,56	73,44	38,09	74,70	29,72	29,56	70,28	52,02
0,7	60°	20	25,07	74,93	44,50	71,30	34,24	27,81	65,76	60,50
0,5	60°	20	21,18	78,82	31,50	78,20	36,37	18,00	63,63	50,30
0,9	90°	20	30,36	73,64	37,51	70,82	35,34	24,59	64,66	45,00
0,7	90°	20	39,21	60,79	50,56	67,01	18,50	16,80	81,50	58,40
0,5	90°	20	33,80	66,20	51,26	66,70	14,96	25,81	85,04	55,73
0,9	90°	25	29,94	70,06	47,24	71,81	39,03	33,40	60,97	56,32
0,7	90°	25	34,28	65,72	54,73	64,60	23,71	31,80	76,29	61,85
0,5	90°	25	35,00	65,00	46,37	68,37	16,12	18,24	83,88	51,79

Wzbogacając w hydrocyklonie o budowie konwencjonalnej, średnicy 100 mm i kącie zbieżności stożka 60°, najkorzystniejsze wyniki otrzymano przy ciśnieniu nadawy 0,5 kH/cm^2 i średnicy wylewu 20 mm. Wówczas to zapopielenie przelewu wynosiło 31,5%, przy wychodzie 21,18%, zapopielenie wylewu 78,2%, przy wychodzie 78,82%. Po usunięciu z przelewu ziarn -0,2 mm, które nie podlegały wzbogacaniu, otrzymano znaczną poprawę wyników. W przelewie 18% popiołu przy zapopieleniu klasy -0,2 mm równym 50,3%. Ostateczny wychód koncentratu wynosił 7,7%. Przy zmianie ciśnienia oraz zwiększeniu średnicy dyszy wylewu otrzymano znacznie pogorszone wyniki. Przy kącie zbieżności stożka 90° najkorzystniejsze rezultaty otrzymano stosując ciśnienie na wlocie 0,7 kG/cm^2 i średnicy wylewu 20 mm. Zapopielenie koncentratu wynosiło 16,8%, przy wychodzie 7,25%. Zapopielenie odpadów wynosiło 67,01%. Podobne rezultaty otrzymano zwiększając średnicę wylewu do

25 mm, przy ciśnieniu 0,5 kG/cm^2. W tych warunkach w przelewie otrzymano 18,24% popiołu przy wychodzie 5,64%.

Tablica 6

Wyniki wzbogacania odpadów poflotacyjnych KWK "Gliwice" w hydrocyklonie o potrójnym kącie zbieżności stożka przy zagęszczeniu nadawy 150 g/l

p	α	γ_p	γ_w	A_p^a	A_w^a	$\gamma_{p-0,2}$	$\gamma_{p+0,2}$	$A_{p-0,2}^a$	$A_{p+0,2}^a$
kG/cm^2		%	%	%	%	%	%	%	%
1,5	α_1=120°	56,23	43,77	50,13	75,37	60,41	39,59	58,22	38,71
0,9	α_2=110°	61,72	38,27	51,17	71,49	61,30	38,70	57,01	37,43
0,7	α_3=22°	55,36	44,64	52,33	72,70	70,22	29,78	63,78	22,93
0,5		57,89	42,11	47,50	76,86	51,78	48,22	66,91	27,70
0,3		30,45	69,55	39,94	77,27	69,41	30,59	42,21	34,17
1,5	α_1=135°	26,78	73,22	48,32	68,34	73,12	26,88	55,37	29,14
0,9	α_2=75°	20,12	79,88	46,13	66,78	69,11	30,89	56,88	22,73
0,7	α_3=20°	19,85	80,15	44,81	68,00	70,32	26,68	50,14	30,81
0,5		24,51	75,49	39,20	70,02	68,47	31,53	50,77	17,09
0,3		30,53	69,47	40,82	74,00	65,81	34,19	50,13	20,79

W hydrocyklonie z potrójnym kątem zbieżności stożka, przy kątach zbieżności α_1 = 120°, α_2 = 110°, α_3 = 22° (rys. 5 tablica 6), najkorzystniejsze rezultaty otrzymano przy ciśnieniu wlotowym 0,7 kG/cm^2. W przelewie po usunięciu ziarn najdrobniejszych (-0,2 mm) zapopielenie wynosiło 22,9% przy wychodzie 16%.

Nie otrzymano wprawdzie dobrych jakościowo koncentratów, lecz na uwagę zasługuje wysokie zapopielenie odpadów, które wynosiło 72,7% - 77,2%. Po zmianie części stożkowej na stożek z kątami zbieżności α_1 = 135°, α_2 = 75°, α_3 = 20° najkorzystniejsze rezultaty otrzymano przy ciśnieniu nadawy 0,3 i 0,5 kG/cm^2, przelew zawierał 17-20% popiołu przy wychodzie 7,44-10,3%, a wylew 66,7-74% popiołu przy wychodzie 69-80%.

Przy wzbogacaniu w hydrocyklonie z potrójnym kątem zbieżności stożka z dodatkowym doprowadzeniem wody niektóre parametry pracy przyjęto za stałe i tak: ciśnienie na wlocie wynosiło 0,7 kG/cm^2, zagęszczenie nadawy 200 g/l. Najkorzystniejsze rezultaty otrzymuje się podczas podawania wody dodatkowej króćcem nr 2 (rys. 3 tablica 7). Wówczas zapopielenie odpadów wynosi 76,5-79%, przy wychodzie 19-37% i średniej zawartości S_c = 37%. Zawartość S_c w przelewie po odsianiu ziarn -0,2 mm wahała się w granicach 0,3-0,4%. Ilość wody przemywającej zmieniano w granicach 2-8,33 l/min. Nie zaobserwowano wyraźnego wpływu ilości wody przemywającej na wyniki rozdziału. W tablicy 8 przedstawiono wyniki wzbogacania odpadów w hydrocyklonie o budowie konwencjonalnej z podaniem wody przemywającej w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu strugi.

Tablica 7

Wyniki wzbogacania odpadów poflotacyjnych KWK "Gliwice" w hydrocyklonie o potrójnym kącie zbieżności stożka z podaniem wody dodatkowej zgodnie z kierunkiem strumienia. Zagęszczenie nadawy 200 g/l, p = 0,7 kG/cm^2

Ilość wody dodatkowej	Króciec nr 1				Króciec nr 2				Króciec nr 3			
	γ_p	γ_w	A_p^a	A_w^a	γ_p	γ_w	A_p^a	A_w^a	γ_p	γ_w	A_p^a	A_w^a
l/min	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2,00	70,10	29,90	58,52	71,78	62,81	37,19	59,68	76,55	73,14	26,80	55,12	70,70
3,33	82,87	17,13	59,18	73,95	68,03	31,97	54,54	79,13	84,23	15,77	58,19	69,51
5,00	81,07	18,93	57,22	73,60	80,97	19,03	64,32	77,19	79,97	20,03	60,63	71,11
6,66	63,21	36,79	56,43	69,25	78,84	21,16	61,43	77,52	68,66	31,34	53,80	73,04
8,33	80,19	19,81	60,33	65,13	80,77	19,23	62,81	76,65	82,41	17,59	61,73	68,82

Tablica 8

Wyniki wzbogacania odpadów poflotacyjnych KWK "Gliwice" w hydrocyklonie o budowie konwencjonalnej z podaniem wody dodatkowej do stożka w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu strugi

p = 0,7 kG/cm^2, zagęszczenie nadawy 200 g/l, średnica wylewu 20 mm

Ilość wody dodatkowej	Króciec nr 4				Króciec nr 5				Króciec nr 6			
	γ_p	γ_w	A_p^a	A_w^a	γ_p	γ_w	A_p^a	A_w^a	γ_p	γ_w	A_p^a	A_w^a
l/min	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2,00	75,51	24,49	63,11	68,18	60,03	39,97	60,18	73,17	50,21	49,79	51,15	78,44
3,33	80,27	19,73	55,03	70,69	72,23	27,77	58,23	77,03	66,47	33,53	54,36	74,19
5,00	60,91	39,09	54,50	74,97	71,94	28,06	54,54	75,49	70,79	29,21	51,11	77,94
6,66	65,41	34,59	51,43	72,18	78,00	29,00	58,07	78,34	70,32	29,68	56,39	76,38
8,33	79,82	20,18	69,69	70,01	71,15	28,85	67,31	77,71	72,12	27,88	58,28	72,67

Tablica 9

Wyniki wzbogacania odpadów poflotacyjnych KWK "Gliwice" w hydrocyklonie o budowie konwencjonalnej z podaniem wody dodatkowej w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu strugi

Zagęszczenie nadawy 200 g/l, ciśnienie p = 0,7 kG/cm^2, średnica wylewu 20 mm

Ilość wody dodatkowej	Króciec nr 3				Króciec nr 2				Króciec nr 1			
	γ_p	γ_w	A_p^a	A_w^a	γ_p	γ_w	A_p^a	A_w^a	γ_p	γ_w	A_p^a	A_w^a
l/min	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2,00	54,50	45,50	51,95	72,58	55,82	44,18	50,05	68,10	56,16	43,84	50,26	79,93
3,33	66,83	33,17	52,93	79,12	63,43	36,57	52,33	73,37	66,38	33,62	58,88	81,14
5,00	63,95	36,05	53,34	74,25	67,75	32,25	56,43	75,01	60,37	39,63	51,13	77,08
6,66	67,25	32,75	63,33	74,81	70,01	29,99	57,71	79,44	65,29	34,71	52,91	80,96
8,33	55,62	44,38	50,88	75,63	69,98	30,02	59,99	77,83	65,12	34,88	50,77	79,30

Najkorzystniejsze rezultaty otrzymano podając wodę dodatkową króćcami 4 i 5. Zapopielenie odpadów wynosiło 72-78%, przy wychodzie 27-49% i wartości S_c = 37%. W przelewie obserwuje się niską zawartość siarki, wynoszącą 0,3%. Nieco lepsze wyniki otrzymano podając wodę przemywającą w kierunku zgodnym do ruchu strugi materiału króćcem 1 (tablica 9). Zapopielenie odpadów w tym przypadku wahało się w granicach 77-81%, przy wychodzie 33-43% i zawartości S_c do 40%.

3. WNIOSKI

1. Istnieje możliwość wydzielania resztek substancji węglowych z odpadów poflotacyjnych KWK "Gliwice" zarówno w hydrocyklonach, jak i na stole koncentracyjnym.

2. Spośród badanych hydrocyklonów największą przydatność do tego rodzaju procesu wykazał hydrocyklon o budowie konwencjonalnej i kącie zbieżności stożka 60°. Najkorzystniejszy wynik otrzymano przy zagęszczeniu nadawy 150 g/l, ciśnieniu na wlocie 0,5 kG/cm^2. Zapopielenie koncentratu wynosiło około 17%.

3. W żadnym przypadku w hydrocyklonach nie otrzymano koncentratu o zapopieleniu mniejszym od 10%, co sugeruje, że należy prowadzić powtórne czyszczące wzbogacanie koncentratu, co z kolei znacznie komplikuje schemat rozdziału i biorąc pod uwagę niskie wychody, nie wydaje się być celowe.

4. Wyniki, które należy uznać za bardzo dobre, otrzymano wzbogacając na stole koncentracyjnym, gdzie koncentrat o zapopieleniu około 10%, przy wychodzie 10%, daje rezultat zbliżony do teoretycznego, wynikającego z krzywej rozdziału.

5. Najwyżej zapopielone odpady, około 80%, o wysokiej zawartości siarki całkowitej, otrzymano stosując do wzbogacania hydrocyklon o budowie konwencjonalnej z dodatkowym doprowadzeniem wody do części stożkowej. Kierunek doprowadzenia wody dodatkowej jest istotny; nieco lepsze rezultaty otrzymano stosując dyszę usytuowaną stycznie w kierunku zgodnym z ruchem materiału wewnątrz hydrocyklonu.

6. Przy wzbogacaniu na stole koncentracyjnym w ostatniej frakcji otrzymano rezultaty zbliżone do wyników z hydrocyklonu, to jest 78% popiołu przy 40% wychodzie.

7. Analizując wyniki pod kątem zawartości siarki, możemy wnioskować co następuje:

Przy wzbogacaniu odpadów na stole koncentracyjnym w najkorzystniejszym przypadku otrzymujemy wysoko zasiarczoną frakcję o zawartości 38-40% S_c, przy 0,8% zawartości S_c w koncentracie i przy 10% S_c w nadawie. Podobnie w wylewie z hydrocyklonu o potrójnym kącie zbieżności stożka otrzymano wysokie zawartości S_c, tj. około 40%.

Odpady poflotacyjne pozbawione węgla i pirytu zawierały około 1,2% S_c, co wydaje się być wynikiem dobrym.

Wyniki powyższych badań upoważniają do wysunięcia sugestii odnośnie do rozważenia możliwości zastosowania powyższej koncepcji technologii w ramach zakładu przeróbczego KWK "Gliwice" po ewentualnym przeprowadzeniu prób w większej skali.

LITERATURA

[1] PILCH W., BIERNAT J.: Otrzymywanie koncentratów pirytowych z surowca odpadowego. "Przemysł Chemiczny" 6/1968.

[2] LACH R., ŚREDNIAWA J., SZAFRAŃSKI Z.: Możliwości wzbogacania polskich miałów energetycznych o podwyższonej zawartości siarki. "Przegląd Górniczy" nr 2, Katowice 1977.

[3] BARISZPOLEC W.T., KOWALENKO W.L., KLUCZKA A.M.: Issliedowanije gidrocikłonow z profiwopotokom wody. Obogaszczenie polieznych iskopajemych nr 10, Kijew 1972.

[4] ŁOPATIN A.G.: Powyszenie efiektiwnosti obogaszczenia w gidrocikłonach. Obogaszczenie rud nr 4, 1974.

[5] LASKOWSKI T., BŁASZCZYŃSKI S., ŚLUSAREK M.: Wzbogacanie grawitacyjne. Wyd. "Śląsk" 1979.

[6] BŁASZCZYŃSKI S., OLAS A., ŚWIERKOT-KOPAŁA A.: Odsiarczanie węgla w hydrocyklonie. ZN Pol.Sl., s. "Górnictwo" z. 86.

[7] BŁASZCZYŃSKI S., OLAS A., ŚWIERKOT-KOPAŁĄ A.: Wzbogacanie drobnych ziarn węglowych w hydrocyklonie. ZN Pol.Śl., s. "Górnictwo" z. 88, Gliwice 1979.

[8] OLAS A.: Prace Instytutu Przeróbki Kopalin Pol.Śl. temat 1-17/22, Gliwice 1980.

Recenzent: doc. dr inż. Renat Bortel

Wpłynęło do Redakcji 27.I.1982 r.

УТИЛИЗАЦИЯ ФЛОТАЦИОННЫХ ОТХОДОВ УГЛЯ

Р е з ю м е

В работе представлены результаты обогащения флотационных отходов угля на каменноугольной шахте "Гливице".

Обогащение было проведено в гидроциклонах обычного устройства и с тройным углом сходимости конуса, а тоже на концентрационном столе. Из исходного питания зольностью 64% были получены концентраты зольностью около 10%. Одновременно были представлены попытки получения пиритных концентратов в гидроциклонах конвенциональной конструкции и с тройным углом сходимости конуса, а также дополнительной подачей воды к конусным частям гидроциклонов. Для

сравнительных целей при регенерации отходов угля и пирита был применен концентрационный стол. Полученные пиритные концентраты содержали до 40% общего количества серы.

UTILIZATION OF COAL FLOTATION TAILINGS

S u m m a r y

The paper presents the results of enriching coal flotation tailings in the coal-mine "Gliwice". The enrichment has been carried out in conventionally constructed hydrocyclones and in hydrocyclones with triple draft angle, and on a concentrating table.

Concentrators with 10% of ashes have been obtained from the material with 64% of ashes.

Attempts to obtain pyrite concentrates in the conventionally constructed hydrocyclones and in hydrocyclones with triple draft angle of the cone and with the additional supply of water to the cone-shaped parts of the hydrocyclone are presented.

The concentrating table has been used to recover remainders of coal and pyrite. The obtained pyrite concentrates have contained up to 40% of sulphur.