

Andrzej ŁUSZCZKIEWICZ *,
Mirosław KURZYCA **

WYDZIELANIE ILMENITU Z PÓŁPRODUKTÓW PRZERÓBKİ PIASKÓW DROGĄ WZBOGACANIA ELEKTRYCZNEGO

Wykonano separację elektryczną trzech różnych próbek produktów ilmenitowo-granatowych wydzielonych z piasków morskich z rejonu Ławicy Odrzańskiej i Słupskiej na Bałtyku. Próbki te mimo powyższych różnic w zawartości ilmenitu (12, 20, 25 % TiO_2) wzbogacały się tak samo. Maksymalnie możliwy uzysk TiO_2 w koncentracji ilmenitowym zawierającym 50 % TiO_2 nie przekracza 80 % mimo doskonałego uwolnienia ziarn ilmenitowych. Ten niski uzysk jest spowodowany obecnością pokryć leukoksenowych na części ziarn ilmenitu. Leukoksenizacja powoduje konieczność przyjęcia 80 %-towych uzysków TiO_2 jako maksymalnie możliwych dla tej metody wzbogacania.

1. Wstęp

Surowce ilmenitowe są podstawowym materiałem przy produkcji związków tytanu (bieli tytanowej) w świecie [1]. Znaczna część ilmenitu (ok. 35 %) na rynkach światowych pochodzi ze złóż okruchowych, głównie z piasków nadmorskich [2]. Polska w całości pokrywa potrzeby na te surowce importem z Norwegii, gdzie koncentraty ilmenitowe wydziela się drogą flotacji z rud pierwotnych typu anortozytowego [3]. Złóża typu anortozytowego są obecnie głównym źródłem koncentratów ilmenitowych w świecie [2, 4].

Ilmenit jest minerałem dość pospolitym w skorupie ziemskiej głównie jako składnik akcesoryczny w skałach magmowych, metamorficznych i osadowych. Chemiczna odporność ilmenitu powoduje, że minerał ten prze-

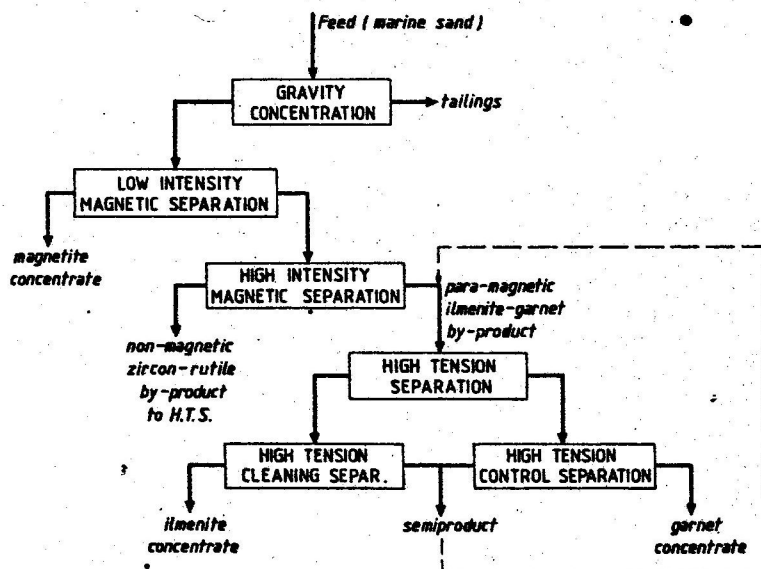
* Instytut Górnictwa, Politechnika Wrocławska

** Instytut Przeróbki Kopalni, Politechnika Śląska

chodzi w trakcie procesów diagenety do zwietrzeli a z niej do osadów mechanicznych głównie do piasków gdzie często się koncentruje [4].

Na terenie Polski obserwuje się liczne koncentracje ilmenitu w złożach okrucowych, z których szczególne znaczenie przemysłowe mogą mieć złoża piasków zalegające na dnie Bałtyku w rejonie Ławic; "Odrzanej" i "Słupskiej". Piaski z tych ławic różniące się między sobą składem ziarnowym i chemicznym zawierają po kilka procent frakcji minerałów ciężkich, których głównym składnikiem są granaty i ilmenit obok mniejszych ilości cyrkonu i rutylu.

W ostatnich latach w Politechnice Śląskiej i Wrocławskiej prowadzono badania nad możliwością wykorzystania złóż piasków morskich z południowego Bałtyku [5,6,7]. W niniejszej pracy przedstawiono wycinek tych prac dotyczący badań nad technologią otrzymywania koncentratów ilmenitowych z półproduktów separacji magnetycznej koncentratu grawitacyjnego wydzielonego z piasków ławic bałtyckich. Na rys. 1 przedstawiono ogólny schemat proponowanej technologii rozdziału kolektywnego koncentratu grawitacyjnego. Do otrzymanej w trakcie separacji magnetycznej frakcji o własnościach paramagnetycznych przechodzi ponad 90 % ilmenitu i granatów. Frakcja ta zawiera niemal wyłącznie te dwa minerały. Rozdziału tych dwóch minerałów najłatwiej można dokonać przy pomocy separacji elektrycznej. Jak stwierdzono w pracy [5] ilmenit i granaty pochodzące z obu ławic bałtyckich posiadają zbliżone własności magnetyczne natomiast wyraźnie różnią się własnościami elektrycznymi. Olofinski w swej



Rys. 1. Ogólny schemat wzbogacania piasków morskich
Fig. 1. General flowsheet of marine sand processing

monografii [8] podaje za Johnsonem pewne względne własności elektryczne wyznaczone dla tych minerałów w tzw. separatorze wzorcowym (Tab. 1, poz. 1-3) oraz wyznaczone przez Derkacza inne parametry (Tab. 1, poz. 4-5). W pozycji 6 tabeli 1 podano wartości przewodnictwa elektrycznego podane w pracy [9].

Tabela 1

Własności elektryczne ilmenitu i granatów

	Ilmenit	Granaty
1. Względne przewodnictwo (różnica potencjałów/2800)	2.51	6.45
2. Różnica potencjałów, V przy której następuje odchylenie ziarn od pionowego opadania	7 020	18 000
3. Odwracalność	nieodwracalny	nieodwracalny
4. Rząd oporności (dla ziarn o średnicy $d = 1 \text{ mm}$), Ω	10^6	10^{12}
5. Przenikalność dielektryczna, Farad/m	33.7-81.0	5.0-11.6
6. Przewodnictwo $\Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$	10^4-10^2	$10^{-11}-10^{-14}$

Podsumowując zestawione własności można stwierdzić, że ilmenit jest przewodnikiem a granaty dielektrykiem. Jak widać z tabeli 1 własności elektryczne obu minerałów mogą zmieniać się w pewnych granicach co zwykle związane jest z różnym ich pochodzeniem a ściślej z różnicami w składzie chemicznym. Najprostszą drogą do oceny własności minerałów jest wykonanie badań technologicznych separacji.

Celem niniejszej pracy było zbadanie wzbogacalności frakcji granatowo-ilmenitowej z piasków morskich separacją elektryczną oraz wyznaczenie najkorzystniejszych parametrów tego procesu.

2. Materiały, metodyka i aparatura

Nadawą do badań były frakcje paramagnetyczne wydzielone z kolektywnych koncentratów minerałów ciężkich. Koncentraty te otrzymano metodami grawitacyjnymi z trzech różnych próbek piasków morskich. Dwie próbki piasków (ŁO) pochodziły z Ławicy Odrzanej a próbka trzecia, (ŁS) z Ławicy Słupskiej.

Produkty paramagnetyczne czyli nadawę do badań wydzielono przy pomocy separatora magnetycznego typu Jones na mokro w zakresie średnich i wysokich natężeń pola magnetycznego określanych natężeniem 12-22 A prądu zasilającego.

W pierwszym etapie badań określono optymalne parametry pracy separatora oraz wzbogacalność dla wszystkich trzech produktów paramagnetycznych, próbek ŁO-1, ŁO-2 i ŁS-1. W drugim etapie próbkę ŁO-2 rozdzielono powtórnie separacją magnetyczną ustalając natężenie prądu zasilającego na 12 A. Pozwoliło to rozdzielić frakcję paramagnetyczną ŁO-2 na produkt ŁO-2a i ŁO-2b odpowiednio o silniejszych i słabszych właściwościach magnetycznych. Dla obu tych frakcji oddzielnie zbadano wzbogacalność separacją elektryczną.

Zatem badaniom poddano w sumie pięć próbek produktów paramagnetycznych. Skład mineralno-chemiczny wszystkich tych pięciu próbek nadawy do separacji elektrycznej podano w tabeli 2, a schemat ich otrzymywania ilustruje rys. 1. Szczegółowa analiza mineralogiczna wykazała, że próbki te stanowią mieszaninę wolnych ziarn ilmenitu i granatów ze śladowymi ilościami cyrkonu i rutylu. Wśród granatów ok. 92 % stanowił almandyn, ok. 6 % spessartyn, 2 % pirop i andradyt.

Tabela 2
Skład mineralno-chemiczny próbek nadawy do separacji elektrycznej

Próba	Oznaczenia chemiczne, %			Oznaczenie mineralogiczne, %	
	TiO ₂	Fe	Zr	granaty	rutyl
ŁO-1	25.07	27.27	0.12	46.66	1.7
ŁO-2	20.54	22.24	0.03	44.20	0.9
ŁO-2a	23.15	23.38	0.03	41.60	0.6
ŁO-2b	16.48	19.52	0.05	49.22	1.0
ŁS-1	11.77	24.22	0.11	67.66	1.0

Próby separacji elektrycznej wykonywano przy pomocy laboratoryjnego separatora ulotowego bębnowego typu LTH-6 produkcji firmy BOXMAG-RAPID. Separator ten pracuje z ujemną polaryzacją elektrody ulotowej przy napięciu do 50 kV. W pierwszej serii badań dla prób ŁO-1, ŁO-2 i ŁS-1 przeprowadzono optymalizację parametrów rozdzielacza (prędkość obrotowa bębna, n oraz napięcie ulotowe, U_k przy stałej geometrii elektrod). Zasadnicze próby separacji prowadzono przy wyznaczonych parametrach optymalnych stosując rozdzielacz trójproduktowy. Zmieniając położenie rozdzielacza odbieralnika separatora, powtarzając operacje dla tych samych nadaw otrzymano dane do wykresów krzywych wzbogacania, które pozwoliły wyznaczyć najkorzystniejsze wskaźniki wzbogacania. Charakterystyki wzbogacania opracowano metodą zaproponowaną przez Rickeltona i Della [10] oraz oceniono również przez nich zaproponowanym wskaźnikiem tzw. efektywności wzbogacania. Aproksymacje krzywych oraz wyznaczenie stałych wy-

konano przy pomocy specjalnego programu obliczeniowego na mikrokomputerze Sinclair ZX Spectrum.

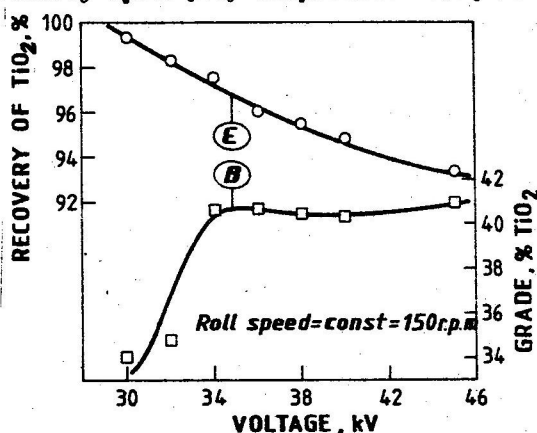
Otrzymywane produkty poddawano analizom chemicznym oznaczając zawartości TiO_2 , Fe i Zr oraz analizom mikroskopowym z określeniem pełnego składu metodą planimetryczną.

3. Wyniki i dyskusja

Przedstawione na rys. 2 i 3 wyniki wstępnych doświadczeń mających na celu dobranie najkorzystniejszych parametrów pracy separatora pokazują, że przy stałej prędkości obrotowej bębna przy zwiększaniu napięcia

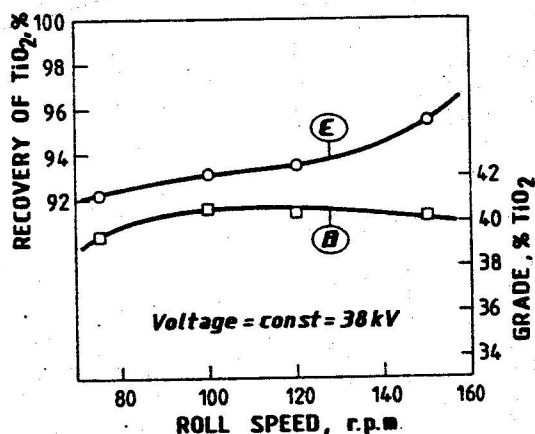
Rys. 2. Wpływ napięcia na elektrodzie ulotowej separatora na jakość koncentratu i uzysk TiO_2 w rozdziale dwuproduktowym

Fig. 2. Influence of negative polarity on grade and recovery of ilmenite from paramagnetic fraction in single stage high tension separation

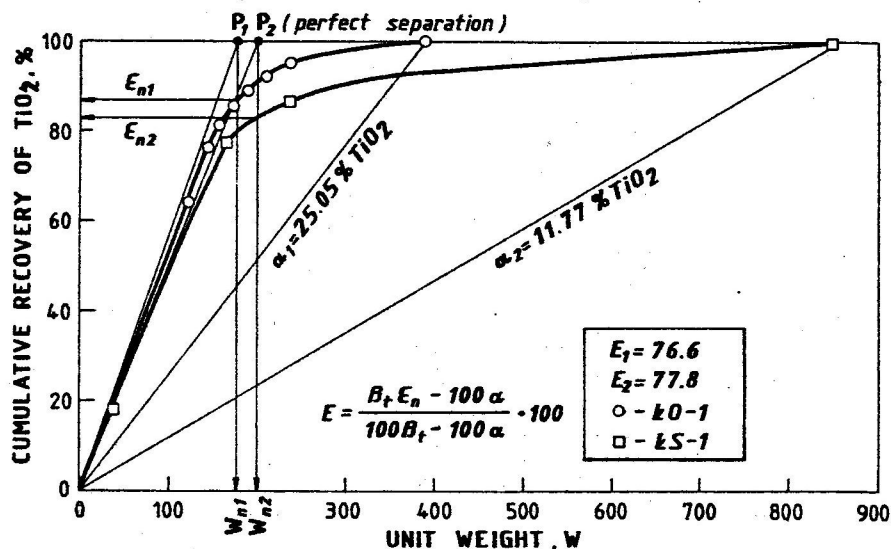


Rys. 3. Wpływ prędkości obrotowej bębna separatora na uzysk TiO_2 w koncentracie i jakość koncentratu w rozdziale dwuproduktowym

Fig. 3. Influence of roll speed on grade and recovery of ilmenite from paramagnetic fraction in a single stage high tension separation

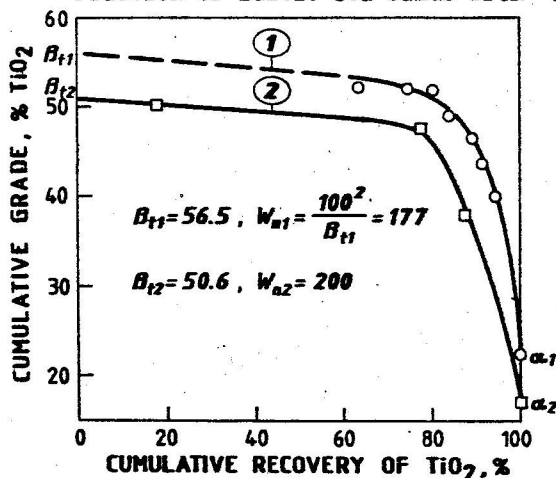


na elektrodzie ulotowej począwszy od 36 kV nie zmienia się jakość koncentratów natomiast uzysk TiO_2 w koncentracie nieznacznie obniża się w wyniku zmniejszania się wychodu koncentratu. Natomiast przy stałym napięciu ustalonym w dalszych doświadczeniach na 38 kV nie obserwuje się wyraźnych zmian wyników wzbogacania ze zmianą prędkości obrotowej bębna separatora. W dalszych doświadczeniach przyjęto stałą prędkość obrotową bębna wynoszącą 150 obr/min. W opisanych rysunkami 2 i 3 doświadczeniach dokonywano prostych dwuproduktowych rozdziałów przy jednakowym arbitra-



Rys. 4. Krzywe wzbogacania elektrycznego frakcji paramagnetycznych pochodzących z piasków Ławicy Słupskiej i Odrzańskiej

Fig. 4. High tension separation release curves for paramagnetic fraction of Baltic Sea sands from "Słupska" and "Odrzana" banks



Rys. 5. Krzywe jak na rys. 4 w układzie uzysk-zawartość

Fig. 5. Release curves from Fig. 3 in the form of grade-recovery relationship

lnie wybranym ustawieniu rozdzielaczy odbieralnika produktów. W następnej serii doświadczeń wykonywano szereg operacji rozdziału na trzy produkty zmieniając ich wychody przez zmianę położenia rozdzielaczy odbieralnika. Wyniki analiz chemicznych w ten sposób otrzymanych produktów pozwoliły na wykreślenie krzywych wzbogacania, które pokazano na rys. 4 i 5. Na rysunkach pokazano krzywe wzbogacania dla próbek ŁO-1 i ŁS-1. Nie narysowane na tych rysunkach krzywe dla ŁO-2 miały bardzo zbliżony przebieg do krzywych ŁO-1. Wyliczone dla tych krzywych wskaźniki tzw. efektywności rozdziału E wskazują na bardzo podobną wzbogalność mimo różnej jakości nadawy. Wskaźnik ten pomyślany przez autorów zastosowanej tu metody oceny wzbogacania [10] jako efektywność uwalniania przy ocenie mielenia rudy, w przypadku doskonale uwolnionych składników piasków morskich może być traktowany jako wskaźnik efektywności rozdziału (wzbogacania).

W tabeli 3 przedstawiono ostateczny podział na trzy produkty końcowe dokonany na podstawie przebiegu krzywych wzbogacania separacji elektrycznej dla każdej z badanych próbek.

Tabela 3

Końcowe wyniki separacji elektrycznej testowanych próbek

Próbka	Produkt	Wychód %, %	TiO ₂ , %		Fe, %		granaty, %	
			β	ϵ	β	ϵ	β	ϵ
ŁO-1	koncentrat ilmenitowy	39.1	52.0	81.2	29.1	41.8	2.2	1.8
	półprodukt	4.5	28.2	5.1	17.7	2.9	17.6	1.7
	koncentrat granatów	56.4	6.1	13.7	26.7	55.3	79.8	96.5
	nadawa	100.0	25.07	100.0	27.27	100.0	46.66	100.0
ŁO-2	koncentrat ilmenitowy	28.6	53.6	74.6	29.6	38.1	-	-
	półprodukt	5.3	26.0	6.7	20.4	4.9	7.1	0.9
	koncentrat granatowy	66.1	5.8	18.7	19.2	57.0	66.3	99.1
	nadawa	100.0	20.54	100.0	22.24	100.0	44.2	100.0
ŁS-1	koncentrat ilmenitowy	19.4	47.6	78.5	30.5	24.5	0.3	0.1
	półprodukt	8.5	12.0	8.7	23.8	8.4	55.7	7.0
	koncentrat granatów	72.1	2.1	12.8	22.5	67.1	87.2	92.9
	nadawa	100.0	11.77	100.0	24.16	100.0	67.66	100.0

Analizy mineralogiczne końcowych produktów wzbogacania wykazały, że ziarna ilmenitu oznaczają się pewnym stopniem zwietrzenia (leukoksenizacji) szczególnie w frakcjach pośrednich separacji elektrycznej i odpadach. Z literatury znany jest fakt, że ze zwiększaniem się stopnia leukoksenizacji ziarn ilmenitu zmniejsza się ich podatność magnetyczna i maleje przewodnictwo elektryczne [11]. To ostatnie jest szczególnie niekorzystne ponieważ jak stwierdzono w pracy [12] słabo magnetyczny ilmenit-leukoksen przechodząc do produktów niemagnetycznych może uniemożliwiać później rozdział rutyłu od cyrkonu. Również pokryty warstewką leukoksenu ilmenit z frakcji paramagnetycznej powierzchniowo jest złym przewodnikiem i może przechodzić do frakcji nieprzewodzącej.

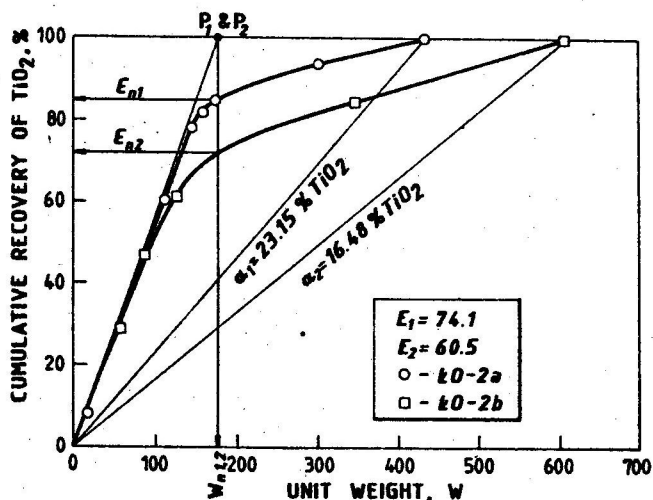
W przedstawionych w tej pracy badaniach spróbowano także udzielić odpowiedzi na pytanie czy obserwowana w testowanych próbkach leukoksenizacja ma wpływ na wyniki wzbogacania. W tym celu oszacowano w pierwszym rzędzie stopień leukoksenizacji ziarn ilmenitu w badanych nadawach. Stopień ten we wszystkich trzech próbkach okazał się prawie jednakowy. W tabeli 4 i na rys. 8 podano oszacowany ilościowo przeciętny stopień leukoksenizacji ilmenitu na podstawie analiz mikroskopowych wykonanych na szlifach sporządzonych dla poszczególnych nadaw. W następnym etapie jedną z próbek (ŁO-2) rozdzielono magnetycznie na dwie frakcje stosując najniższe z używanych wcześniej natężenie pola magnetycznego charakteryzujące się natężeniem prądu zasilającego separator magnetyczny wynoszącym 12 A. W wyniku tego rozdziału otrzymano dwie frakcje; silniej (ŁO-2a) i słabiej (ŁO-2b) magnetyczną (tabela 2), które poddano oddziel-

Tabela 4

Przeciętny stopień leukoksenizacji ziarn ilmenitu w badanych próbkach nadawy do separacji elektrycznej na podstawie obserwacji mikroskopowych (% objętościowe wielkości obwódki leukoksenowej na ziarnach)

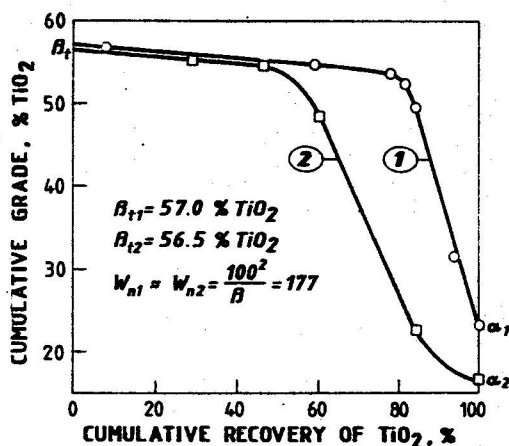
Rodzaj ziarn	Stopień leukoksenizacji, %					
	0	5	5-10	10-20	20-30	30
Ilość ziarn czystych	33.0	-	-	-	-	-
Ilość ziarn zleukoksenizowanych, %	-	47	10	5	3	2

nie separacji elektrycznej stosując wcześniej opisane schematy doświadczeń i optymalne parametry pracy separatora. Wyniki tych separacji elektrycznych pokazano na rys. 6 i 7. Na rysunkach tych widać wyraźną różnicę we wzbogacalności obu nadaw. Nadawa do separacji elektrycznej, która była frakcją o silniejszych własnościach magnetycznych charakteryzuje się znacznie lepszą wzbogacalnością ilmenitu, wyliczony współ-



Rys. 6. Krzywe wzbogacania separacją elektryczną próbek różniących się własnościami magnetycznymi, 1 - silniej magnetyczna, 2 - słabiej magnetyczna

Fig. 6. High tension separation release curves for two different magnetic fractions of investigated samples, 1 - para-magnetics ŁO-2a (medium intensity), 2 - para-magnetics ŁO-2b (high intensity magnetic field)

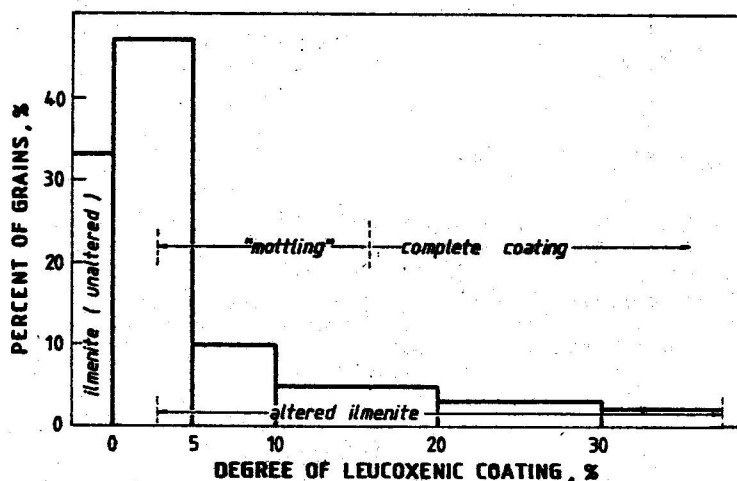


Rys. 7. Krzywe jak na rys. 6 w układzie uzysk-zawartość

Fig. 7. Release curves from Fig. 5 in the form of grade-recovery relationship

czynnik efektywności wzbogacania ma znacznie wyższą o ok. 14 % wartość niż taki współczynnik dla wzbogacanego materiału charakteryzującego słabszymi własnościami magnetycznymi. Z rys. 7 widać, że przy jednokowej zawartości TiO_2 w koncentracie wynoszącej 50 % uzysk TiO_2 jest niższy o ponad 25 % dla materiału słabiej magnetycznego. Z obserwacji tych potwierdzonych analizami mineralogicznymi można wysnuć wniosek, że stopień leukoksenizacji w materiale słabiej magnetycznym (2b) jest zna-

cznie wyższy niż w materiale o silniejszych własnościach magnetycznych, potwierdzają to również oznaczenia zawartości żelaza w nadawach (tab. 2) i produktów wzbogacania (tu nie przytaczane). Obserwuje się wyraźną korelację wyników wzbogacania ze stopniem leukoksenizacji określanym obserwacjami mikroskopowymi. Z tabeli 4 i rys. 8 widać, że ok. 80 % ziarn ilmenitu w nadawie oznacza się niskim stopniem leukoksenizacji (poniżej 5 %) lub w ogóle pozbawionych jest warstewki leukoksenowej. Równocześnie uzysk TiO_2 (tab. 3) w koncentraty ilmenitowych zawierających ok. 50 % TiO_2 waha się w granicach 80 %. Stąd podwyższenie tego uzysku separacją



Rys. 8. Przeciętny stopień pokrycia leukoksenowego na ziarnach ilmenitu w badanych próbkach nadawy do separacji elektrycznej

Fig. 8. Average degree of leucoxenic coating on ilmenite grains in ilmenite fraction of tested samples

elektryczną wydaje się niemożliwe. Obserwowane mikroskopowo w półproduktach separacji elektrycznej a zwłaszcza w odpadach (tab. 3) ziarna ilmenitu okazały się silnie zmienione powierzchniowo pokryte grubą i porowatą warstewką leukoksenową. Do koncentratów natomiast przeszły niemal wyłącznie ziarna wolne od pokryć lub w niewielkim stopniu pokryte warstewką leukoksenową. W literaturze nie znaleziono dokładnych danych dotyczących przewodnictwa elektrycznego i podatności magnetycznej dla leukoksenu. Jedynie w pracy [11] podano, że posiada on podatność magnetyczną od bardzo słabej do słabej (niemagnetyczny podobnie jak rutyl) a przewodnictwo od średniego do słabego. Zatem ze wzrostem stopnia pokrycia ilmenitu warstewką leukoksenową i od obecności w niej różnych produktów utlenienia ilmenitu, jego przewodnictwo może ulec zmniejszeniu.

Wnioski

1. Separacja elektryczna jest skuteczną metodą rozdziału ilmenitu od granatów i umożliwia otrzymywanie wysokojakościowych koncentratów ilmenitowych z półproduktów paramagnetycznych wydzielonych z koncentratów grawitacyjnych z piasków morskich.
2. Otrzymane koncentraty ilmenitowe zawierają ok. 48-52 % TiO_2 przy uzyskach TiO_2 w koncentracji 75-81 %. Koncentraty takie otrzymano wzbogacając nadawy zawierające od 12 do 25 % TiO_2 .
3. Stwierdzono, że podniesienie uzysków TiO_2 w koncentracji ilmenitowej jest trudne. Powodem tego może być leukoksenizacja pewnej części ziarn ilmenitu w nadawie. Leukoksenizacja może być powodem obniżania przewodnictwa elektrycznego ziarn ilmenitu. Stwierdzono wyraźną korelację stopnia leukoksenizacji ilmenitu z osiąganymi uzyskami ilmenitu w koncentracji.

Uzupełnienie

Używana w tej pracy terminologia wymaga wyjaśnienia. Produkty przeobrażenia ilmenitu nazwano ilmenitem zleukoksenizowanym. W literaturze [2,13] spotyka się termin "leukoksen" odnoszący się do ilmenitu pokrytego warstewką leukoksenu-pseudorutylu lub odnoszący się do produktu przeobrażenia ilmenitu po utlenieniu i częściowym usunięciu z niego żelaza. Koncentraty ilmenitowe o niskiej zawartości żelaza, zatem zawierające powyżej 52.6 % TiO_2 zawierają ilmenit zleukoksenizowany i nie nadają się do produkcji bieli tytanowej metodą siarczanową ale mogą być używane jako rutyl do produkcji czterochlorku tytanu będącego surowcem do produkcji pigmentów i tytanu metalicznego.

Literatura

1. Anon. Titanium's future lies with ilmenite., E/MJ Operating Handbook of Mineral Processing, Vol. 1, Ed. R. Thomas, McGraw-Hill, 1977, N. York, 50-51.
2. Lynd L.E., Lefond S.J., Titanium Minerals., Industrial Minerals and Rocks, 4-th edition, Ed. S.J. Lefond, AIME 1975, N. York, 1149-1208.
3. Łuszczkiewicz A., Lekki J., Drzymała J., Problemy flotacyjnego wzbogacania rudy tytanomagnetytowej., Prace Instytutu Metalurgii Żelaza, 35, Nr 3-4, 1983, 119-124.
4. Surowce Mineralne Świata: Wanał, Tytan, Cyrkon, Hf., Praca Zbior.

- pod red. A. Bolewskiego, Wyd. Geol. 1982, Warszawa, 105-273.
5. Łuszczkiewicz A., Próby wydzielenia koncentratów ilmenitu i cyrkonu z piasków morskich południowego Bałtyku. Fizykochem. Probl. Mineralurgii, 15, 1983, 55-63.
 6. Steinhoff J., Kurzyca M., Wzbogacanie piasków morskich zalegających rejon Ławicy Odrzanej, IV Gliwickie Sympozjum Teorii i Praktyki Procesów Przeróbczych., 1985, Gliwice, 149-162.
 7. Łuszczkiewicz A., Glapa W., Koncepcja otrzymywania koncentratów minerałów ciężkich z piasków Ławic bałtyckich, Fizykochem. Probl. Mineralurgii, 17, 1985, 205-218.
 8. Olofinskij N.F., Elektrieskije metody obogascenia, Izd. Nedra Moskva, 1970.
 9. Spravocnik po obogasceniu. Izd. II, red. O.S. Bogdanov, Osnovnyje processy, Izd. Nedra, Moskva 1983, 209-245.
 10. Rickelton W.A., Dell C.C., Grinding requirements of an ore for flotation., Trans. Inst. Min. Metall. sec. C., 86, 1976, C207-C213.
 11. Baker G., Detrital heavy minerals in natural accumulates, Australas. Inst. Min. Metall., Melbourne 1962.
 12. Collins D.N., Bignell J.D., The effects of ilmenite alteration products in the separation of zircon-rutile ores., Proceed. XIII-th Int. Mineral Processing Congress, 2-nd Round Table Seminar, Polish Sci. Publ. ed. J. Laskowski, Warsaw 1979, 41-66.
 13. Temple A.K., Alteration of ilmenite, Economic Geology, Vol. 61, No 4, June-July 1966, 695-714.

ABSTRACT

Łuszczkiewicz A., Kurzyca M., 1986. High Tension Separation of Ilmenite from Combined Magnetic-Gravity Upgrading By-products of Baltic Sea Sands. Physicochem. Probl. Miner. Process., 18; 179-191, (polish text).

The results of high tension separation of ilmenite from gravity-magnetic separation by-products containing 12:20 and 25% TiO_2 (mainly ilmenite and garnets) are presented in the paper. The by-products were obtained from samples of South Baltic Sea sand from the "Słupska" and "Odrzana" banks. Optimal working conditions for the roll-type separator with a negative polarity discharge electrode have been determined, and high tension separation release curves for the ilmenite from the tested samples have been discussed. It has been established that the tested samples have similar properties but certain effects of ilmenite alteration (leucoxenitic coatings) on separation are present. From the

tested samples, a concentrate containing 47-50 % TiO_2 and an 80 % recovery of TiO_2 were produced.

СОДЕРЖАНИЕ

А.Лупчкевич, М.Кужипа, 1986. Выделение ильменита из полупродуктов обогащения песков путем электрической сепарации. Физико-химические вопросы обогащения, 18; 179-191.

Показана электрическая сепарация трех различных ильменитово-гранатовых проб, выделенных из морских песков Лавицы Оджаной и Слупской на Балтийском море. Эти пробы, несмотря на значительные различия в содержимости ильменита /12; 20; 25% TiO_2 / обогащались одинаково. Максимально возможное извлечение TiO_2 в концентрате ильменита, содержащим 50% TiO_2 не превышает 80%, не смотря на совершенство освобождения ильменитовых зерен. Такое низкое извлечение объясняется присутствием лейкоксинового покрытия на части зерен ильменита. Лейкоксенизация приводит к необходимости принятия 80%-ых извлечений TiO_2 , как максимально возможных для этого метода обогащения.