

Stanisław BŁASZCZYŃSKI

Piotr SOBEL

Sławomir SOBIERAJ

**BADANIA NAD MOŻLIWOŚCIĄ GRAWITACYJNEGO WZBOGACANIA ODPADÓW POFLOTACYJNYCH RUD CYNKOWO-OŁOWIOWYCH KGH "ORZEŁ BIAŁY"**

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono wyniki badań nad wzbogacaniem - na stołach koncentracyjnych oraz w hydrocyklonach z ośrodkiem wodnym - odpadów poflotacyjnych z rud cynkowo-ołowiowych, znajdujących się na stawach osadowych KGH "Orzeł Biały". Określono najkorzystniejsze warunki pracy tych urządzeń oraz wyznaczono kierunki dalszych badań.

**WSTĘP**

W szybkim tempie rozwijający się przemysł zgłasza coraz większe zapotrzebowanie na surowce rudne. Największy popyt notuje się na surowce zawierające pierwiastki metaliczne, a szczególnie poszukiwane są, ze względu na swe własności, metale nieżelazne.

Szerokie zastosowanie tych metali oraz stosunkowo rzadkie ich występowanie, zmuszają do eksploatacji rud o niskiej zawartości minerału użytecznego. Opłacalność eksploatacji takich złóż determinowana jest kosztem przeróbki takiego minerału; należy wobec tego szukać technologii przeróbki gwarantującej niski koszt, a jednocześnie pozwalającej uzyskać koncentraty kwalifikujące się do dalszego przerobu.

Ponieważ minerał użyteczny, występujący w rudach ubogich, jest znacznie rozproszony, konieczne jest jego rozdrobnienie nawet do ziarn kilkustomikronowych. W tym przypadku istnieją duże trudności w odzyskaniu tak drobnych ziarn zwłaszcza techniką wzbogacania grawitacyjnego. Potrzebą chwili jest rozwój takich technologii, które pozwoliłyby uzyskiwać koncentraty z ziarn drobnych i najdrobniejszych.

Tematem niniejszego opracowania jest uzyskanie koncentratów cynkowo-ołowiowych, nadających się do dalszej przeróbki.

Źródłem cynku i ołowiu są przede wszystkim łatwo wzbogacalne rudy siarczkowe. Prócz tego eksploatowane są formy utlenione, których wzbogacanie natrafia na znacznie większe trudności.

Rudom siarczkowym towarzyszą formy utlenione, które w procesie flotacji przechodzą do odpadów. W ten sposób z biegiem czasu nagromadziły się w osadnikach znaczne ilości odpadów, zawierające duże ilości metalu. Zmia-

na kryteriów bilansowości rud cynkowo-ołowiowych kwalifikuje te odpady w przypadku opracowania metody ich wzbogacania jako rudę bilansową.

Występowanie minerałów cynku i ołowiu w tym materiale w formie utlenionej, oraz znaczne ilości markasytu, czynią go niezwykle trudnym do wzbogacania. Jednocześnie jednak wzrost cen surowców oraz fakt, że odpady te są już rozdrobnione, a koszty eksploatacji zwałów są bardzo niskie, skłaniając do podejmowania badań nad opracowaniem metody wzbogacania tego rodzaju materiału.

### 1. ANALIZA MINERALOGICZNA PRÓBY

Masę skalną stanowił dolomit lub wapień dolomityczny. Na granicy poszczególnych ziarn dolomitu oraz w porach i szczelinach okruszków skalnych skupia się limonit, nadając skale żółtawą barwę. W niewielkich ilościach (mniej niż 1%) występuje kwarc.

Badania mikroskopowe wykazały, że próbki różnią się między sobą ilością składników użytecznych oraz ich ziarnistością; nie stwierdzono natomiast różnic w ich jakościowym składzie mineralnym.

Z minerałów cynku wyróżnia się smitsonit oraz blendę cynkową. Smitsonit tworzy bardzo drobne ziarna skupiające się przeważnie na granicach ziarn dolomitu i w szczelinach wzbogaconych w limonit. Rzadko występują również wolne ziarna smitsonitu. Blenda cynkowa występuje we wszystkich próbkach, głównie w formie wolnych ziarn; w mniejszych ilościach spotyka się ten minerał w formie mikrowrostków w dolomicie oraz przerostów w markasycie. Nie stwierdzono krzemianów cynku.

Ołów występuje głównie w postaci cerusytu; sporadycznie w postaci galeny. Galena występuje bardzo rzadko, tworząc reliktowe skupienia w cerusycie. Z minerałów żelaza występuje w opisywanych skałach markasyt, piryt i limonit.

Omówione badania mineralogiczne przedstawione zostały w tablicy 1.1.

Tablica 1.1

Zawartość składników użytecznych w próbce

	Zn ogólny %	ZnS blenda %	ZnCO <sub>3</sub> smitsonit %	Zn związany w dolomicie %	Fe ogólny %	FeS <sub>2</sub> piryt + markasyt %	Pb ogólny %	PbCO <sub>3</sub> cerusyt %	PbS galena %
Próba rudy cynkowo-ołowej	4,21	2,17	4,04	0,63	10,10	7,00	0,62	0,79	śl.

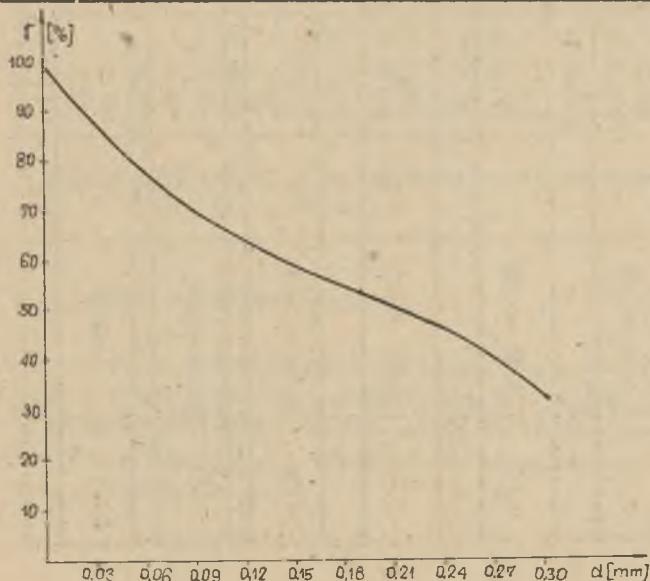
## 2. ANALIZA DENSYMETRYCZNA W JEDNORODNYCH CIECZACH CIĘŻKICH

Do badań przygotowano próbki o ciężarze ok. 25 g. Pobrane próby poddane zostały operacji uśredniania i pomniejszania. W celu dokładnego określenia zawartości cynku w poszczególnych klasach ziarnowych próbkę rozklasyfikowano. W poszczególnych klasach oznaczano zawartość Zn, Pb oraz Fe, a także ich udział w stosunku do całości. Wyniki analizy podano w tablicy 2.1. Krzywa składu ziarnowego została podana na wykresie 2.2. Analiza den-

Tablica 2.1

Analiza sitowa próby

Klasa ziarnowa	Wychód	Wychód sumaryczny	Zawartość (%)			Udział (%)		
			Zn	Pb	Fe	Zn	Pb	Fe
mm	%	%	Zn	Pb	Fe	Zn	Pb	Fe
+0,30	35,15	33,15	3,81	0,71	8,74	34,5	37,7	30,8
0,30 -0,25	9,15	41,30	4,21	0,36	7,05	9,9	5,0	6,5
0,25 -0,20	8,00	52,30	4,51	0,42	9,13	9,3	5,1	7,3
0,20 -0,15	7,50	59,80	3,71	0,56	11,43	7,2	6,3	8,6
0,15 -0,102	9,85	69,65	3,75	0,62	14,70	9,5	9,2	14,5
0,102-0,06	7,65	77,30	3,93	0,87	15,71	7,8	9,9	12,0
-0,06	22,70	100,00	3,70	0,78	8,92	21,8	26,8	20,4
wyliczona	100,00	-	3,83	0,66	9,99			
oznaczona	-	-	3,9	0,60	9,85			



Wykres 2.2  
Krzywa składu ziarnowego próby cynkowo-olowiowej

Tablica 2.2

Rozdział próbki w czterobromoetanie z rozbićciem na klasy ziarnowe

Wychód klasy %	Klasa ziarnowa mm	Prod.	Wychód			Zawartość %						Uzysk %		
			%	Zn	Pb	Zn	Pb	Fe	Zn	Pb	Fe	Zn	Pb	Fe
35,5	+0,30	D	29,6	10,68	1,26	18,40	82,97	52,5	67,8					
	G	70,4	0,92	0,48	3,68	17,03	47,5	32,2						
9,12	0,30 -0,25	N	100,0	3,81	0,71	8,04	100,00	100,0	100,0					
		D	23,5	16,32	0,99	8,30	91,1	64,1	61,0					
8,00	0,25 -0,20	G	76,5	0,49	0,17	3,60	8,9	35,9	39,0					
		N	100,0	4,21	0,36	7,05	100,0	100,0	100,0					
7,50	0,20 -0,15	D	26,5	15,66	0,99	24,28	91,01	61,9	70,5					
		G	73,5	0,49	0,22	3,67	8,99	38,1	29,5					
9,88	0,15 -0,102	N	100,0	4,51	0,42	9,13	100,00	100,0	100,0					
		D	36,2	9,47	1,13	25,05	92,4	72,8	79,3					
7,55	0,102-0,06	G	63,8	0,44	0,24	3,71	7,6	27,2	20,7					
		N	100,0	3,71	0,56	11,43	100,0	100,0	100,0					
22,0	-0,06	D	42,4	7,97	1,18	29,58	90,17	80,5	85,3					
		G	57,6	0,64	0,21	3,74	9,83	19,5	14,7					
7,55	0,102-0,06	N	100,0	3,75	0,52	14,70	100,00	100,0	100,0					
		D	43,5	8,20	1,56	31,22	90,79	78,4	86,5					
22,0	-0,06	G	56,5	0,74	0,33	3,76	9,21	21,6	13,5					
		N	100,0	3,53	0,87	15,71	100,00	100,0	100,0					
22,0	-0,06	D	27,4	11,04	1,74	20,94	81,76	61,0	64,3					
		G	72,6	0,93	0,42	4,39	18,24	39,0	35,7					
22,0	-0,06	N	100,0	3,70	0,78	8,92	100,00	100,0	100,0					
		D	27,4	11,04	1,74	20,94	81,76	61,0	64,3					
22,0	-0,06	G	72,6	0,93	0,42	4,39	18,24	39,0	35,7					
		N	100,0	3,70	0,78	8,92	100,00	100,0	100,0					

symetryczna poszczególnych próbek miała dać odpowiedź na pytanie, dotyczące możliwości rozdzielenia surowego materiału na drodze wzbogacania grawitacyjnego oraz spodziewanych efektów takiego wzbogacania. Analizę densymetryczną przeprowadzono w jednorodnej cieczy ciężkiej (czterobromoetan) o ciężarze właściwym  $2,95 \text{ g/cm}^3$ . Ze względu na wysoką lepkość cieczy jednorodnej, oraz w niektórych przypadkach bardzo małą średnicę ziarn materiału, rozdział prowadzono w wirówce laboratoryjnej przy obrotach  $n = 3000$  obr./min. Uzyskane wyniki analizy densymetrycznej poszczególnych klas ziarnowych przedstawiono w tabelicy 2.3.

### 3. PRZYGOTOWANIE PRÓB

Do wzbogacania w hydrocyklonach próbę rozklasyfikowano na posiewaczu laboratoryjnym. Badaniami objęto następujące klasy ziarnowe:

0,1 - 0 (mm) w ilości około 35 kg  
0,1 - 0,6 (mm) w ilości około 25 kg  
0,6 - 0 (mm) w ilości około 100 kg.

Następnie pobrano próby rudy w celu ustalenia procentowej zawartości metalu w wyżej wymienionych klasach. Wyniki analiz zestawione zostały w tabelicy 3.1.

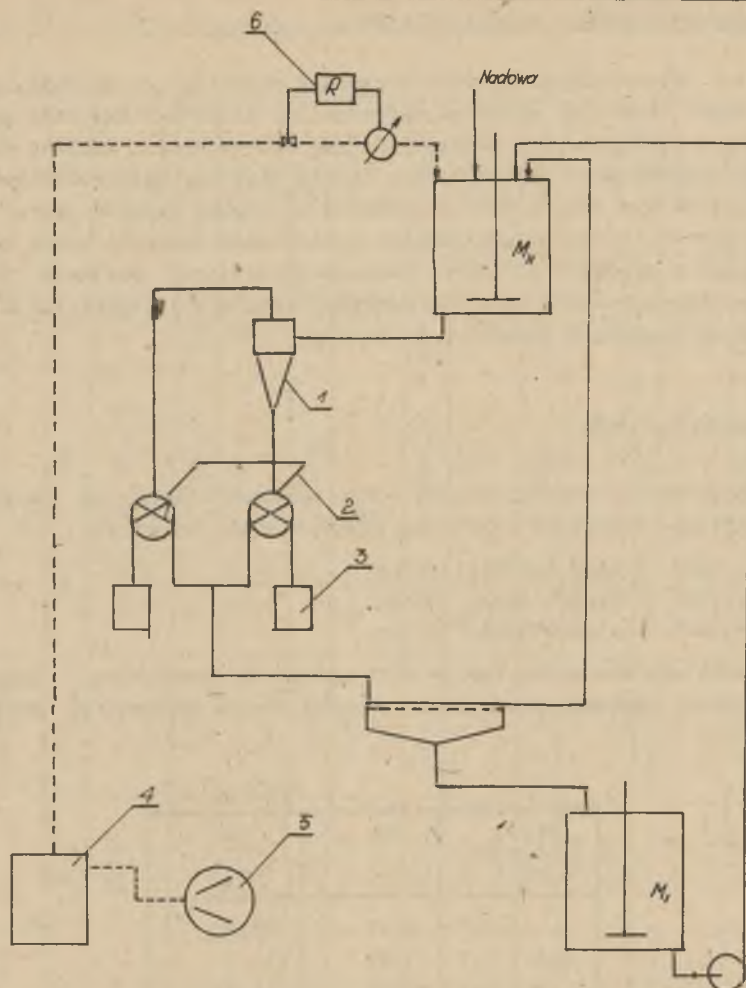
Tablica 3.1

Klasa ziarnowa mm	Zn %	Fe %
+ 0,6	3,95	10,50
0,6 - 0,1	3,89	10,5
- 0,1	4,08	11,33

W przypadku klasy  $-0,6$  mm przyjęto do obliczeń procentowe zawartości metalu Zn = 3,9; Fe = 10,5.

### 4. APARATURA DOŚWIADCZALNA

Aparaturę doświadczalno-pomiarową, zastosowaną do badań nad wzbogacaniem w hydrocyklonach, przedstawiono na rysunku 1. Całość aparatury doświadczalno-pomiarowej rozmieszczono na dwupoziomowej konstrukcji nośnej. Dodatkowo korzystano z aparatury do sączenia oraz innych pomocniczych urządzeń pomiarowych.



Rys. 1. Schemat aparatury doświadczalno pomiarowej

1 - hydrocyklon, 2 - rozdzielacz, 3 - kompresor, 4 - zbiornik wyrównawczy  
5 - naczynia pomiarowe, 6 - regulator ciśnienia

W przypadku prowadzenia badań nad wzbogacaniem na stołach koncentracyjnych korzystano z laboratoryjnego stołu koncentracyjnego o powierzchni około  $1,5 \text{ m}^2$ . Badania na stole koncentracyjnym prowadzono przy zmianie następujących parametrów:

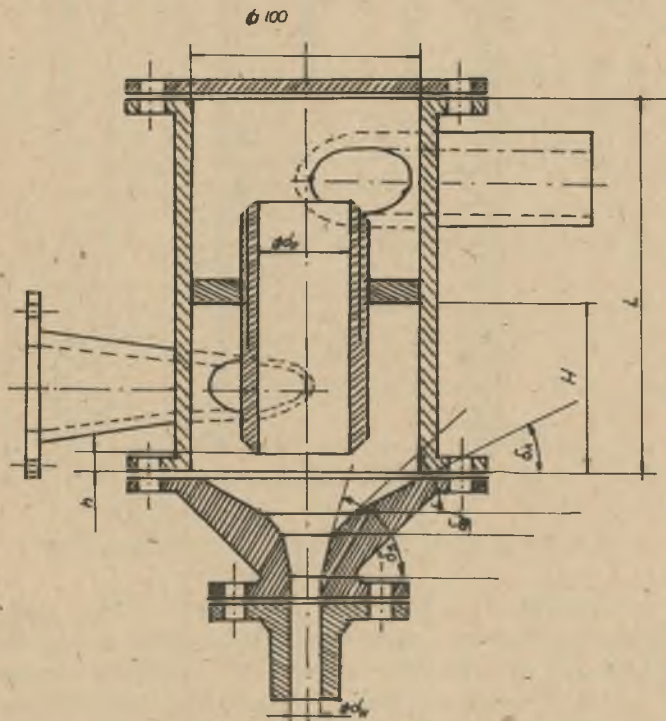
- kąt pochylenia stołu - podłużny " $\alpha$ " ( $^\circ$ ),
- kąt pochylenia stołu - poprzeczny " $\beta$ " ( $^\circ$ ),
- częstotliwość drgań stołu - " $n$ " (1/min),
- skok płyty stołu - " $s$ " (mm).

Dzięki możliwości zmiany tych parametrów można było określać ich wpływ na proces wzbogacania.

Nadawę dla stołu koncentracyjnego stanowiła ruda w jednej klasie ziarnowej  $-0,6$  mm. Odbiór produktów zrealizowano poprzez ruchome koryto zbiorcze.

## 5. OPIS BADAŃ

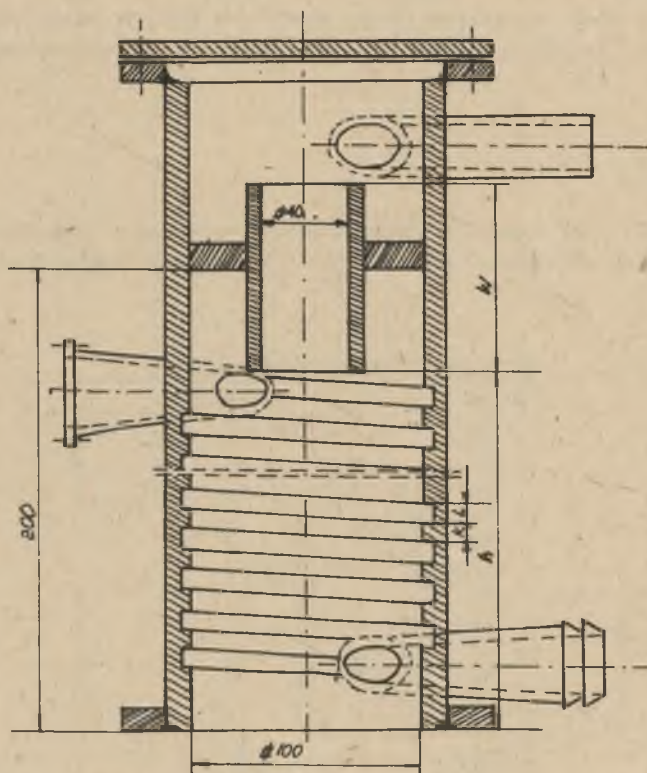
Wzbogacanie rudy cynkowo-ołowiowej przeprowadzono w hydrocyklonie z potrójnym kątem zbieżności stożka (rys. 2) oraz w hydrocyklonie trójpro-



Rys. 2. Schemat hydrocyklonu z potrójnym kątem zbieżności stożka

duktowym z rowkowaną częścią cylindryczną (rys. 3). Nadawę na hydrocyklony stanowiła rozklasyfikowana ruda wg tablicy 3.1. Do badań przyjęto stałe zagęszczenie nadawy  $\beta_{II} = 100$  g/l. Mieszaninę dokładnie mieszano w obecności dyspergatora (uwodniony krzemian sodu). Orientacyjny czas kontaktowania dyspergatora wynosił około 15 minut. Tak przygotowaną mieszaninę przepompowywano do mieszalnika ciśnieniowego, do którego doprowadzano sprężone powietrze z możliwością automatycznej regulacji ciśnienia.

Po ustaleniu się ciśnienia na zadanym poziomie, przeprowadzono próbę. Stałą wartość ciśnienia w mieszalniku zapewniał zbiornik buforowy oraz układ automatycznej regulacji ciśnienia. Podczas przeprowadzania próby



Rys. 3. Schemat hydrocyklonu trójproduktowego

zawiesina w mieszalniku była cały czas utrzymana w stanie zawieszenia za pomocą mieszadła łopatkowego. Zastosowany mechaniczny rozdzielacz przelewu i wylewu pozwalał na pobieranie próbek obu produktów równocześnie. Pobrane próbki przygotowywano następnie do analizy polarograficznej. W celu uchwycenia optymalnych warunków rozdziału, każdorazowo przeprowadzono próby dla zmiennych parametrów konstrukcyjnych i technologicznych.

## 6. WYNIKI BADAŃ

Niektóre wyniki prób przeprowadzanych na hydrocyklonie z potrójnym kątem zbieżności stożka, zostały zestawione w postaci tablic od nr 6.1 do 6.4.

Natomiast wyniki wzbogacania na hydrocyklonie trójproduktowym w tablicy 6.5. Próby na hydrocyklonie trójproduktowym miały na celu porównanie jego pracy z hydrocyklonem z potrójnym kątem zbieżności stożka oraz czy



Tablica 6.1

Wpływ ciśnienia nadawy na proces wzbogacania w hydrocyklonie z potrójnym kątem zbieżności stożka

Parametry hydrocyklonu:

średnica dyszy przelewowej  $d_p = 40$  mm

zagęszczenie nadawy  $\beta_n = 100$  g/l

średnica dyszy wylawowej  $d_w = 170$  mm

kąt zbieżności stożka

klasa ziarnowa  $-0,1$  mm

wysokość położenia dyszy przelewowej na część stożkową  $H = 4$  mm

Nr próby	P (atn)	Zn (%)	Fe (%)	Pb (%)	Wychód (%)	Uzysk % Zn	Uzysk % Fe
1 W	0,30	5,27	19,41	1,15	28,5	38,2	41,0
P		3,52	11,95	0,82	-	-	-
2 W	0,35	6,13	22,31	1,13	30,2	47,1	49,9
P		3,56	12,36	0,98	-	-	-
3 W	0,40	5,53	19,96	1,14	29,8	41,9	44,1
P		2,94	10,10	0,72	-	-	-
4 W	0,50	5,41	19,35	1,12	29,8	41,0	42,8
P		3,37	10,97	0,80	-	-	-
5 W	0,60	5,29	18,70	1,10	30,5	41,1	42,3
P		3,42	11,87	0,80	-	-	-
6 W	0,70	5,29	18,65	1,09	30,5	41,1	42,2
P		3,41	11,89	0,81	-	-	-

Tablica 6.2

Wpływ ciśnienia nadawy na proces wzbogacania w hydrocyklonie z potrójnym kątem zbieżności stożka

Parametry hydrocyklonu:

średnica dyszy przelewowej  $d_p = 40$  mm zagęszczenie nadawy  $\beta_n = 100$  g/l  
 średnica dyszy wylewowej  $d_w = 17$  mm kąt zbieżności stożka  
 Klasa ziarnowa  $- 0,6$  mm wysokość położenia dyszy przelew. nad częścią stożk.  $h = 4$  mm

Nr próby	P (atn)	Zn (%)	Fe (%)	Pb (%)	Wychód (%)	Uzysk % Zn	Uzysk % Fe
7 W	0,30	5,35	16,37	1,07	29,7	44,9	48,8
P		3,59	10,09	0,78	-	-	-
8 W	0,35	4,46	14,09	1,04	46,0	52,6	57,2
P		3,37	10,08	0,79	-	-	-
9 W	0,40	5,55	16,37	1,09	37,8	53,8	58,9
P		3,21	10,32	0,74	-	-	-
10 W	0,45	6,50	16,85	0,98	28,0	51,7	55,3
P		2,98	10,20	0,70	-	-	-
11 W	0,60	4,89	14,76	1,09	36,0	42,1	48,4
P		2,97	9,62	0,78	-	-	-
12 W	0,70	4,84	15,81	0,99	32,3	40,9	48,6
P		3,51	10,33	0,79	-	-	-

Tablica 6.3

Wpływ ciśnienia nadawy na proces wzbogacania w hydrocyklonie z portójnym kątem zbieżności stożka

## Parametry hydrocyklonu:

średnica dyszy przelewowej  $d_p = 40$  mm zagęszczenie nadawy  $\beta_n = 100$  g/l

średnica dyszy wylewowej  $d_w = 17$  mm kąt zbieżności stożka

klasa ziarnowa - 0,6 mm wysokość położenia dyszy przelewowej na część stożkową  $h = 4$  mm

Nr próby	P (atn)	Zn (%)	Fe (%)	Pb (%)	Wychód (%)	Uzysk % Zn	Uzysk % Fe
13 W	0,30	4,40	12,33	1,06	39,7	48,8	45,0
P		3,37	10,32	0,71	-	-	-
14 W	0,40	6,44	14,89	1,02	30,3	50,3	43,1
P		3,04	10,12	0,76	-	-	-
15 W	0,45	5,92	14,48	1,07	32,2	48,9	44,4
P		3,23	10,08	0,75	-	-	-
16 W	0,50	5,59	13,57	1,11	35,4	50,7	45,7
P		3,37	10,14	0,70	-	-	-
17 W	0,60	5,92	16,22	1,08	31,3	47,5	48,3
P		3,25	10,14	0,73	-	-	-
18 W	0,70	4,97	13,00	1,07	38,1	48,5	47,2
P		3,41	10,23	0,74	-	-	-

Tablica 6.4

Wpływ ciśnienia nadawy na proces wzbogacania w hydrocyklonie z potrójnym kątem zbieżności stożka

Parametry hydrocyklonu:

średnica dyszy przelewowej  $d_p = 40$  mm

średnica dyszy wylawowej  $d_w = 17$  mm

kąt zbieżności stożka

klasa ziarnowa - 0,1 mm

zagęszczenia nadawy -  $\beta_n = 100$  g/l

wysokość położenia dyszy przelewowej  
na części stożka  $h = 4$  mm

Nr próby	P (atn)	Zn (%)	Fe (%)	Pb (%)	Wychód (%)	Uzysk % Zn	Uzysk % Fe
19 W	0,30	5,63	21,31	1,12	24,8	34,2	40,0
P	-	-	-	-	-	-	-
20 W	0,40	5,72	23,56	1,13	24,5	34,3	43,7
P	-	-	-	-	-	-	-
21 W	0,45	6,33	25,25	1,15	25,1	38,9	48,0
P	-	-	-	-	-	-	-
22 W	0,50	6,04	22,33	1,13	25,0	37,0	42,3
P	-	-	-	-	-	-	-
23 W	0,60	5,72	21,42	1,12	25,4	35,6	41,2
P	-	-	-	-	-	-	-
24 W	-	5,74	21,21	1,11	25,3	35,6	40,6
P	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 6.5

Wpływ ciśnienia na proces rozdzielenia w hydrocyklonie trójproduktowym z rowkowaną częścią cylindryczną

Parametry hydrocyklonu:

średnica dyszy przelewowej  $d_p = 40$  mm  
 średnica dyszy wylewowej  $d_w = 10$  mm  
 klasa ziarnowa - 0,6 mm

zagęszczenie nadawy  $\beta_n = 100$  g/l  
 kąt zbieżności stożka  
 wysokość położenia dyszy przelewowej  
 nad część stożkową  $h = 0$   
 średnica dyszy półproduktu  $d_{np} = 8$  mm

Nr próby	P (atn)	Zn (%)	Fe (%)	Pb (%)	Wychód (%)	Uzysk Zn %	Uzysk Fe %
1 K	0,35	4,30	11,7	1,41	45,2	52,8	55,7
Pp		3,35	8,0	1,21	40,0	36,4	33,7
Ø		2,70	7,7	0,92	-	-	-
2 K	0,70	4,50	13,2	1,51	44,0	53,8	61,1
Pp		3,22	7,1	1,15	40,2	35,2	29,8
Ø		2,20	7,0	0,79	-	-	-
3 K	1,00	4,19	11,3	1,46	46,9	53,4	55,8
Pp		3,49	7,9	1,16	38,8	36,8	30,6
Ø		2,63	9,6	0,80	-	-	-

Tablica 6.6

Wpływ parametrów pracy stołu koncentracyjnego na proces rozdziálu

Kąt poprzeczny  $\beta = 4^\circ$ Kąt podłużnego  $\alpha = 1^\circ$ Skok  $s = 19$  mm

Nr próby	Często- tliwość (1/min)	$Q_B$ (g)	Zn (%)	Fe (%)	Wychód (%)	Uzysk Zn %	Uzysk Fe %
1 I	312	274	2,38	7,90	45,0	65,3	67,2
		318	2,58	7,32			
		151	2,66	7,11			
		142	3,12	7,93			
		100	3,74	8,72			
		806	5,66	15,68			
2 I	390	9	1,88	11,69	26,6	50,1	52,8
		315	2,16	8,19			
		233	2,80	8,60			
		382	3,22	7,99			
		62	3,82	8,49			
		363	7,35	20,85			
3 I	460	34	2,24	7,34	31,2	53,2	53,8
		876	2,36	7,42			
		453	2,72	8,51			
		364	2,94	8,89			
		297	3,51	9,87			
		936	6,65	18,12			
4 I	480	-	-	-	33,7	48,7	50,4
		740	2,55	7,96			
		1452	2,61	8,32			
		783	3,03	8,56			
		465	3,47	10,29			
		1750	5,63	15,69			

Tablica 6.7

Wpływ parametrów pracy stołu koncentracyjnego na proces rozdziału

Kąt poprzeczny  $\beta = 5,5$ Kąt podłużny  $\alpha = 1^{\circ}$ Skok  $s = 19$ 

Nr próby	Często- tliwość (1/min)	$Q_s$ (g)	Zn (%)	Fe (%)	Wychód (%)	Uzysk Zn %	Uzysk Fe %
5 I	234	22	2,39	7,68			
		100	2,84	8,62			
		461	2,50	7,59			
		291	2,39	6,37			
		137	2,56	6,72			
		505	6,32	16,40	33,3	53,9	52,0
6 I	312	273	2,74	8,33			
		790	2,15	9,14			
		743	2,53	7,59			
		355	3,57	7,50			
		202	6,12	10,77	6,9	10,9	7,1
		547	8,29	23,94	18,7	39,7	42,6
7 I	390	155	2,61	7,33			
		675	2,29	7,03			
		957	2,04	7,85			
		359	2,72	8,45			
		391	3,75	9,08			
		773	7,41	20,88	23,3	44,3	46,3
8 I	480	27	2,26	8,21			
		755	2,34	7,94			
		391	2,78	8,12			
		267	3,11	8,59			
		202	3,23	8,91			
		708	7,08	19,34	30,1	54,6	55,4

Tablica 6.8

## Wpływ parametrów pracy stołu na proces rozdziału

Kąt poprzeczny  $\beta = 6,5^\circ$ Kąt podłużny  $\alpha = 0,5^\circ$ Skok  $s = 19$ 

Nr próby	Często- tliwość (1/min)	$Q_B$ (g)	Zn (%)	Fe (%)	Wychód (%)	Uzysk Zn %	Uzysk Fe %
9 I	312	92	2,18	9,21			
		611	2,32	8,34			
		387	2,41	8,65			
		284	2,82	9,05			
		196	3,69	9,71			
		452	7,13	19,53	25,0	45,7	46,5
10 I	390	281	2,34	11,10			
		2430	2,88	10,08			
		1630	3,12	9,54			
		1022	3,40	10,18			
		491	3,49	10,02			
		1397	8,48	21,55	19,2	41,7	39,4
11 I	460	87	2,47	7,72			
		841	2,38	7,43			
		562	2,51	7,87			
		397	2,69	8,48			
		328	3,17	8,86			
		785	7,21	19,80	16,1	48,2	49,2
12 I	480	19	2,34	12,32			
		62	2,45	8,54			
		294	2,40	7,69			
		440	2,42	7,89			
		173	2,76	8,28			
		436	6,98	18,49	30,6	54,8	53,9



istnieje prawidłowość między teoretycznym półproduktem a koncentratem i odpadem, jeśli chodzi o zawartość składnika użytecznego. Uzyskane efekty wzbogacania na stałe koncentracyjnym przedstawiono w tablicach od 6.6 do 6.8.

## 7. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przeprowadzono badania zależności zawartości składnika użytecznego w wylewie (przelewie) hydrocyklonu przy określonych położeniach wlotu dyszy przelewowej, zmiennych kątach zbieżności części stożkowej i zmiennym ciśnieniu i stałym zagęszczeniu nadawy oraz zmiennej średnicy dyszy przelewowej i wylewowej. Przeprowadzona analiza wszystkich wyników badań wskazuje na dosyć ciekawe zależności, m.in. na zależność położenia dyszy przelewowej i optymalnego ciśnienia nadawy. Przeprowadzone badania wskazują wyraźnie, że optymalnym ciśnieniem jest 0,35 lub 0,45 atm w zależności od położenia dyszy przelewowej. Uzyskane wyniki badań nad opróbowaniem hydrocyklonu z rowkowaną częścią cylindryczną nie dały zadowalających wyników; jednakże pozwalają one rokować nadzieję na uzyskanie lepszych, przy dalszym dopracowaniu metody. Ciekawe jest, że hydrocyklon ten daje produkt odpadowy o niższej zawartości składnika użytecznego (średnio o około 0,5%). W przypadku wzbogacania na stole koncentracyjnym, najlepsze wyniki uzyskano przy częstotliwości drgań rzędu 390/min oraz kątach pochylenia płyty  $\alpha = 0,5^\circ$  i  $\beta = 5,5 - 6,5^\circ$ . Najlepszy koncentrat zawierał 8,5% Zn i 21,5% Fe przy uzysku Zn = 42% i Fe = 39%. Wzrost zawartości żelaza przy wzbogacaniu grawitacyjnym jest nieunikniony, na co wskazywała już analiza densymetryczna.

Biorąc pod uwagę wyniki analizy densymetrycznej uzyskane koncentraty w granicach 6,5 do 8,5% cynku oraz bardzo wysokiej zawartości żelaza, wydają się być zadowalające. Warunkiem przydatności takiego koncentratu jest usunięcie żelaza, co zostało zrealizowane podczas dalszych badań.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ ФЛОТАЦИОННЫХ ХВОСТОВ ЦИНКОВО-СВИНЦОВЫХ РУД КГН "ОРЗЕЛ ВІАЛҪУ"

### Резюме

В статье приводятся результаты исследований обогащения на концентрационных столах, а также в гидроциклонах с водной средой - отходов флотационного обогащения цинково-свинцовых руд, находящихся в отстойных прудах Горно-металлургического комбината "Белый Орёл". Определено самые выгодные условия работы этих устройств, а также определено направления дальнейших исследований.

INVESTIGATIONS ON THE FEASIBILITY OF GRAVITATIONAL FLOATATION  
OF POSTFLOATATIONAL WASTES OF ZINK-LEAD ORES AT THE STEEL-MINING  
CONCERN "ORZEŁ BIAŁY"

S u m m a r y

The paper presents the results of studies in floatation - on the concentrating table and in the hydrocyclons - of floatation tailings of zink/lead ores found on sedimentary pondat KGH "Orzeł Biały". The most efficient working conditions for the machinery were determined. Trends in further studies were also defined.