ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1977

Seria: GÓRNICTWO z. 86 Nr kol. 557

Stanisław BŁASZCZYŃSKI,
Aleksander OLAS, Anna ŚWIERKOT-KOPAŁA

ODSIARCZANIE WĘGLA W HYDROCYKLONIE

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki odsiarczania mułu węglowego KWK "Komuna Paryska" na drodze wzbogacania w ośrodku wodnym w hydrocyklonie z potrójnym kątem zbieżności stożka.
Produktem końcowym jest koncentrat o uziarnieniu 1 - 0,2 mm, zawartości popiołu 6,36 - 7,24% i siarki 0,8 - 0,9%, otrzymany z przelewów hydrocyklonu, z których usunięto na drodze klasyfikacji na przesiewaczu wibracyjnym klasę ziarnową < 0,2 mm.

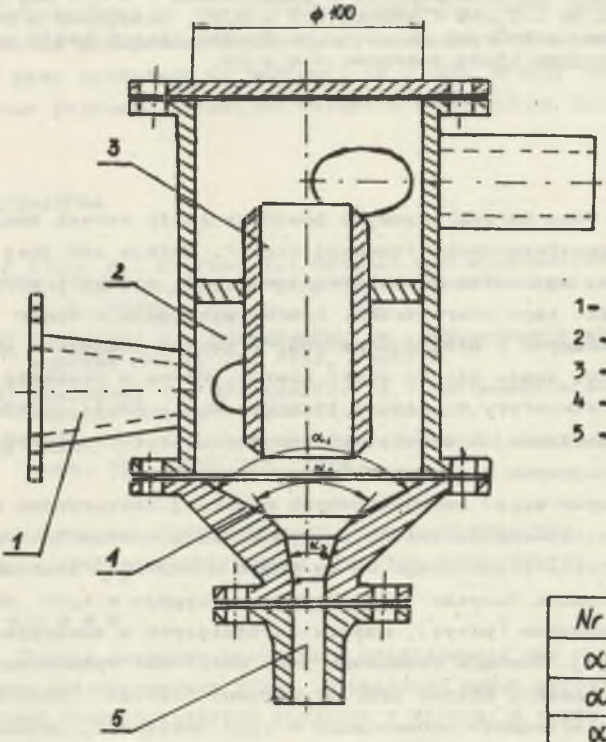
1. Wstęp

Rozwijający się z roku na rok przemysł powoduje stały wzrost zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego tlenkami siarki. Emisja ich jest spowodowana między innymi spalaniem w elektrowniach węgli energetycznych o podwyższonej zawartości tego pierwiastka. Siarka występuje w węglu w postaci związków organicznych i nieorganicznych. Z punktu widzenia ochrony środowiska za szkodliwą uważa się tę część siarki, która w procesie spalania wydalona jest do atmosfery w postaci tlenków. Na tę część składa się cała ilość siarki organicznej i siarka występująca w postaci nieorganicznych związków rozkładających się w wysokich temperaturach..

W przypadku krajowych węgli energetycznych najwyżej zasiarczone są węgle z obszaru jaworznicko-mikołowskiego, w tym węgle z czterech kopalń zawierają ponad 1,5% siarki całkowitej. Są to węgle z kopalń: "Siersza","Janina", "Jaworzno", "Komuna Paryska" [2]. Siarka występuje w tych węglach głównie w postaci siarczków (piryt), często zarośniętych z towarzyszącymi minerałami ilastymi [1]. Obecnie rozważana jest możliwość wybudowania pilotowego zakładu wzbogacania miałów przy Elektrowni Siersza i Jaworzno III. W rozważaniach technologicznych wzbogacania w tych zakładach, jednym z nierozwiązanych problemów jest wydzielenie pirytu z mułów [1]. Celem niniejszej pracy jest próba rozwiązania tego problemu w skali półtechnicznej.

Wzbogacanie drobnych ziarn węglowych na drodze rozdziału mechanicznego wyłącznie przy użyciu sił grawitacji jest w zasadzie mało efektywne, celowe jest zatem zwracanie uwagi na urządzenia, w których siły działające na ziarna wzbogacanego materiału są większe. Jednym z takich urządzeń jest hydrocyklon. W hydrocyklonach wskutek działania zespołu sił, jako następstwo ruchu obrotowego, następuje rozdział wprowadzonej nadawy według wielkości oraz ciężaru właściwego ziarna, a uzyskane przyspieszenia sięgają

kilku tysięcy wartości przyspieszenia ziemskiego. Z wielu konstrukcyjnych rozwiązań hydrocyklonów na szczególną uwagę zasługuje pracujący w ośrodku wodnym hydrocyklon z potrójnym kątem zbieżności stożka. W hydrocyklonie tym (rys. 1) proces rozdziału jest nieco bardziej złożony niż w typowych hydrocyklonach wzbogacających. W górnej części stożkowej następuje odkładanie się łoża z ziarn o dużej gęstości, które uniemożliwiają przedostanie się frakcji lżejszej do dolnych warstw, kierując je do przelewu. Pozostały materiał przechodzi do dolnej części stożka mającej najmniejszy kąt zbieżności. W części tej rozdział zachodzi głównie według wielkości ziarn. Mniejsze ziarna unoszone są wznoszącym strumieniem do drugiej sekcji stożka do powtórnego wzbogacania.



Nr	1	2	3
α_1	120°	135°	145°
α_2	110°	75°	70°
α_3	22°	20°	22°

Rys. 1. Hydrocyklon z potrójnym kątem zbieżności stożka

2. Opis badań i wyniki

Do badań użyto surowy miał węglowy KWK "Komuna Paryska" o uziarnieniu <20 mm. Skład ziarnowy, zawartość popiołu i siarki całkowitej w poszcze-

gólnych klasach przedstawione w tablicy 1. Węgiel skruszono w kruszarce szczękowej o szczelinie 5 mm, a następnie w dezyntegratorze z sitem o oczkach 1 mm. Tak przygotowany materiał o uziarnieniu 1 - 0 mm zawierający ~ 20% popiołu i ~ 3% S_c (tablica 2) stanowił nadawę do rozdziału w w hydrocyklonie z potrójnym kątem zbieżności stożka. Pewne parametry hydrocyklonu takie jak: średnica i położenie dyszy przelewowej, dyszy wlotowej i wylewu przyjęto, opierając się na wcześniej przeprowadzonych badaniach, za stałe.

Tablica 1

Wyniki analizy sitowej węgla surowego KWK "Komuna Paryska" o uziarnieniu < 20 mm

Klasa mm	Wychód γ %	Suma wychodów $\sum \gamma$ %	Popiół A_a %	Siarka S_c %
20 - 10	39,7	39,7	17,84	3,7
10 - 5	20,7	60,4	18,79	2,6
5 - 2	18,3	78,7	18,77	2,4
2 - 1	2,7	81,4	18,19	2,8
1 - 0,5	9,4	90,8	17,20	2,1
0,5 - 0,2	4,6	95,4	21,34	3,6
0,2 - 0,1	1,8	97,2	28,78	3,2
< 0,1	2,8		35,14	2,2
Razem		100,0	α = 19,9	S_c = 2,96

Tablica 2

Wyniki analizy sitowej węgla surowego KWK "Komuna Paryska" skruszonego w dezyntegratorze do wielkości ziarn Ø - 1 mm

Klasa mm	Wychód γ %	Suma wychodów $\sum \gamma$ %	Popiół A_a %	Siarka S_c %
1 - 0,5	29,8	29,8	17,35	2,5
0,5 - 0,3	18,6	48,4	15,23	2,1
0,3 - 0,2	24,0	72,4	17,11	2,5
0,2 - 0,1	14,4	86,8	20,76	4,0
0,1 - 0,075	7,2	94,0	29,22	3,9
<0,075	6,0		42,59	4,1
Razem		100,0	α = 19,75	S_c = 2,93

Natomiast zmiennymi parametrami były kąty zbieżności stożka (jak na rys.1) oraz ciśnienie na wlocie do hydrocyklonu. Najkorzystniejsze rezultaty wzbogacania przedstawiono w tablicy 3.

Tablica 3

Wyniki wzbogacania mułu węglowego KWK "Komuna Paryska" o uziarnieniu 1-0mm w hydrocyklonie z potrójnym kątem zbieżności stożka. Zagęszczenie nadawy 150 g/l

Nr próby	Nr stożka	Ciśnienie kG/cm^2	Frakcje	Zagęszczenie g/dcm^3	Wychód γ %	Popiół A_a %	Siarka S_o %
1	2	0,4	przelew	89,7	78,58	14,1	1,3
			wylew	312,2	21,2	43,15	7,7
2	2	0,6	przelew	101,2	86,43	14,85	1,5
			wylew	286,0	13,57	43,0	8,9
3	2	0,9	przelew	102,33	77,6	13,64	1,3
			wylew	369,88	22,4	47,81	9,0
4	3	0,4	przelew	118,71	82,14	13,98	1,2
			wylew	363,64	17,86	49,3	8,1
5	3	0,6	przelew	128,94	81,05	14,26	1,2
			wylew	268,92	18,95	49,52	8,9
6	3	0,9	przelew	106,4	81,68	14,21	1,2
			wylew	412,12	18,32	49,0	8,8
7	1	0,4	przelew	101,49	89,83	15,16	1,6
			wylew	170,0	10,17	52,2	10,6
8	1	0,6	przelew	169,44	90,45	17,48	1,7
			wylew	298,15	9,55	55,95	12,1
9	1	0,9	przelew	92,0	89,64	16,51	1,5
			wylew	483,87	10,36	54,31	13,0

Wiadomo, że w hydrocyklonie z potrójnym kątem zbieżności stożka w pierwszej fazie jego pracy najdrobniejsze ziarna ($< 200\ \mu m$) bez względu na stopień zapopielenia przedostają się do przelewu. Z analiz petrograficznych natomiast wynika, że piryty w węglach stanowią na ogół małe wymiarowo formy mineralne, zatem po przeprowadzeniu wstępnego rozdziału w hydrocyklonie otrzymane przelewy należy uwolnić od drobnego pirytu oraz iłów

na drodze klasyfikacji (odlenia) na przesiewaczach wibracyjnych, hydrocyklonach bądź tym podobnych urządzeniach. Przelewy z prób 1-9 (tablica 3) rozdzielono na klasy 1 - 0,2 i 0,2 - 0 mm, wyniki rozdziału przedstawiono w tablicy 4.

Ponadto celem pełnego przedstawienia zawartości siarki w poszczególnych klasach ziarnowych wybrane koncentraty z hydrocyklonów rozkłasyfikowano na sitach laboratoryjnych oraz oznaczono zawartość popiołu i siarki (tablica 5).

Tablica 4

Wyniki rozdziału przelewów z prób 1-9 (tablica 3) na przesiewaczu wibracyjnym Ø = 0,2 mm

Nr próby	Nr przelewu tabl. 3	Wychód klasy 1 - 0,2 %	Wychód klasy 0,2 - 00 %	Popiół w klasie 1 - 0,2 %	S_c w klasie 1 - 0,2 %
10	1	63,75	36,25	6,36	0,8
11	2	65,45	34,55	7,45	0,9
12	3	59,41	40,59	7,15	0,9
13	4	64,71	35,29	7,13	0,8
14	5	65,48	34,52	7,29	0,8
15	6	66,5	33,5	7,09	0,9
16	7	64,2	35,8	8,77	1,1
17	8	66,8	33,2	9,56	1,3
18	9	59,5	40,5	5,33	1,0

Tablica 5

Wyniki klasyfikacji przelewów próby 3 i 4 z tablicy 3

Nr próby	Nr przelewu z tabl. 3	Klasa ziarnowa	Wychód %	Popiół %	Siarka S_c %
19	3	1 - 0,5	35,35	5,81	0,7
20	3	0,5 - 0,3	12,86	6,21	0,9
21	3	0,3 - 0,2	18,93	9,17	1,2
22	3	0,2 - 0,1	9,3	12,0	1,3
23	3	0,1 - 0,075	5,29	18,37	2,3
24	3	<0,075	18,27	47,90	2,3
25	4	1 - 0,5	33,24	5,74	0,7
26	4	0,5 - 0,3	12,46	6,86	0,8
27	4	0,3 - 0,2	20,4	8,2	0,9
28	4	0,2 - 0,1	11,36	15,68	1,6
29	4	0,1 - 0,075	5,59	17,3	2,3
30	4	<0,075	17,0	49,24	2,6

3. Omówienie wyników badań

W tablicach 2-5 przedstawiono niektóre wyniki wzbogacania mułu węglowego KWK "Komuna Paryska" w hydrocyklonie z potrójnym kątem zbieżności stożka. Z tablicy 3 wynika, że najkorzystniejsze wyniki wzbogacania można uzyskać, stosując części stożkowe z kątami zbieżności oznaczonymi na rys. 1 numerami 2 i 3, to jest $\alpha_1 = 135^o$, $\alpha_2 = 70^o$, $\alpha_3 = 20^o$ lub $\alpha_1 = 145^o$, $\alpha_2 = 70^o$, $\alpha_3 = 22^o$ przy ciśnieniu nadawy 0,4 lub 0,9 kG/cm^2. Zapopielenie przelewu w tych przypadkach waha się w granicach 13,64 - 14,21% przy wychodzie 77,6 - 81,2% i zawartości siarki całkowitej 1,2 - 1,3%. Stosunkowo wysoką zawartość siarki w przelewach należy tłumaczyć obecnością wysoko zapopielonych i wysoko zasiarczonych najdrobniejszych klas, które niemal w całości przechodzą do przelewu hydrocyklonu. Potwierdzeniem tego są wyniki klasyfikacji najniżej zapopielonych przelewów (próba nr 3 i 4) przedstawione w tablicy 5. Z tablicy tej wynika, że w klasie ziarnowej $< 0,2$ mm koncentruje się duża ilość siarki ($\sim$ 2%). Znaczne obniżenie za wartości zarówno popiołu jak i siarki można zatem uzyskać, wydzielając z przelewu klasy najdrobniejsze. W tablicy 4 przedstawiono wyniki rozdziału przelewów prób 1-9 na przesiewaczu wibracyjnym o oczkach 0,2 mm. Uzyskano w ten sposób dobre koncentraty o zawartości popiołu 6,36 - 7,29% (próby 10-15) i zawartości siarki 0,8 - 0,9%.

4. Wnioski

- Z przeprowadzonych badań wynika, że hydrocyklon z potrójnym kątem zbieżności stożka jest w pełni przydatny do wzbogacania i odsiarczania mułów węglowych, przy czym najkorzystniejsze rezultaty otrzymuje się, usuwając z przelewów klasy najdrobniejsze, to jest $< 0,2$ mm.
- Dużą rolę odgrywają kąty zbieżności stożka. Najkorzystniejsze wyniki otrzymuje się, stosując następujące kąty: $\alpha_1 = 135^o$, $\alpha_2 = 70^o$, $\alpha_3 = 20^o$ lub $\alpha_1 = 145^o$, $\alpha_2 = 70^o$, $\alpha_3 = 22$ (rys. 1).

LITERATURA

[1] Lach R., Średniawa J., Szafrański Z.: Możliwości wzbogacania polskich węgli energetycznych o podwyższonej zawartości siarki, Przegląd Górniczy nr 2, 1977.

[2] Odsiarczanie węgli i spalin. Zbiór referatów, Zeszyt 1, Separator, Katowice 1973.

[3] Akopow A.A.: Osnowy obogaszczenia ugliej w gidrociklonach. Izd. Nedra, 1967.

[4] Nowak Z.: Hydrocyklony w przeróbce mechanicznej kopalin. Śląsk 1970.

[5] Cepierowicz W.W., Kurbatow W.P., Chworow W.W.: Obogaszczenie ugliej w tiażełych suspensjach. Izd. Newa, 1970.

[6] Błaszczyński St.: Badania nad wzbogacaniem mułów węglowych w hydrocyklonach z potrójnym kątem zbieżności stożka. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., Górnictwo nr 48.

[7] Visman J.: The leaming of highty frieble, coals by water cyclones, IV Kongres Przeróbki Mechanicznej Węgla, Herrogate, 1962.

[8] Opis patentowy PRL nr 71596.

[9] Poradnik Górnika, tom V., Śląsk.

[10] Visman J.: Bulk processing of fine materials by means of compound water cyclones. Canadian Mining Journal nr 6, 1966.

ОБЕССЕРИВАНИЕ УГЛЯ В ГИДРОЦИКЛОНЕ

Р е з ю м е

В статье приводятся результаты обессеривания угольного шлама шахты каменного угля "Парижская Коммуна" на основе обогащения в водной среде, в гидроциклоне с тройным углом сходимости конуса.

Выходным продуктом является концентрат зернистостью 1-0,2 мм, содержанием золы 6,36-7,24% и серы 0,8-0,9%, полученные из перелива гидроциклона, из которых устранено на основе классификации на вибрационном грохоте зернистый класс 0,2 мм.

COAL DESULPHURISING IN CYCLONES

S u m m a r y

Desulphurising results in the "Komuna Paryska" mine have been presented by hydrous enrichment in a cyclone with a treble cone convergence angle. 1 - 0,2 mm grain concentrates have been obtained with 6,36-7,24% dust and 0,8 - 0,9% sulphur contents from cyclone overflow by removing the <0,2 mm grain class in the vibration sieve.