

Leszek STOCH, Wanda SIKORA

Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna kaolinu z Bolesławic (Dolny Śląsk)

WSTĘP

Granity masywu Strzegom — Sobótka na Dolnym Śląsku ulegając wietrzeniu dały początek kaolinom, których występowania zlokalizowane są w okolicy Swidnicy i Strzegomia. Należy do nich złoża kaolinu w Żarowie eksploatowane dla potrzeb przemysłu. Na południowy wschód od wspomnianego złoża znajdują się nie eksploatowane kaoliny w Gołoszycach, Pożaryszczu, Goli i Wirkach. Kolejne występowanie kaolinu w tym rejonie zlokalizowane jest w miejscowości Śmiałowice. Na południe od Żarowa — w Bolesławicach — stwierdzono niedawno nowe występowanie kaolinu, który wykazuje korzystne własności technologiczne. Pod względem petrograficznym jest to kaolin pierwotny, typowy dla tego rejonu, powstały ze średnioziarnistego dwumikowego granitu strzegomskiego. Kaolin ten wraz z głębokością przechodzi w granit o malejącym stopniu zwierzenia.

Kaolin z Bolesławic poddano szczegółowym badaniom mineralogicznym dla ustalenia zawartości głównych składników mineralnych oraz określenia ich rozdziału pomiędzy poszczególne klasy ziarnowe. Celem badań, które zostały wykonane z inicjatywy i przy współpracy Zakładu Technologii Surowców Mineralnych Instytutu Geologicznego w Warszawie, było uzyskanie dokładnej charakterystyki petrograficznej skały.

METODY BADAŃ MINERALOGICZNYCH

Badania mineralogiczne kaolinów wykonano przy zaangażowaniu zespołu metod. Uziarnienie oznaczono przez przesiewanie na sitach oraz na drodze sedymentacyjnej za pomocą wagi sedymentacyjnej i ultrawirówki Sharplesa. Próbkę przesiewano na mokro na sicie o prześwicie oczek 0,063 mm, pozostałość na nim suszono i rozsiewano na sitach o większym prześwicie oczek. Uziarnienie materiału drobniejszego od 0,063 mm mierzono przy użyciu wagi sedymentacyjnej firmy Sartorius. Wirówka Sharplesa służyła do pomiaru uziarnienia poniżej 2 mm. Zawiesiny do analizy sedymentacyjnej zawierały dodatek pirofosforanu sodu jako dyspergatora.

Próbki do badań szczegółowych rozdzielano na frakcje: grubszą od $20\mu\text{m}$, $20 - 2\mu\text{m}$, $2 - 0,5\mu\text{m}$, $0,5 - 0,3\mu\text{m}$ i drobniejszą od $0,3\mu\text{m}$. Powyższe średnice podziałowe frakcji zostały podyktowane rozkładem wielkości ziarn w próbce. Frakcje grubsze od $2\mu\text{m}$ wydzielono przy pomocy szlamownika Fitzsimmonsa-Wildera (D. R. Wilder, E. S. Fitzsimmons, 1955), frakcje drobniejsze wyodrębniono przez wielokrotną sedymentację w wirowce Sharplesa.

Skład mineralny kaolinów i wydzielonych z nich frakcji określono jakościowo za pomocą dyfraktometru rentgenowskiego firmy Rigaku-Denki stosując promieniowanie $\text{CoK}\alpha$. Procentową zawartość głównych składników mineralnych określono na drodze analizy termicznej i metodami chemicznymi. Zawartość kaolinitu oznaczono w oparciu o analizę termiczną różnicową, biorąc za podstawę powierzchnię efektu dehydroksylacji kaolinitu w temperaturze 580°C oraz wysokość efektu egzotermicznego w temperaturze 980°C . Zawartość kwarcu oznaczono na podstawie wielkości efektu przemiany polimorficznej kwarcu w temperaturze 573°C na krzywej studzenia. Dla kontroli określono równolegle zawartość kaolinitu z ilości wody strukturalnie związanej, uchodzącej w zakresie $350 - 1000^\circ$ po odjęciu od niej wody przypadającej na minerały grupy mik.

Istotnym składnikiem kaolinów są miki. Pod tym określeniem rozumie się zarówno miki właściwe (muskowit, biotyt), jak i produkty ich częściowego rozkładu (hydromiki) oraz illity, które budową i składem chemicznym są bliskie mikom.

Minerały te oznacza się zwykle rentgenograficznie. W przypadku, gdy zawartość mik jest rzędu 10% lub niższa, a ich uziarnienie bardzo drobne, wyniki tej metody są jednak niepewne. Z tego względu zawartość mik wyliczono na podstawie zawartości potasu, przyjmując, że miki występujące w skałach osadowych zawierają przeciętnie 10% K_2O . Gdy analiza rentgenograficzna lub obserwacje mikroskopowe wykazały w próbce obecność skalenia, zawartość mik oznaczono metodą selektywnej rozpuszczalności (P. V. Kiely, M. L. Jackson, 1965). W metodzie tej próbkę stapia się z pirosiarczanem sodowym, który rozpuszcza minerały ilaste. Nie naruszony pozostaje kwarc i skalenie. Oznaczając następnie zawartość potasu w pozostałości wylicza się z niej zawartość skalenia. Zawartość mik określa się z całkowitej zawartości K_2O w próbce, pomniejszonej o potas ze skalenia.

W badanych kaolinach występują niewielkie ilości montmorylonitu niewykrywalne przy pomocy analizy rentgenograficznej i analizy termicznej. Do ich oznaczenia zastosowano metodę sorpcji gliceryny według C. P. Mehra i M. L. Jacksona (1959). Wykorzystuje ona własności chłonne montmorylonitu. Gliceryna jest wchłaniana w przestrzenie międzypakietowe tworząc podwójną warstwę monomolekularną pomiędzy pakietami; na powierzchni zewnętrznej blaszek montmorylonitu tworzy ona warstwę monomolekularną. Z ilości gliceryny pochłoniętej przez próbkę wyznaczono całkowitą powierzchnię rozwiniętą, obejmującą powierzchnię zewnętrzną i powierzchnię wewnętrzną przestrzeni międzypakietowych. Następnie oznaczono ilość gliceryny sorbowanej przez próbkę, nasyconą uprzednio chlorkiem trójetyloaminy. Związek ten blokuje przestrzenie międzypakietowe montmorylonitu sprawiając, że sorpcja gliceryny odbywa się tylko na powierzchniach zewnętrznych blaszek. Po-

zwala to określić powierzchnię zewnętrzną ziarn minerałów tworzących próbkę. Na podstawie obu pomiarów można wyliczyć powierzchnię wewnętrzną montmorylonitu znajdującego się w próbce, a znając teoretyczną wartość powierzchni wewnętrznej czystego montmorylonitu wylicza się procentową jego zawartość.

SKŁAD MINERALNY KAOLINU

Szczegółowe badania mineralogiczne wykonano na trzech próbkach pochodzących z otworu poszukiwawczego nr 4 z głębokości 34,8÷35,2 m, 36,6÷37,0 m, oraz 40,7÷41,0 m, oznaczonych kolejno symbolami 36-K, 38-K i 41-K, dostarczonych przez Instytut Geologiczny w Warszawie. Różnią się one zabarwieniem: pierwsza z nich jest żółta, druga biała z odcieniem szarym, a trzecia różowa. Reprezentują one typowe odmiany kaolinu dające się wyróżnić w złożu na podstawie barwy.

Głównymi składnikami mineralnymi kaolinu jest kaolinit, kwarc i miki; spotyka się także nieznaczne ilości syderytu oraz ziarna tlenków lub

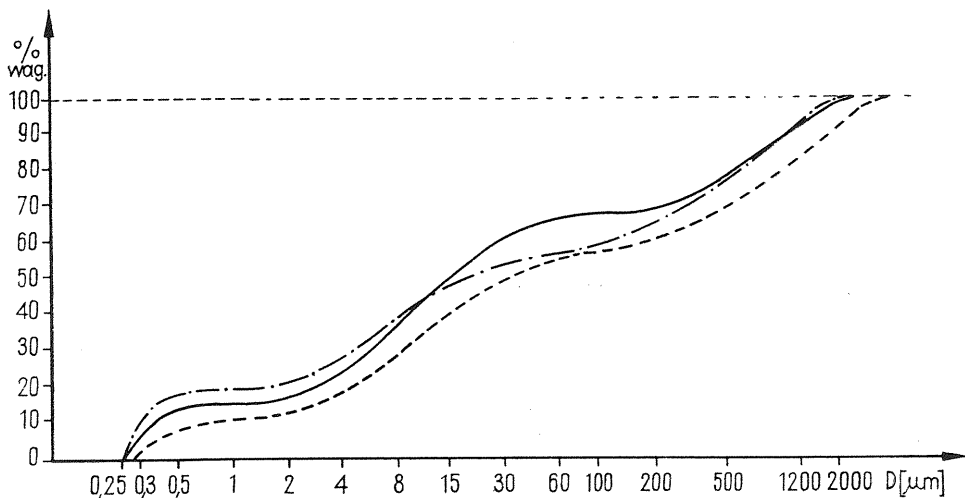


Fig. 1. Krzywe składu ziarnowego kaolinów z Bolesławic
Curves of grain size distribution of kaolines from Bolesławice

wodorotlenków żelaza. Kwarc jest wyraźnie ostrokrawędzisty, wielkość jego ziarn dochodzi do 2 mm. Wykazują one faliste ściemnianie światła. Obserwuje się także agregaty ziarn kwarcu. Kaolinit jest gruboziarnisty, występuje w formie pojedynczych łusek oraz dużych agregatów o wielkości dochodzącej do 1,5 mm, stanowiących pseudomorfozy po muskowicie.

Drobnoziarnisty kaolinit tworzy zwykle zespoły o jednakowej orientacji łusek. Miki reprezentowane są przez gruboziarnisty serycyt i illit. Muskowit i serycyt wykazują często wyraźne objawy kaolinityzacji, co zaznacza się obniżeniem barw interferencyjnych. Niekiedy część blaszki muskowitu jest zachowana, a reszta całkowicie zamieniona w kaolinit.

Spotyka się także pojedyncze ziarna biotyту, które uległy transformacji we wtórny minerał o barwie zielonej. Są one szczególnie liczne w kaolinie o odcieniu szarym. Badany kaolin zachował wyraźnie teksturę granitu, co pozwala sądzić, że nie był on redeponowany. Świadczą o tym także dobrze wykształcone agregaty minerałów ilastych.

Uziarnienie badanych próbek jest zbliżone (fig. 1). Z krzywych składu ziarnowego widać, że kaolin z Bolesławic jest gruboziarnisty. Wyróżnić w nim można trzy odrębne klasy ziarnowe: grubszą od 60 μm , 60 — 2 μm i drobniejszą od 2 μm .

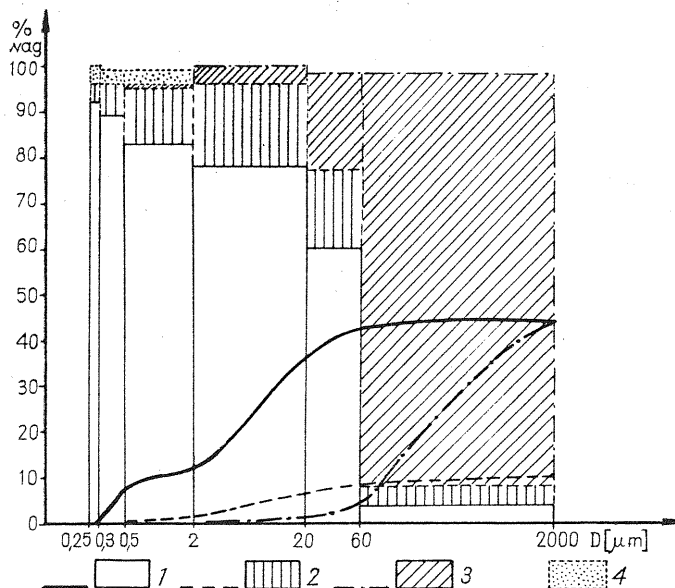


Fig. 2. Zawartość głównych składników mineralnych we frakcjach próbki 38-K oraz krzywe kumulacyjne przyrostu ich zawartości z wielkością ziarn

Content of main mineral components in fractions of sample 38-K, and cumulation curves of increase in their content with grain size

1 — kaolinit; 2 — miki; 3 — kwarc; 4 — montmorylonit
1 — kaolinite; 2 — micas; 3 — quartz; 4 — montmorillonite

Materiał grubszy od 60 μm stanowi około 40% masy badanego kaolinu, składa się on głównie z kwarcu pozostałego po pierwotnej skale granitowej. Ponadto występuje w nim mika jasna, skaolinityzowana w różnym stopniu i pojedyncze blaszki zmienionego biotyту. Miki grupują się głównie we frakcji 60 — 102 μm . Spotyka się też pojedyncze relikty ziarn skalenia, silnie zserycytowanego.

Frakcja 60 — 2 μm składa się z kaolinitu, mik oraz niewielkich ilości kwarcu. W czystych odmianach kaolinu (36-K, 38-K) kaolinit stanowi około 70% tej frakcji (tab. 1, fig. 2). Jak wynika z badań rentgenograficznych, kaolinit ma dobrze uporządkowaną strukturę i symetrię trójosną (kaolinit Tc). Potwierdza to również termiczna analiza różnicowa

wa. Kaolinit daje efekt endotermiczny w temp. 580° C o symetrycznym kształcie (wskaźnik kształtu 0,8 — 0,9), co jest typowe dla kaolinitu Tc (L. Stoch, 1967). Istotnym składnikiem frakcji 60 — 2 μm są również miki; ich zawartość w czystych odmianach kaolinitu wynosi około 15%, a może dochodzić nawet do 30—50% (próbka 41-K, fig. 3). Są to drobnoziarniste miki wtórne, powstałe przypuszczalnie jako produkt wietrzenia skałeni. Jak wykazały badania rentgenograficzne, należą one do mik dioktaedrycznych i pod względem struktury oraz składu chemicznego odpowiadają muskowitzowi.

Tabela 1

Zawartość kaolinitu i kwarcu we frakcjach próbki 36-K (w % wag.)

Próbka	Zawartość frakcji	Kaolinit	Kwarc
Kaolin surowy	—	45	40
Fracje: > 60 μm	43	1	80
60—20 μm	6	30	30
20—2 μm	29	80	10
2—0,5 μm	3	85	—
0,5—0,3 μm	8	90	—
< 0,3 μm	10	90	—

Materiał drobniejszy od 2 μm składa się głównie z kaolinitu, któremu towarzyszą miki dioktaedryczne. W czystych odmianach kaolinitu (36-K, 38-K) kaolinit stanowi około 90% (fig. 2). Jest to kaolinit o nieco niższym stopniu uporządkowania struktury w porównaniu z kaolinitem z frakcji grubszych od 2 μm . Wskaźnik kształtu efektu endotermicznego wyznaczony na podstawie termogramu, przyjęty za miarę stopnia uporządkowania struktury, wynosi dla niego około 0,5. Kaolinitowi towarzyszy drobnoziarnisty minerał z grupy mik dioktaedrycznych, który można określić jako illit. Występuje on w ilościach podobnych jak miki we frakcji 60 — 2 μm . Na dyfraktogramie nie stwierdzono jednak linii podstawowej tego minerału. Przypuszczalnie nie występuje on jako odrębna faza, ale tworzy wraz z montmorylonitem struktury mieszane, złożone z bezładnie przewarstwiających się pakietów mikowych i montmorylonitowych. Rozdział głównych składników mineralnych z uziarnieniem w kaolinie z Bolesławic obrazują załączone krzywe kumulacyjne (fig. 2 i 3). Z przedstawionych rezultatów badań wynika, że próbki 36-K i 38-K reprezentują kaolin o wysokiej zawartości kaolinitu, a niskiej zawartości mik. W kaolinie takim większość kaolinitu koncentruje się w przedziale uziarnień 20 — 2 μm , a około 1/3 ma uziarnienie drobniejsze od 2 μm . Kaolinit ten można określić jako gruboziarnisty. Kwarc natomiast grupuje się prawie w całości we frakcji grubszej od 60 μm .

Próbka 41-K reprezentuje kaolin zasobny w miki, które nie uległy w takim stopniu kaolinityzacji jak w odmianie poprzednio opisaney. Jest to skała o nieco niższym stopniu zmienienia. Rozdział kaolinitu i kwarcu

cu między poszczególne klasy ziarnowe jest w tym przypadku podobny jak w kaolinie o niskiej zawartości mik (fig. 3). Miki natomiast grupują się głównie we frakcji 20 — 2 μm , na którą przypada około 50% ogólnej zawartości tych minerałów w próbce. Blisko 1/3 mik znajduje się w materiale grubszym od 20 μm . Stosunkowo niewiele mik przypada na materiał drobniejszy od 2 μm . Wynika to między innymi z faktu, że w badanym kaolinie zawartość frakcji $< 2 \mu\text{m}$ jest mała. Stosunek zawartości mik i kaolinitu jest w niej jednak podobny jak we frakcjach grubszych.

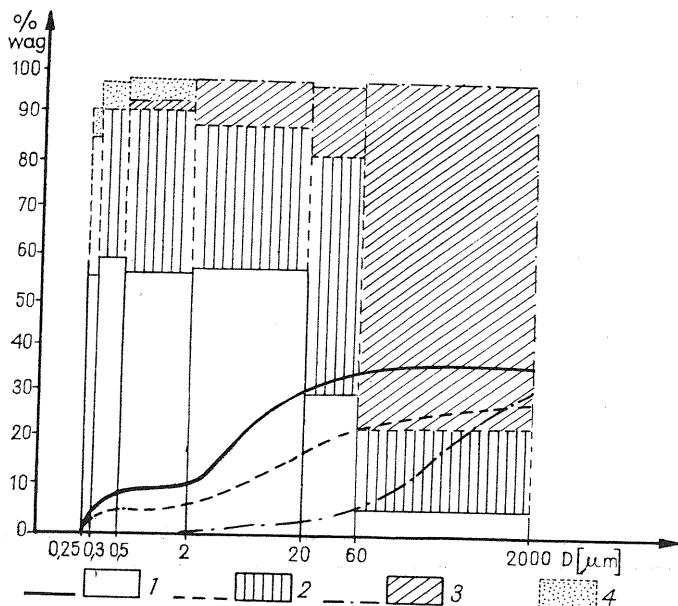


Fig. 3. Zawartość głównych składników mineralnych we frakcjach próbki 41-K oraz krzywe kumulacyjne przyrostu ich zawartości z wielkością ziarn

Content of main mineral components in fractions of sample 41-K, and cumulation curves of increase in their content with grain size

Objaśnienia jak na fig. 2

Explanations as in Fig. 2

Rozdział najważniejszych minerałów w kaolinie z Bolesławic jest tego rodzaju, że usunięcie materiału grubszego od 60 μm , np. przez szlamowanie, pozwoli wyeliminować prawie całkowicie kwarc. Oddzielona zostanie przy tym pewna ilość mik szczególnie z odmian kaolinu zasobnego w te minerały. Nie wpłynie to jednak na zmniejszenie procentowej zawartości mik, a nawet wzrośnie ona w produkcji szlamowania, gdyż większość mik grupuje się we frakcjach drobniejszych. W przypadku kaolinów bogatych w mik korzystne byłoby odszlamowanie frakcji grubszej od 20 μm , przez co udałoby się wyeliminować około połowy mik znajdujących się w kaolinie. Ponieważ zarazem ulegnie usunięciu kwarc, procent mik w produkcji szlamowania i w tym przypadku musi być nieco wyższy niż w kaolinie surowym.

Tabela 2

Zawartość głównych składników mineralnych oraz Fe_2O_3 w kaolinie z Bolesławic (w % wag.)

Głębokość w m	Nr próbki	Kwarc	Kaolinit	Miki	Zawartość Fe_2O_3 we frakcjach < 30 μm		Białość frakcji < 30 μm (%)
					całkowite	związane	
Otw. 4:							
28,6—32,2	1	40	43	10	1,23	1,11	75,8
32,2—36,1	2	40	40	13	1,43	1,36	75,5
36,1—40,1	3	20	36	23	2,91	2,18	69,8
46,1—47,1	5	20	46	16	1,39	1,16	79,1
48,1—50,1	6	20	51	9	2,76	1,65	68,7
Otw. 28 A:							
31,0—34,4	7	40	41	12	1,44	1,33	70,5
34,4—40,0	8	20	35	23	2,41	2,30	73,3
40,0—46,0	9	15	32	29	1,53	1,45	72,8
46,0—47,2	10	15	30	32	2,21	1,87	64,0

Zmienność głównych składników mineralnych: kwarcu, kaolinitu i miki charakteryzują dane przedstawione w tabeli 2. Obejmują one wyniki badań mineralogicznych próbek pochodzących z różnych głębokości, pobranych z dwu otworów poszukiwawczych. Każda z nich reprezentuje uśredniony kilkumetrowy odcinek rdzenia. Jak widać, zawartość kaolinitu ulega małym wahaniom i wynosi około 40%. Zawartość miki wynosi 10—20%, większą ich ilość spotyka się w spagowych partiach skały (próbki 9 i 10). Zawartość kwarcu zmienia się od kilkunastu do 40%.

Z punktu widzenia wykorzystania kaolinitu ważna jest zawartość w nim materiału drobniejszego od 30 μm , który składa się z minerałów ilastych, a prawie wolny jest od kwarcu. Na tej podstawie można bowiem ocenić uzysk kaolinitu szlamowanego z surowca. Dla kaolinitu z Bolesławic jest ona dość wysoka i wynosi około 40%. Około 1/3 tego materiału ma uziarnienie poniżej 2 μm . Zawartość frakcji drobniejszej od 2 μm określa z kolei wytrzymałość na zginanie w stanie surowym i plastyczność surowca.

TLENKI ŻELAZA I TYTANU W KAOLINIE

Tlenki żelaza i tytanu mają istotny wpływ na przydatność kaolinitu dla przemysłu ceramicznego i papierniczego. Ich obecność obniża bowiem białość tego surowca. Silniejszym pigmentem jest żelazo. W kaolinie z Bolesławic żelazo występuje w formie tzw. wolnych tlenków i wodorotlenków oraz jako żelazo związane. Wolne tlenki i wodorotlenek tworzą pojedyncze ziarna grupujące się głównie we frakcjach grubszych, tworzą również warstwę adsorpcyjną na powierzchni blaszek minerałów ilastych. Wolne tlenki i wodorotlenek żelaza dają się usunąć na drodze chemicznej. Dla ich oznaczenia stosuje się metodę C. P. Mehra i M. L. Jacksona (1960), polegającą na traktowaniu próbki roztworem ditioninu sodowego w temperaturze 80° C, przy pH = 7,3, w obecności cytrynianu sodu jako buforu.

Jako żelazo związane traktuje się tę jego część, która nie daje się usunąć przy pomocy ditioninu sodu. Jest to przede wszystkim żelazo wy-

stępujące w mikach. Jak wykazały badania, kaolinit może również zawierać pewną ilość żelaza związanego. Kaolinit z kaolinów dolnośląskich posiada około 1% Fe_2O_3 w formie związanej. Miki występujące w tych kaolinach zawierają około 4% Fe_2O_3 (W. Sikora, L. Stoch, B. Jabłońska, 1968).

W badanych kaolinach występują niekiedy ziarna syderytu; grupują się one głównie w zakresie 20—100 μm . Ich udział jest niewielki i jak oceniono na drodze mikroskopowej, wynosi dla tej frakcji około 1,5%. Ziarna syderytu pokryte są warstwą tlenków żelaza. Syderyt nie ulega rozpuszczeniu w ditioninie i zawarte w nim żelazo wchodzi w żelazo związane.

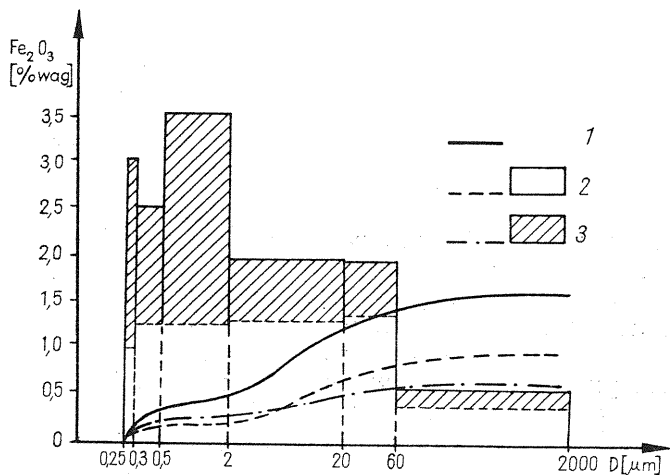


Fig. 4. Całkowita zawartość Fe_2O_3 , Fe_2O_3 związanej i wolnej we frakcjach próbki 41-K oraz krzywe kumulacyjne przyrostu zawartości tych składników z wielkością ziarn

Total Fe_2O_3 content, content of combined and free Fe_2O_3 in fractions of sample 41-K, and cumulation curves of increase in content of these components with grain size

1 — Fe_2O_3 całkowite; 2 — Fe_2O_3 związane; 3 — Fe_2O_3 usuwalne

1 — total Fe_2O_3 ; 2 — combined Fe_2O_3 ; 3 — free Fe_2O_3

Rozdział tlenków żelaza między poszczególne klasy ziarnowe przesłano na przykładzie próbki 41-K. Zawiera ona 3,23% Fe_2O_3 , z tego 2,21% stanowi Fe_2O_3 związane, a 1,01% Fe_2O_3 wolne. Fe_2O_3 związane wchodzi głównie w skład mik, a częściowo kaolinitu; syderyt, jak to oceniono na podstawie dyfraktogramów rentgenowskich, występuje w znikomych ilościach, rzędu dziesiątych części procentu.

Rozdział tlenków żelaza między różne frakcje ziarnowe przedstawia fig. 4. Zawartość Fe_2O_3 wolnego i związanej we frakcjach obrazuje diagram słupkowy. Najbogatsze w Fe_2O_3 są frakcje drobniejsze od 60 μm , złożone z minerałów ilastych. Zawartość żelaza związanej utrzymuje się w tych frakcjach na stałym poziomie — około 1,3%, co wynika ze zbliżonej zawartości kaolinitu i mik. Natomiast Fe_2O_3 wolne koncentruje się wyraź-

Tabela 3

Zawartość Fe_2O_3 w materiale drobniejszym od wybranej średnicy D (w% wag.)

Średnica ziarn D [μm]	Próbka 41-K			Próbka 38-K		
	Fe_2O_3 całkowite	Fe_2O_3 wolne	Fe_2O_3 związane	Fe_2O_3 całkowite	Fe_2O_3 wolne	Fe_2O_3 związane
3000	1,68	0,66	1,02	0,96	0,14	0,82
60	2,23	0,90	1,33	1,40	0,18	1,22
20	2,25	0,98	1,27	1,27	0,16	1,11
2	2,85	1,12	1,73	1,34	0,22	1,12
0,5	2,73	1,64	1,09	1,30	0,24	1,06
0,3	3,07	2,08	0,93	1,38	0,35	1,03

nie we frakcjach drobniejszych od 2 μm . Występuje ono głównie w formie drobno rozproszonych ziarn tlenków i wodorotlenków.

Krzywe kumulacyjne (fig. 4) obrazujące udział poszczególnych klas ziarnowych w całkowitej ilości Fe_2O_3 w próbce wykazują, że o zawartości zarówno Fe_2O_3 wolnego, jak i związanego w kaolinie decyduje zawartość żelaza we frakcji 20—2 μm i drobniejszej od 0,5 μm . Frakcja kwarcowa, grubsza od 60 μm , wprowadza najmniej żelaza. Ma to istotne znaczenie dla technologii przeróbki kaolinów. Oddzielenie w trakcie szlamowania grubszych klas ziarnowych zawierających mało żelaza spowo-

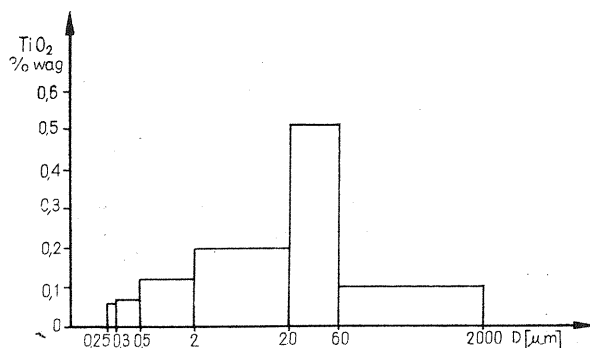


Fig. 5. Zawartość TiO_2 we frakcjach kaolinu próbki 41-K
 TiO_2 content in kaolin fractions of sample 41-K

duje, że produkt szlamowania będzie zawierał więcej żelaza niż surowiec wyjściowy. Tabela 3 przedstawia jak kształtowałaby się zawartość Fe_2O_3 w materiale drobniejszym od danej średnicy D po odrzuceniu ziarn grubszych. Można z niego odczytać, że całkowita zawartość Fe_2O_3 będzie szybko wzrastać wraz ze zmniejszaniem się wielkości ziarn, a to na skutek wzrostu zawartości Fe_2O_3 wolnego. Udział procentowy Fe_2O_3 związanego zmienia się nieco inaczej; dla uzyskania kaolinu szlamowego o minimalnej zawartości tego żelaza należałoby tak prowadzić szlamowanie, by produkt zawierał ziarna drobniejsze od 20 μm .

Podobnie przedstawia się rozdział Fe_2O_3 między poszczególne klasy ziarnowe w czystej odmianie kaolinu, reprezentowanej przez próbkę 38-K

z tym, że zawartości obu form Fe_2O_3 , a szczególnie żelaza wolnego, są odpowiednio niższe. Wraz z rozdrobnieniem zwiększa się zawartość żelaza wolnego, a żelazo związane pozostaje mniej więcej stałe. Najniższe zawartości Fe_2O_3 wykazuje również materiał drobniejszy od $20\ \mu\text{m}$.

Zawartość Fe_2O_3 ulega w złożu pewnym wahaniom (tab. 2), jest ona jednak dość znaczna w porównaniu z kaolinami stosowanymi w przemyśle. Białość kaolinu z Bolesławic wyrażona w stopniach Oswalda wynosi $70-79^\circ$ dla frakcji $< 30\ \mu\text{m}$, odpowiadającej kaolinowi szlamowanemu. Została ona pomierzona zgodnie z normą branżową BN-68/7011-25. Białość kaolinów importowanych, stosowanych aktualnie w przemyśle ceramicznym, pomierzona w tych samych warunkach, wynosi $73-80\%$.

Chcąc poprawić własności kaolinu z Bolesławic można zastosować chemiczne wybielanie, które pozwoli zmniejszyć zawartość Fe_2O_3 wolnego. Korzystne byłoby ponadto usunięcie mik, które są głównymi nośnikami żelaza związanego. Wymaga to zastosowania specjalnych metod, jak np. flotacja. Szlamowanie czy inne sposoby klasyfikacji mokrej nie pozwalają na oddzielenie mik, gdyż występują one w całym zakresie uziarnienia wraz z kaolinitem.

Białość kaolinu uzależniona jest także od zawartości tytanu. Jest ona niewielka; próbka 41-K wykazała $0,12\%$ TiO_2 . Tytan występuje głównie w strukturze mik oraz w formie ziarn rutyli i anatazu skoncentrowanych we frakcjach $60-20$ i $20-2\ \mu\text{m}$ (fig. 5).

*

Badania mineralogiczno-petrograficzne wykazały, że kaolin występujący w Bolesławicach charakteryzuje się dość dużą zmiennością zawartości głównych składników mineralnych: kwarcu, kaolinitu i mik. Zmienia się również zawartość żelaza, którego znaczna część związana jest w strukturze mik. Mineral kaolinit zawiera około 1% Fe_2O_3 . Na podstawie badań rozdziału głównych składników mineralnych oraz Fe_2O_3 pomiędzy różne frakcje ziarnowe można stwierdzić, że możliwie najmniejszą zawartość żelaza przy najwyższej zawartości kaolinitu, będzie zawierał produkt szlamowania o uziarnieniu poniżej $20\ \mu\text{m}$.

Instytut Mineralogii i Złóż
Surowców Mineralnych AGH
Kraków, Al. Mickiewicza 30
Nadesłano dnia 28 kwietnia 1971 r.

PIŚMIENNICTWO

- KIELY P. V., JACKSON M. L. (1965) — Quartz, Feldspar, and Mica Determination for Soils by Sodium Pyrosulfate Fusion. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, **29**, nr 2. Madison, Wisconsin.
- MEHRA C. P., JACKSON M. L. (1959) — Specific surface determination by duo-interlayer and mono-interlayer glycerol sorption for vermicullite and montmorillonite analysis. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, **23**, p. 351—354. Madison, Wisconsin.
- MEHRA C. P., JACKSON M. L. (1960) — Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite — citrate system buffered with sodium bicarbonate.

Clays and Clay Minerals. Proc. of 7-th Conf. Pergamon Press., 317. New York.

- SIKORA W., STOCH L., JABŁOŃSKA B. (1968) — On the occurrence of iron in kaolins of Lower Silesia. Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. sci. géol. et géogr., 16, p. 153—158, nr 3—4. Warszawa.
- STOCH L. (1967) — Fizyczno-chemiczne podstawy interpretacji wyników termicznej analizy różnicowej. Pr. miner., 7. Warszawa.
- WILDER D. R. FITZSIMMONS E. S. (1955) — Evaluation of a short column water elutriator. J. Amer. Ceram. Soc. Bull., 34. Easton.

Лешек СТОХ, Ванда СИКОРА

МИНЕРАЛОГИЧЕСКО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАОЛИНА ИЗ БОЛЕСЛАВИЦ (НИЖНЯЯ СИЛЕЗИЯ)

Резюме

Исследован минеральный состав каолина, обнаруженного в местечке Болеславице вблизи Свидницы. Это первичный каолин, образовавшийся путем выветривания среднезернистого, двуслюдистого стшегомского гранита. Главными минеральными составными частями каолина являются каолинит, кварц и слюды. Встречаются также мелкие частички сидерита и зерна окислов и гидроокислов железа. Исследованный каолин является грубозернистым. В нем выделяются три отдельных класса зерен: $>60\mu\text{м}$, $60\text{—}2\mu\text{м}$ и $<2\mu\text{м}$ с различным минеральным составом. Фракция свыше $60\mu\text{м}$ главным образом состоит из кварца, зерна которого достигают 2 мм . Он дает волнообразное затемнение света. Кроме того, в этой фракции имеется каолинит, а также пластинки мусковита с различной степенью каолинитизации. Кроме того, отмечено наличие нескольких процентов полевых шпатов. Во фракции $60\text{—}2\mu\text{м}$ имеется каолинит, диоктаэдрическая слюда типа мусковита, а также небольшое количество кварца. Каолинит составляет 75% этой фракции. Это типичный каолинит Тс. Содержание слюд колеблется в границах от 10 до 50%. Это мелкозернистые вторичные слюды, образовавшиеся в результате выветривания полевых шпатов. Материал более мелкий, чем $2\mu\text{м}$ главным образом состоит из каолинита, которому сопутствуют диоктаэдрические слюды. Содержание каолинита достигает 90%. Он имеет менее упорядоченную структуру по сравнению с каолинитом имеющимся во фракции $60\text{—}2\mu\text{м}$. Слюды, имеющие место в этой фракции, на основании рентгенографических исследований и ДТА можно считать иллитом. Установлено также наличие смешанных структур с н.упорядоченным чередованием слоев слюды и монтмориллонита.

В исследуемом каолине и его фракциях определено содержание свободного Fe_2O_3 (методом Мэра, Джексона, 1960), а также связанного Fe_2O_3 . Свободный Fe_2O_3 состоит из окисей и гидроокислов железа, в виде одиночных зерен, также адсорбированных на поверхности пластинок каолинита. Связанное железо главным образом имеется в структуре слюд, которые содержат около 1% связанного Fe_2O_3 . Железо концентрируется во фракции ниже $60\mu\text{м}$, т.е. во фракциях богатых глинистыми минералами. Содержание связанного железа сохраняется в них на постоянном уровне (около 1,3%), что является результатом небольших различий в содержании слюд и каолинита в этих фракциях. Свободный Fe_2O_3 отчетливо концентрируется во фракциях меньших чем $2\mu\text{м}$. Он выступает главным образом в виде мелких зерен гидроокислов. Уменьшение содержания железа в исследованном каолине можно получить путем удаления возможно большего количества слюд при помощи соответствующей переработки. Содержание титана в каолине невелико. Он имеется в структуре слюд, а также в форме зерен анатаза и рутила.

Leszek STOCH, Wanda SIKORA

**MINERALOGIC-PETROGRAPHICAL DESCRIPTION OF KAOLIN
FROM BOLESŁAWICE (LOWER SILESIA)**

Summary

Mineral composition of kaolin found to occur at Bolesławice, near Swidnica, has been examined. This is residual kaolin formed as a result of weathering of biotite muscovite granite of Strzegom type. Kaolinite, quartz and mica are the main components of the kaolin here. There occur also small amounts of siderite, as well as grains of iron oxides and hydroxides. The kaolin under examination is coarse-grained, showing three different grain classes: $> 60 \mu\text{m}$, $60\text{--}2 \mu\text{m}$ and $< 2 \mu\text{m}$, characterized by various mineral composition. The fraction above $60 \mu\text{m}$ consists mainly of quartz, the grains of which reach even 2 mm. It reveals a wavy extinction of light. Moreover, this fraction contains kaolinite and flakes of muscovite kaolinitized to a different degree. There are observed also single biotite flakes strongly kaolinitized as well. Feldspars occur in some percent. In the fraction $60\text{--}2 \mu\text{m}$ occur: kaolinite, dioctahedral mica of muscovite type, and quartz in small amounts. The kaolinite makes about 75% of this fraction. This is Tc kaolinite. The mica content ranges from 10 to 50%. These are fine-grained secondary micas produced as a result of feldspar weathering processes. The material finer than $2 \mu\text{m}$ consists mainly of kaolinite, accompanied by dioctahedral micas. The kaolinite content reaches up to 90%. As compared with the kaolinite of the fraction $60\text{--}2 \mu\text{m}$, its structure is disordered here. Micas that occur in this fraction can be determined, according to DTA and X-ray examinations, as illite. In addition to this, also mixed structures have been ascertained, showing randomly interstratified mica and montmorillonite layers.

The kaolin and its fractions under examination have been determined as to the content of free Fe_2O_3 (using Mehra'y, Jackson's method, 1960), and combined Fe_2O_3 . The free Fe_2O_3 is represented by iron oxides and hydroxides found to occur in the form of single grains, and as those adsorbed on the surface of kaolinite flakes. The combined iron occurs predominantly in the structure of micas which contain about 4% Fe_2O_3 . The mineral kaolinite contains approximately 1% of combined Fe_2O_3 . Iron is concentrated below $60 \mu\text{m}$, thus in fractions rich in clay minerals. The content of combined iron remains almost the same (about 1,3%), mainly due to very small differences in the content of both micas and kaolinite in these fractions. The free Fe_2O_3 markedly concentrates in the fraction smaller than $2 \mu\text{m}$. It occurs mainly in the form of fine grains of oxides and hydroxides. A decrease in the content of iron in the kaolin examined can be realized by removing the highest possible amount of micas by dressing processes. Titanium content in kaoline is inconsiderable. It occurs in the structures of micas, and in the form of anatase and rutile grains.