

Bohdan MAKARY*
Władysław PILCH*
Antoni SIWIEC*
Zbigniew TAJCHMAN*

BADANIA NAD OPRACOWANIEM TECHNOLOGII WZBOGACANIA ZWIETRZELINY BAZALTOWEJ

Zwierzselina bazaltowa stanowi surowiec z którego można otrzymać produkty o zróżnicowanej zawartości tlenku glinu, tlenków żelaza i tytanu. W rezultacie klasyfikacji w hydrocyklonach otrzymuje się produkt o zawartości Al_2O_3 w granicach 31 - 35%, a Fe_2O_3 w granicach 5 - 6,5%, 1,5 - 2,0% TiO_2 . W wyniku separacji niskogradentowej magnetycznej otrzymuje się produkt o zawartości Fe_2O_3 w granicach 45 - 48% i 30 - 35% TiO_2 . Natomiast produkt magnetyczny separacji wysokogradentowej zawiera 38 - 42% Fe_2O_3 i 8 - 12% TiO_2 .

1. Wstęp

Prowadzone od szeregu lat badania nad wzbogacaniem zwierzseliny bazaltowej wykazały że może ona stanowić interesujący surowiec który może być źródłem produktów o praktycznym znaczeniu. Na przykład w wyniku klasyfikacji otrzymuje się produkt o podwyższonej zawartości tlenku glinu, który kwalifikuje się do produkcji cementu i tlenku glinu metodą spiekowo-rozpadową prof. Grzymka. Badania mineralogiczne potwierdzone analizami chemicznymi wykazały że tlenki glinu koncentrują się w najdrobniejszych klasach ziarnowych. Natomiast tlenki żelaza i tytanu koncentrują się w klasach grubszych.

W wyniku wzbogacania magnetycznego otrzymuje się produkty o podwyższonej zawartości żelaza i tytanu oraz produkt pośredni który może być skierowany do klasyfikacji wstępnej.

*Instytut Przeróbki i Wykorzystania Surowców Mineralnych - Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

2. Surowiec do badań

Zwierzelina bazaltowa występuje w Polsce głównie na Dolnym Śląsku. Wylewy bazaltowe powstały na tym obszarze w wyniku wieloetapowej działalności wulkanicznej, rozwijającej się od górnego eocenu po plejstocen. Intensywne wietrzenie bazaltów rozwijało się na całym obszarze występowania i doprowadziło do powstania kompleksów skał ilastych o charakterze pokryw.

Zwierzelinę bazaltową Dolnego Śląska pod względem składu mineralnego można podzielić na:

- zwierzeliny kaolinowe,
- zwierzeliny montmorillonitowe,
- zwierzeliny montmorillonitowo - kaolinowe.

Wietrzenie bazaltów można podzielić na dwa etapy:

- w pierwszym etapie powstały montmorillonity dioktaedryczne przy równoczesnym wtrąceniu żelaza w formie tlenków lub węglanów, a tytanu w formie anatazu,

- w drugim etapie montmorillonit przechodził w haloizyt lub kaolinit.

W badaniach nad zwierzeliną bazaltową prowadzonych równoległe w różnych instytucjach badawczych wydzielono złoża występujące w rejonach Zgorzelca - Morkowic, Lubania - Leśnej, Rębiszowa, Chojnowa, Jaworza i Legnicy - Złotoryji.

Najlepiej rozpoznany pod względem geologicznym i mineralogicznym jest rejon Legnicy - Złotoryji. W rejonie tym występuje odsłonięta skarpa prawego brzegu Nysy Szalonej pomiędzy miejscowościami Dunino i Świeczany, gdzie istnieje łatwy dostęp i możliwość urobku złoża [1].

Złoże w Duninie, z którego pochodzi przeznaczona do badań próba zwierzeliny bazaltowej jest złożem o stosunkowo prostej budowie geologicznej. Nadkład stanowią ily trzeciorzędowe oraz osady czwartorzędowe (żwir, piasek), które mogą być wykorzystane w przemyśle materiałów budowlanych. Nad całym kompleksem zalega cienka warstwa gliny plastycznej.

W złożu wydzielić można makroskopowo dwa rodzaje zwierzeliny:

- jasnoszara, w której wyraźnie zaznacza struktura płytkowa bazaltu,

- fioletowo - niebieska, nie wykazująca wyraźnego uporządkowania struktury.

Pierwsza odmiana zalega głównie w części południowej złoża, druga w północnej. W złożu w okolicy Dunina głównym występującym minerałem jest haloizyt.

Przeznaczona do badań próba stanowiła mieszaninę złożoną z kryształów hematytu, magnetytu, getytu i ilmenitu o zbliżonych wymiarach powyżej 20 μm i fazy ilastej występującej w dużej części w postaci silnie zdyspergowanych mikrokryształitów haloizytu o wymiarach od kilku do kilkunastu

mikrometrów oraz nieregularnych agregatów o wymiarach od 50 do 250 μm [1].

Zawartość przeciętna SiO_2 w złożu wynosi 33,74% i przekroju pionowym nie wykazuje większego zróżnicowania. Średnia zawartość TiO_2 wynosi 3,29%. Przeciętna zawartość Fe_2O_3 w złożu wynosi 22,66% i nie wykazuje większych wahań w przekroju pionowym złoża. Przeciętna zawartość Al_2O_3 wynosi 23,09, przy czym spągowa część złoża jest znacznie uboższa w Al_2O_3 , co wynika z niepełnego zwietrzenia bazaltów.

3. Badania laboratoryjne

3.1. Klasyfikacja w hydrocyklonach

Nadawę do procesu rozdziału uzyskano w wyniku zastosowania dwustadialnej operacji kruszenia w kruszarce szczękowej z kontrolnym przesiewaniem na sicie o otworach 1 mm, z zawrotem produktu górnego przesiewacza.

Skład ziarnowy (na podstawie analizy sitowej na mokro) oraz zawartości związków chemicznych w poszczególnych klasach uzyskanego w powyższy sposób materiału dla jednej wybranej próbki podano w tabeli 1. Na jej podstawie można stwierdzić, że wraz ze zmniejszaniem się ziarn nadawy następuje równoczesne zmniejszanie zawartości Fe_2O_3 i TiO_2 - dla SiO_2 i Al_2O_3 występuje zależność odwrotna. Aby otrzymać surowiec do produkcji tlenku

Tabela 1. Skład ziarnowy i chemiczny produktu skruszonego
(Nadawa do klasyfikacji)

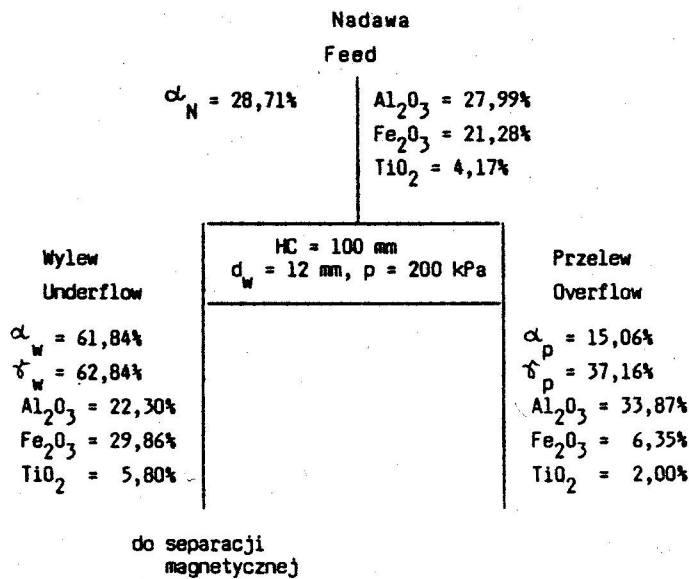
Table 1. Grain and chemical composition of the crusted product
(Feed to classification)

Klasa ziarnowa [μm]	Wychód % %	Zawartość %			
		SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	TiO_2
1000 - 500	5,11	21,50	39,60	17,72	5,93
500 - 250	10,27	27,60	31,48	21,00	3,16
250 - 100	22,95	31,60	25,22	22,04	3,10
100 - 63	20,90	28,16	26,16	22,70	5,50
63 - 50	3,66	36,96	15,72	28,00	3,00
50 - 40	4,49	40,22	11,95	29,00	2,50
40 - 32	2,88	42,18	9,44	29,40	2,00
32 - 20	4,06	42,26	9,12	30,00	2,17
20 - 0	25,68	43,00	6,26	32,70	1,42
Nadawa	100,00	34,31	19,87	25,65	3,22

glinu i cementu w metodzie spiekowo - rozpadowej należało zmniejszyć zawartość Fe_2O_3 do około 6 - 7%. Było to możliwe przy zastosowaniu procesu klasyfikacji w urządzeniach i dużej ostrości rozdziału przy ziarnie podziałowym około 20 μm . Warunkom tym odpowiadały hydrocyklony. Po wstępnym doborze na podstawie analizy badań władnych i przeliczeniu parametrów konstrukcyjnych i ruchowych zdecydowano użyć do badań hydrocyklon o średnicy części cylindrycznej 100 mm, pracujący przy ciśnieniu wlotowym 200 kPa.

Podczas doświadczeń optymalizowano dobór zagęszczenia nadawy oraz średnicy dyszy wylewowej pod kątem uzyskania najmniejszej zawartości Fe_2O_3 w przelewie hydrocyklonu. W ich efekcie podczas jednostopniowej klasyfikacji otrzymano przedstawione na rys. 1 dwa produkty rozdziału o podwyższonej lub zmniejszonej zawartości istotnych w dalszych procesach składników. Zastosowano następujące oznaczenia:

$\alpha_N, \alpha_w, \alpha_p$ - zagęszczenie nadawy, wylewu, przelewu (%),
 δ_{sw}, δ_{sp} - wychód suchej masy w wylewie, przelewie (%),



Rys. 1. Wyniki badań I stopniowej klasyfikacji zwietrzeliney bazaltowej

Fig. 1. Results of the classification of the weathered basalt

3. Wzbogacanie magnetyczne

Badania mineralogiczne zwietrzliny bazaltowej wykazały, że zawiera ona minerały żelaza i tytanu głównie w postaci magnetytu, hematytu, getytu i ilmenitu.

Część tych związków występuje w formie rozluźnionej. Jak już poprzednio wspomniano - tlenki te koncentrują się w znacznym stopniu w klasach grubszych.

Separację przeprowadzono z zastosowaniem separatora niskogradentowego - celem wydzielenia produktu zawierającego magnetyt. Produkt magnetyczny separacji niskogradentowej skierowano do separacji wysokogradentowej za pośrednictwem separatora poligradentowego. Jako elementy gradientotwórcze stosowano kule stalowe o średnicy $d = 5$ mm.

Indukcja pola magnetycznego między wzbogacalnikami wynosiła 0,9 tesli. Zawartość żelaza i tytanu w produktach wzbogacania dla różnych próbek wahała się w pewnych granicach, którą podano na schemacie 2. Na przykład dla wybranej próbki zwietrzliny bazaltowej uzyskano następujące parametry:

Wychód produktu magnetycznego separacji niskogradentowej wynosił 18% o zawartości Fe_2O_3 46% i tlenku tytanu TiO_2 - 32%. Natomiast produkt magnetyczny separacji wysokogradentowej zawierał 40% Fe_2O_3 i 10% TiO_2 o wychodzie 20%.

4. Koncepcja technologiczna wzbogacania zwietrzliny bazaltowej

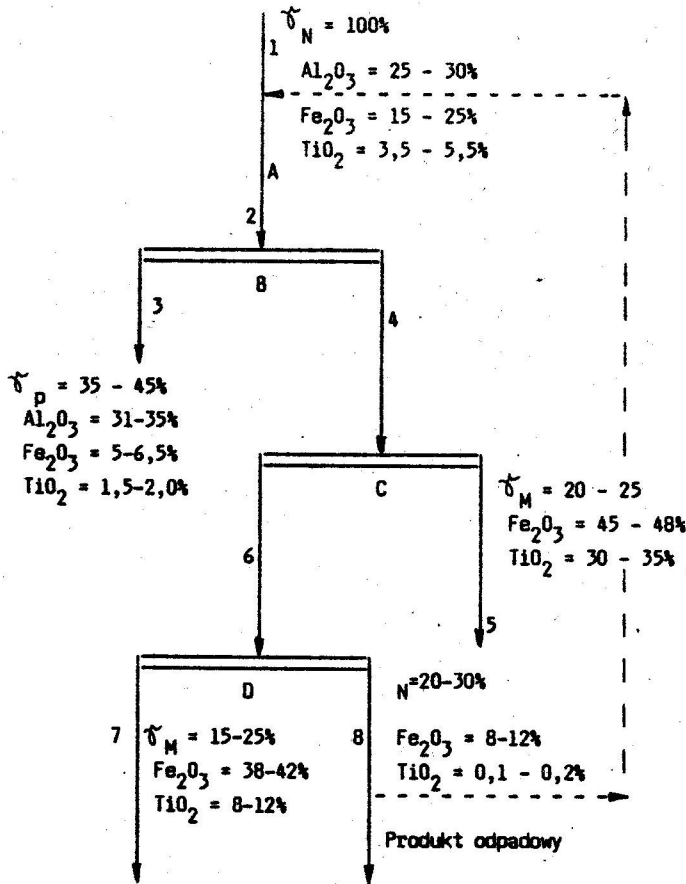
Na podstawie przeprowadzonych badań laboratoryjnych na wzbogacalność próbek zwietrzliny bazaltowej można podać koncepcję technologiczną przeróbki tego surowca.

Na rys. 2 podano schemat technologiczny tego procesu. Surowiec po skruszeniu do ziarnistości poniżej 1 mm kierowany jest do klasyfikacji za pośrednictwem hydrocyklonów. Produkt (3) stanowi koncentrat o podwyższonej zawartości Al_2O_3 i obniżonej zawartości Fe_2O_3 i TiO_2 . Produkt gruboziarnisty (4) kierowany jest do separacji magnetycznej za pośrednictwem separatora niskogradentowego, końcowym produktem jest koncentrat (5) o wysokiej zawartości Fe_2O_3 i TiO_2 . Produkt niemagnetyczny kierowany jest do separacji wysokogradentowej, gdzie otrzymuje się produkt magnetyczny (7) i niemagnetyczny (8).

Uwagi końcowe i wnioski

W oparciu o skład chemiczny i mineralogiczny, skład granulometryczny oraz na podstawie badań laboratoryjnych na wzbogacalność próbek zwietrzliny bazaltowej można sformułować następujące wnioski:

- Zwietrzelina bazaltowa jest surowcem z którego można otrzymać produkty o zróżnicowanej zawartości Al_2O_3 , Fe_2O_3 i TiO_2 .



Rys. 2. Schemat technologiczny przeróbki zwietrzliny bazaltów

A - Rozdrabnianie, B - Klasyfikacja, C - Separacja magnetyczna niskogradientowa, D - Separacja magnetyczna wysokogradientowa
 1 - nadawa, 2 - produkt rozdrobniony, 3 - przelew hydrocyklonu, 4 - wylew hydrocyklonu, 5 - produkt magnetyczny, 6 - nadawa do separacji magnetycznej wysokogradientowej, 7 - produkt magnetyczny, 8 - produkt niemagnetyczny

Fig. 2. Flowsheet of the beneficiation of the weathered basalt

A - Comminution, B - Classification, C - Low intensity magnetic separation, D - High intensity magnetic separation
 1 - Feed, 2 - Crushed product, 3 - Overflow, 4 - Underflow, 5 - Magnetic product, 6 - Feed to high intensity magnetic separation, 7 - Magnetic product, 8 - Non magnetic product.

- W wyniku klasyfikacji w polu odśrodkowym otrzymuje się produkt finalny, o zawartości tlenku glinu w zakresie 31 - 35% i zawartości tlenku żelaza w granicach 5 - 6,5% a TiO_2 w granicach 1,5 - 2,0%.

- W wyniku separacji magnetycznej niskogradientowej otrzymuje się produkt o zawartości 45 - 48% Fe_2O_3 i 30 - 35% TiO_2 .

- W wyniku separacji wysokogradientowej otrzymuje się produkt magnetyczny o zawartości 38 - 42% Fe_2O_3 i 8 - 12% TiO_2 .

Literatura

1. Derdacka-Grzymek A. i współpracownicy - Sprawozdanie CPBP 03.05.01.03 Zadanie: "Otrzymywanie tlenku glinu ze zwietrzliny bazaltowej z równoczesnym odzyskiem związków tytanu i żelaza w postaci koncentratów". 1987, 1988 r.
2. ZUT NOT Tarnów - Sprawozdanie nr 2-303/87 - "Określenie optymalnych warunków rozdziału zwietrzliny bazaltowej w hydrocyklonach". 1987 r.
3. ZUT NOT Tarnów - Sprawozdanie nr 405/88 - Badanie w skali półtechnicznej klasyfikacji surowca glinonośnego jak etap wstępny jego kompleksowego wykorzystania. 1988 r.

ABSTRACT

Makary B., Pilch W., Siwiec A., Tajchman Z., 1990. Investigation on beneficiation technology of wheathered basalts. Physicochemical Problems of Mineral Processing. 22; 127-133, (polish text).

Wheathered basalt is a raw material of recovery of Al_2O_3 , Fe_2O_3 and TiO_2 containing products. 31-35% Al_2O_3 , 5-6% Fe_2O_3 and 1.5-2.0% TiO_2 was analyzed in resultant solids from classification in hydrocyclones. The product of low-intensity magnetic separation contained 45-48% Fe_2O_3 and 30-35% TiO_2 while 38-42% Fe_2O_3 and 8-12% TiO_2 were determined in products of high-density magnetic separation