

Mieczysław BUDKIEWICZ, Zbigniew TOKARSKI

Surowce ilaste w Polsce

WSTĘP

Surowce ilaste ze względu na duże rozpowszechnienie w skorupie ziemskiej oraz dzięki specyficznym własnościom, wynikłym z charakteru chemicznego, składu mineralnego i ziarnowego, a ponadto cech strukturalnych, znajdują szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach przemysłowych. Stanowią one przedmiot wszechstronnych badań w celu określenia współzależności ich podstawowych własności oraz zachowania się w obecności wody, w wysokich temperaturach, jak również pod działaniem czynników mechanicznych. Decydujące znaczenie dla przydatności omawianych surowców ma przede wszystkim uziarnienie oraz skład mineralny frakcji najdrobniejszej (poniżej 2μ).

Wyróżniamy liczne odmiany surowców ilastych, przy czym jako kryteria podziału przyjmuje się genezę, warunki zalegania, jak również niektóre własności fizyczne i chemiczne. Jako najbardziej typowe odmiany surowców ilastych można wymienić kaoliny, gliny różnego rodzaju (biała wypalające się, ogniotrwałe, kamionkowe, klinkierowe, ceglarskie i in.) bentonity, łupki ogniotrwałe i nieogniotrwałe, a ponadto lessy, mułki i mady. Wszystkie te odmiany surowców występują na terenie naszego kraju, a wiele z nich stanowi cenne złoża budzące zainteresowanie różnych gałęzi przemysłu.

Duża ilość surowców ilastych jest wykorzystywana przez przemysł ceramiczny do wytwarzania porcelany, fajansu, wyrobów ceramiki czerwonej oraz materiałów ogniotrwałych. Inne przemysły również je użytkują. Można tu wymienić przemysł materiałów wiążących, papierniczy, chemiczny, gumowy, wiertniczy i spożywczy. Ponadto mogą być one wykorzystywane jako surowiec do produkcji tlenu glinu. W niniejszym artykule zostaną scharakteryzowane najważniejsze krajowe surowce ilaste.

KAOLINY

Złoża kaolinu występują tylko na Pogórzu Sudeckim (fig. 1), tj. w południowo-zachodniej części Polski (M. Budkiewicz, 1954, 1964; M. Budkiewicz, B. Bednarczuk, J. Biernat, 1966). Są one związane z następującymi jednostkami geologicznymi: 1 — Górami Izerskimi (Kamień koło Mirska); 2 — masywem granitowym Strzegom — Sobótka (Żarów, Gola, Gołoszyce, Wiry, Pożaryszcze (Pożarysko), Dzierzków, Roztoka, Siekie-

rzyce, Bolesławice); 3 — Górami Sowimi (Krzyżowa); 4 — masywem granitowym Strzelin — Otmuchów (Wyszonowice, Gębice, Kaczelki, Wito-
sławice).



Fig. 1. Występowanie kaolinu w Polsce
Occurrence of kaolin in Poland

I — Góry Izerskie, II — masyw granitowy Strzegom — Sobótka, III — Góry Sowie, IV — masyw granitowy Strzelin — Otmuchów
I — Izera Mts., II — granite massif Strzegom — Sobótka III — Sowie Mts., IV — granite massif Strzelin — Otmuchów

Warunki występowania. W zasadniczej swej masie kaoliny ze złóż polskich mają charakter pierwotny. Jednakże często partiom skał skaolinizowanych, pozostającym na złożu pierwotnym, towarzyszą również utwory przemieszczone, zasobne w minerały ilaste, a zwłaszcza kaolinit. Udział ilościowy tego rodzaju osadów w stosunku do całości skał skaolinizowanych jest niewielki. Należy jednocześnie wyjaśnić, że utwory przemieszczone uległy transportowi na małej odległości. Często są to tylko zsuwy lub obsunięcia zwietrzałych wychodni skał. Można również napotkać osady, które pod wpływem ruchu burzliwego wody przeniesione zostały zapewne na odległość kilkudziesięciu lub kilkuset metrów. Teren, na którym rozwinęły się procesy kaolinizacji, miał charakter pagórkowaty, a wdarcie się wody miało zwykle obieg zamknięty. W następstwie tego zjawiska mogło nastąpić jedynie przemieszczenie cząstek mineralnych, nie zachodziła natomiast wówczas typowa segregacja materiału zwietrzliny i podział na podstawie wielkości ziarn. Zauważa się jedynie pewne wzbogacenie lub zubożenie w minerały o pokroju blaszkowatym, np. miki. Wyjątkowo tylko napotyka się skały zasobne w kaolinit o teksturze równoległej z wyraźną smugowatością. Tego rodzaju skały odwiercono między innymi na złożu kaolinu w obszarze Gór Sowich. Przymuszałnie są to kaoliny na złożu wtórnym. Trudno je jednakże odróżnić od skaolinizowanych paragajnsów, których występowanie znane jest w tym rejonie. Rozprzestrzenienie zarówno poziome, jak i pionowe procesów kaolinizacji ma duży zasięg. Spotyka się bowiem obszary, w których nawiercone osady zasobne w kaolinit o miąższości nawet ponad 100 m. Dotychczas nie przeprowadzono szczegółowych badań, które wyjaśniłyby czy skały tego rodzaju w całej miąższości stanowią kaolin pierwotny. Na kilku złożach przesledzono natomiast dokładnie materiał z wierceń. Pozwoliło to na stwierdzenie, że kaoliny pierwotne mają na ogół miąższość 20—30 m.

Interesujących obserwacji dostarczyło złożo z miejscowości Żarów koło Swidnicy. Znajduje się tam czynna kopalnia odkrywkowa. Kaolin z kopalni i jej otoczenia jest pochodzenia pierwotnego. Wskazuje na to zachowana struktura skały granitowej. Stopień przeobrażenia skały macierzystej w części stropowej złoża jest zupełny. Skalenie i biotyt uległy rozkładowi. Lokalnie na ścianie eksploatacyjnej spostrzega się w masie kaolinowej stojące żyłki kwarcu o grubości 1—2 cm. Występują również podobne utwory o charakterze pegmatytowym, w których skalenie zostały skaolinizowane, zachowując jednakże kształt pierwotnych kryształów. W niektórych miejscach ściany odkrywki zachowały się nawet ślady płaszczyzn ciosowych granitu.

Złożo kaolinu w Żarowie jest eksploatowane od ponad 100 lat, istnieje więc duży materiał obserwacyjny, m. in. pochodzący z licznych wierceń poszukiwawczych. Złożo w Żarowie jest typowym przykładem występowania kaolinu na złożu pierwotnym, dlatego niżej podana charakterystyka odnosi się również do innych polskich złóż tego typu.

Strop złoża kaolinu ma przebieg falisty. Najbardziej wartościowy kaolin zachował się pod nakładem plastycznych ilów miocenkich. Można nawet przyjąć jako wskazówkę, że tam, gdzie napotyka się tego rodzaju iły, znajdują się nie zerodowane skały bogate w kaolinit. Podobny charakter posiada również spąg omawianych złóż. Strefa skaolinizowana ma 25—40 m miąższości, jednakże głębokość ta nie stanowi jakiejś reguły. Wiadomo bowiem, że wietrzenie skał magmowych, a zwłaszcza granitu przyjmuje często formy kieszeni bądź worków. Ponadto procesy wietrzeniowe intensywniej rozwijają się wśród skał dynamicznie naruszonych, a zwłaszcza zgodnie z kierunkiem spękań. W przypadku spękań o przebiegu zbliżonym do pionowego zasięg kaolinizacji w głąb jest znaczny.

Obserwacja materiału próbkowego z dolnych części licznych otworów poszukiwawczych wskazuje, że często pod kaolinem występuje zwietrzelina granitowa znacznej miąższości. Wraz z głębokością przechodzi ona w granit nie rozłożony. Ogólnie zauważa się pewną prawidłowość w rozwoju procesów kaolinizacji. W stropie złoża leży zazwyczaj kaolin biały, a następnie żółty, czerwony, niebieski i zielony. Pojawienie się tego ostatniego zabarwienia sygnalizuje bliskość zwietrzeliny, a następnie granitu nie rozłożonego. Zapewne wymieniona kolejność zabarwienia jest w pewnym stopniu wyidealizowana. Została ona jednakże spostrzeżona w wielu otworach poszukiwawczych. Zabarcwienie kaolinu jest niewątpliwie zależne od warunków chemicznych środowiska wietrzenia. Głębiej panują warunki bardziej redukcyjne i dlatego przeważają tam związki żelaza dwuwartościowego. W partiach stropowych utrzymują się uwodnione tlenki żelaza. Jednocześnie jako zjawisko ogólne w dolnośląskich złożach kaolinu zauważa się odprowadzenie związków żelaza w głąb. Następstwem tego zjawiska jest wybielenie warstw górnych kaolinu oraz występowanie na pewnej głębokości poziomów zawierających konkretne żelaziste. Konkrecje te mają najczęściej charakter syderytowy. Tkwią one w masie kaolinowej na ogół na głębokości 20—50 m.

Badania uziarnienia kaolinu mogą być pomocne w odróżnianiu kaolinów występujących na złożu pierwotnym i wtórnym, a także dostarczać danych dla oceny ich własności technologicznych. W celu przesiedlenia stopnia kaolinizacji granitu wraz z głębokością określono pozostałość na

sicie (o 10 000 oczkach na cm^2) w próbkach jednego z otworów poszukiwawczych. Uzyskane wyniki przedstawiono w sposób nieco uproszczony na fig. 2. Wskazują one, że ilość frakcji pelitycznej maleje w miarę posuwania się w głąb złoża kaolinu. Ogólnie można określić, że przeciętny udział frakcji poniżej 1μ do głębokości eksploatacyjnej złoża wynosi 25—30%.

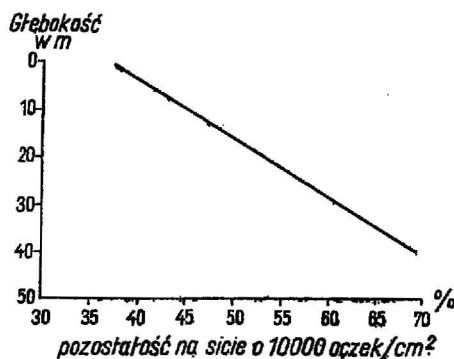


Fig. 2

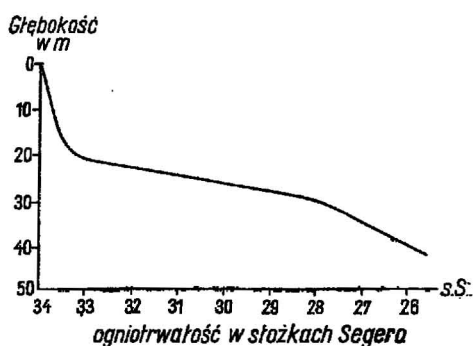


Fig. 3

Fig. 2. Wykres zmienności uziarnienia w profilu pionowym złoża kaolinu w Żarowie

Diagram of changing in grain size in the vertical section of the kaolin deposit at Żarów

Fig. 3. Zmienność ogniotrwałości w profilu pionowym złoża kaolinu w Żarowie

Change in refractoriness in the vertical section of the kaolin deposit at Żarów

Kopalnia kaolinu w miejscowości Żarów dostarcza surowca dla miejscowej fabryki materiałów ogniotrwałych. Z tego powodu laboratorium przyfabryczne wykonuje masowo oznaczenia kontrolne jakości surowca. Oznaczenia te zostały wykorzystane dla interpretacji warunków złożowych. Istnieje bowiem ścisła zależność pomiędzy ogniotrwałością a stopniem kaolinizacji granitu. Próbkę surowca pobierano co 1 m do głębokości 40 m, a następnie wykonano oznaczenia ogniotrwałości zwykłej w sS. Wyniki oznaczeń naniesione na wykres o rzędnej przedstawiającej głębokości i odciętej — wartości w stożkach Segera (fig. 3). Ogniotrwałość kaolinu zmienia się tylko nieznacznie do głęb. 20 m, następnie spada gwałtownie i na głębokości 30—40 m występuje już kaolin mający poniżej 158 sP, a więc nie spełniający wymagań normatywnych jako surowiec ogniotrwały. Tego rodzaju fakt potwierdza, podobnie jak zmniejszenie się udziału frakcji pelitycznej, że ku spągowi zanika intensywność procesu kaolinizacji, co świadczy również o charakterze złoża.

Charakterystyka mineralogiczna. Większość złóż kaolinów krajowych powstała drogą przeobrażenia granitu. Dotyczy to zwłaszcza masywów Strzegom — Sobótka oraz Strzelin — Otmuchów. Jednakże w tym ostatnim masywie napotyka się również partie skaolinizowanych gnejsów. W Górach Sowich i Izerskich natomiast skałą macierzystą kaolinu są wyłącznie różnorakie odmiany skał gnejsowych. Po-

nadto, jak już wspomniano poprzednio, złożom pierwotnym towarzyszą czasem również kaoliny na złożu wtórnym. Poniżej zostaną podane krótkie charakterystyki typowych odmian kaolinów pierwotnych.

W kopalni w Żarowie koło Świdnicy występuje kaolin powstały z granitu. Według badań mikroskopowych składa się on z elementu ziarnistego i masy podstawowej. Składniki tej masy wykazują wyraźną anizotropowość. Ziarna mineralne o większych rozmiarach stanowią głównie skaolinizowane skalenie o zachowanych pierwotnych cechach morfologicznych oraz ziarna kwarcu i zmienione miki. Masę podstawową skały stanowią łuski i blaszki kaolinitu, pelit kwarcowy i silnie zmienione strzępki mik. Zauważa się, że kaolinit tworzy pseudomorfozy po skałeniach lub często przyjmuje formy robakowate. Spotyka się również osobniki o pokroju snopkowatym z rozszerzonymi końcami, które powstały na drodze kaolinizacji mik. Preparaty wykonane zwłaszcza z próbek pochodzących z głębszych partii posiadają wyraźnie zachowaną strukturę skał granitowych.

Tabela 1

Charakterystyka chemiczna wybranych próbek kaolinów

Składniki	Zawartość w % wagowych					
	kaolin biały					
	Kamień (Góry Izerskie)	Gola Świdnicka	Żarów	Krzyżowa (Góry Sowie)	Wyszono- wice	Gębice
SiO ₂	77,32	55,39	60,37	60,82	51,06	69,27
Al ₂ O ₃	14,98	28,42	26,68	26,54	34,00	21,11
TiO ₂	0,01	0,11	0,01	0,54	—	—
Fe ₂ O ₃	0,41	0,72	1,01	1,48	1,23	0,78
CaO	0,33	0,58	0,30	0,13	0,29	0,56
MgO	0,40	0,45	0,46	0,11	0,46	0,15
K ₂ O	2,01	0,91	0,90	0,11	0,14	2,69
Na ₂ O	0,40	1,62	0,75	0,15	0,61	0,60
Strata prażenia	3,95	11,50	9,67	10,07	11,26	5,29

W rejonie Strzelina znane jest interesujące złożo kaolinu z miejscowości Wyszonowice. W obrębie obecnie opuszczonej odkrywki kopalnianej spotyka się kaolin powstały z dwu różnych skał. W części zachodniej odsłania się skała zbudowana głównie ze skaolinizowanych skaleni i szarych kwarców. Pod mikroskopem wyróżnia się w skale kaolinit o przekroju robaków, kwarc ściemniający światło faliście i przeobrażony w różnym stopniu biotyt. Kaolin ze skrzydła wschodniego kopalni posiada natomiast odmienny charakter, gdyż składa się on z pelitu ilastego i ziarn kwarcu. Brak zupełnie minerałów ilastych, tworzących duże łuskowate osobniki. W obydwu rodzajach kaolinu zachowały się w sposób wyraźny cechy strukturalne i teksturalne macierzystych skał gnejsowych.

U podnóża Gór Izerskich znajduje się tylko jedno złożo kaolinu, a mianowicie w miejscowości Kamień. Spotykamy się tam z ciekawym zjawiskiem kaolinizacji bardzo zróżnicowanych skał metamorficznych. Eksplo-

atacja powojenna objęła przede wszystkim kaolin powstały z przeobrażenia łupku krystalicznego. Ponadto w pobliżu kopalni spotyka się skaolinizowane leukogranity i różne odmiany gnejsów. Kaolin z opisanego złoża zachował ślady tekstury łupkowej. Składa się on z kwarcu, gruboblaszkowatego kaolinitu i łusek zmienionego muskowitu. Kaolinit powstał głównie z muskowitu. Tworzy on pseudomorfozy o pokroju łusek osiagających wyjątkowo długość ponad 1mm. Udział frakcji powyżej 1 μ wynosi 95%.

Stosunkowo najslabiej poznano złoża kaolinitu związanego z Górami Sowimi, których gnejsy uległy miejscami kaolinizacji (Krzyżowa, Książnica Śląska). Kaolin na złożu w Krzyżowej posiada częściowo charakter pierwotny, a częściowo wtórny. Pierwszy rodzaj powstał z przeobrażenia skał gnejsowych. Na podstawie badań mikroskopowych wyróżnia się w nim kaolinit, ziarna kwarcu i zmienione biotyty. Czasami można napotkać wyraźną przebudowę łusek biotyty w „robaki” kaolinitu. Charakterystykę chemiczną wybranych próbek kaolinitów podano w tab. 1.

*

Wszystkie złoża kaolinitów w Polsce zalegają obniżenia morfologiczne terenu. Równocześnie są one związane z występowaniem większych wynurzeń skał magmowych i ich osłony metamorficznej. Zazwyczaj na kontakcie tych utworów wytwarzała się strefa napięć, która sprzyjała rozluźnieniu materiału skalnego i rozwijaniu się procesów egzogenicznych. Jednocześnie zróżnicowanie wykształcenia morfologicznego terenu powodowało, że wody spływające z partii wyżynnych gromadziły się u podnóża wypiętrzenia. W ten sposób powstawały rozległe zalewiska i mokradła. Sprzyjały one intensywnej wegetacji roślinnej, zwłaszcza w warunkach klimatycznych okresu trzeciorzędowego.

Wiercenia geologiczno-poszukiwawcze wykazały, że zjawiska kaolinizacji miejscami rozwinęły się na znacznych przestrzeniach. Zastosowanie metod geofizycznych do poszukiwań złóż kaolinitu pozwoliło na ustalenie zasięgu procesów przeobrażeniowych. Okazało się, że są to zjawiska o dużej skali rozprzestrzenienia. Na południe od Strzelina zalega strefa skał skaolinizowanych, która ciągnie się na przestrzeni ponad 30 km. W dalszym swym biegu sięga ona na teren Czechosłowacji, gdzie w przedłużeniu wspomnianej strefy znajduje się złożo w Widnawej.

Podobnie przedstawia się sytuacja w rejonie masywu granitowego Strzegom — Sobótka. Nowsze wiercenia poszukiwawcze napotkały kaolinity w skrzydle zachodnim masywu — koło Jawora, w pobliżu miejscowości Siekierzycy i Parzycy oraz w Roztoce i Dzierżkowie (S. Kural, 1960). Bardziej na zachód znane jest złożo w Wirkach. Biorąc pod uwagę odległość między krańcowymi występowaniami kaolinitu możemy stwierdzić, że strefa skaolinizowana posiada około 30 km długości.

Najdokładniej pod względem budowy geologicznej poznano dotychczas złożo z zachodniego skrzydła masywu granitowego. Znane są tu występowania kaolinitu w miejscowości Żarów, Gola, Gołaszyce, Śmiałowice, Pożaryszcze (Pożarysko) i Wirki. Obszar zalegania omawianych złóż wykształcony jest w formie niewielkich, kopulastych wzniesień granitowych, z których część uległa kaolinizacji. Pomiędzy nimi w trzeciorzędzie osadziły się utwory ilasto-piaszczyste. W czwartorzędzie obszar

ten został przykryty osadami polodowcowymi. W przyległych do wzniesień granitowych zagłębieniach wytworzyły się torfowiska, a następnie osadziły sedymenty humusowo-ilaste i węgle lignitowe, których miąższość miejscami przekracza 10 m. Tak zróżnicowany morfologicznie obszar posiadał sprzyjające warunki dla rozwoju zjawisk erozyjnych. Usunięte zostały miejscami skały czwartorzędu, a z czasem głębsze rynny erozyjne wcięły się w utwory trzeciorzędu, odsłaniając skaolinizowane podłoże.

Opisana powyżej sytuacja geologiczna powtarza się jako reguła we wszystkich dotychczas poznanych złożach kaolinu rejonu strzegomskiego. Jako przykład może służyć typowa budowa złoża w Goli Świdnickiej, zwłaszcza że przy prowadzeniu poszukiwań geologicznych zebrano interesujące wskazówki genetyczne.

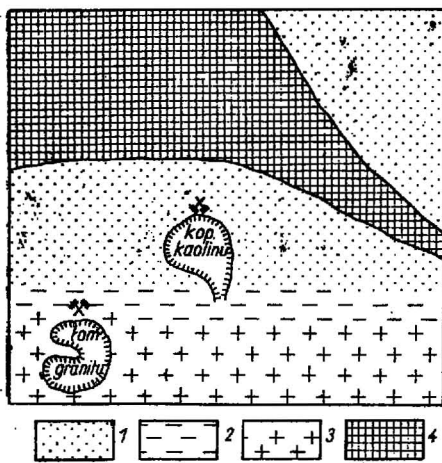


Fig. 4. Szkic występowania kaolinu w rejonie Goli Świdnickiej

Sketch of kaolin occurrence in the region of Gola Świdnicka

1 — kaolin, 2 — zwietrzelina granitowa, 3 — granit, 4 — węgiel brunatny
1 — kaolin, 2 — granite weathering material, 3 — granite, 4 — brown coal

W przypadku złoża w Goli spotykamy się z występowaniem obok siebie świeżego granitu i skał skaolinizowanych (fig. 4). Przekrój przez złożę wskazuje na występowanie dużej miąższości pokładów węgla brunatnego, którego obecność jest ściśle powiązana z rozwojem procesów kaolinizacyjnych. Otwory wiertnicze rozmieszczone wzdłuż linii przechodzącej przez kamieniołom granitu i kopalnię kaolinu wykazały, że w miarę oddalania się od pokładów węgla brunatnego maleje stopień kaolinizacji. Wszystkie profile pionowe wskazują, że wraz ze wzrostem głębokości skały granitowe są coraz słabiej zwietrzałe, co świadczy o oddziaływaniu czynnika kaolinizującego również od góry. Figura 5 ilustruje mechanizm rozwoju procesów kaolinizacji.

Skały krystaliczne naruszone spękaniami tektonicznymi i ciosowymi oraz rozluźnione wietrzeniem klimatycznym łatwo ulegały hydrolizującemu działaniu kwaśnych wód. Glinokrzemiany, a zwłaszcza skalenie i miki, przy odpowiedniej kwasowości roztworów rozkładały się dostarczając jonów dla krystalizacji kaolinitu. Roztwory te wzdłuż spękań wnikały głęboko. Na fig. 4 i 5 można prześledzić — w miarę oddalania się od kontaktu z pokładami węgla — strefy przejściowe poziome i pionowe, przechodzące w skałę nie rozłożoną.

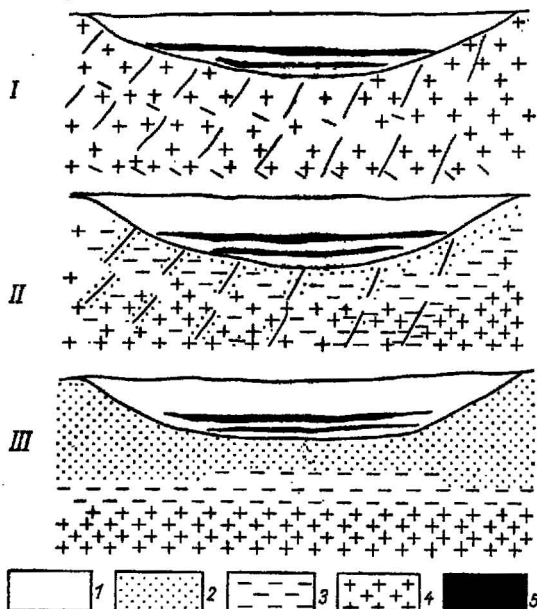
Zagadnienie genezy. Jak już wspomniano, najlepiej dotychczas poznano zjawiska kaolinizacji na obszarze masywu granitowego Strzegom — Sobótka. Z dawniejszych autorów prowadzących badania na tym terenie można wymienić L. Finckha (1928), E. Prallego (1926), L. von Zur Mühlen (1921). Pierwszy z nich uważa, że złoża z Goli jest genetycznie związane z systemem spękań i przebiegiem żył kwarcowych obserwowanych wśród skał krystalicznych podłoża. Badania oparte na obszernym współczesnym materiale nie potwierdziły słuszności tego poglądu. Natomiast L. von Zur Mühlen widział związek pomiędzy dawnymi torfowiskami a kaolinami występującymi między Strzeblowem a Żarowem. Podobnie E. Pralle przypisuje złożom dolnośląskim kaolinu charakter egzogeniczny. Niewątpliwie poglądy tych ostatnich autorów są bardziej uzasadnione. Jednakże obszerne powojenne badania poszukiwawcze pozwalają rozszerzyć te poglądy, a zjawiskom kaolinizacji nadać charakter bardziej regionalny oraz w większym stopniu uwzględnić rolę czynnika klimatycznego i warunków morfologicznych.

Fig. 5. Kolejne fazy powstawania złoża kaolinu

Phases of formation of kaolin deposit

I — pierwotna sedimentacja utworów trzeciorzędowych w obniżeniach morfologicznych masywu granitowego; II — pośredni etap wietrzenia granitu; III — stan obecny złoża kaolinu; 1 — utwory trzeciorzędowe i czwartorzędowe; 2 — kaolin; 3 — zwietrzelina granitowa; 4 — granit; 5 — węgiel brunatny

I — original sedimentation of Tertiary formations in the morphological depressions of the granite massif; II — transition stage of granite weathering; III — present stage of kaolin deposit; 1 — Tertiary and Quaternary deposits; 2 — kaolin; 3 — granite weathering material; 4 — granite; 5 — brown coal



Wypiętrzenia skał magmowych i metamorficznych zasobnych w glinokrzemiany na obrzeżach ulegały kaolinizacji. Otaczające je płytkie zbiorniki wodne o charakterze błotnistych rozlewisk dostarczały roztworów jonizujących, przeważnie zakwaszonych przez CO_2 . Ciepły i wilgotny klimat, zwłaszcza miocenu, sprzyjał intensywnemu rozkładowi skaleni i mik z granitów i gnejsów dolnośląskich. Dużą rolę odgrywały również szczeliny i spękania stref naruszonych tektonicznie oraz wahania poziomu hydrostatycznego wód. Wpływało to na duży zasięg pionowy kaolinizacji. W rezultacie działania tych wszystkich czynników procesy kaolinizacji obserwuje się na przestrzeni 30 km wzdłuż obrzeży obydwu masywów granitowych. W okolicach Strzegomia partie skaolinizowanych granitów przylegają zawsze do mioceńskich niecek burowęglowych. Tego ro-

dzaju spostrzeżenie było wytyczną do poszukiwań geologicznych, które dostarczyły pozytywnych wyników. Tylko w przypadkach, gdy zjawiska erozyjne były silnie zaakcentowane w obszarze poszukiwań, nie napotkano pokładów węgla brunatnego.

Pozostałe rejony występowania kaolinu są słabiej poznane geologicznie. Dotychczasowe niezbyt liczne otwory poszukiwawcze nie stwierdziły obecności osadów zasobnych w związki humusowe w bezpośrednim sąsiedztwie kaolinu. Brak szczegółowego rozeznania geologicznego nie pozwala na wyjaśnienie czy pokłady węgla brunatnego zostały zerodowane, czy też w ogóle nie występowały na tych terenach. Być może, że warunki klimatyczne oraz zaleganie skał zasobnych w glinokrzemiany w obszarach nizinnych wystarczyły do rozwoju procesów przeobrażeniowych skał macierzystych dla kaolinu.

GLINY CERAMICZNE I OGNIOTRWAŁE

Znaczna część obszaru Polski, a zwłaszcza rejon północny przykryty jest grubą warstwą osadów pochodzenia lodowcowego. Wśród skał reprezentujących te utwory poważny udział biorą osady ilaste, które często stanowią doskonały surowiec ceramiki budowlanej. Zostaną one omówione w dalszej części opracowania. Polska południowa natomiast posiada liczne i zasobne złoża surowców ilastych różnego wieku, które stanowią bazę przemysłu materiałów ogniotrwałych (M. Budkiewicz, 1958; K. Chmura, A. Machalica, 1961; M. Kamiński, H. Hans, 1937; M. Kamiński, F. Engel, 1938/39; J. Kostecki, 1961; S. Kozłowski, 1957; Z. Kozydra, 1968; Z. Kozydra, J. Kostecki, 1957; S. Lewowicki, 1963; J. Mazur, J. Milewicz, 1958; L. Stoch, 1962, 1963, 1964; Z. Tokarski, 1948, 1962). Najbardziej interesujące pod względem gospodarczym rejony (fig. 6) to:

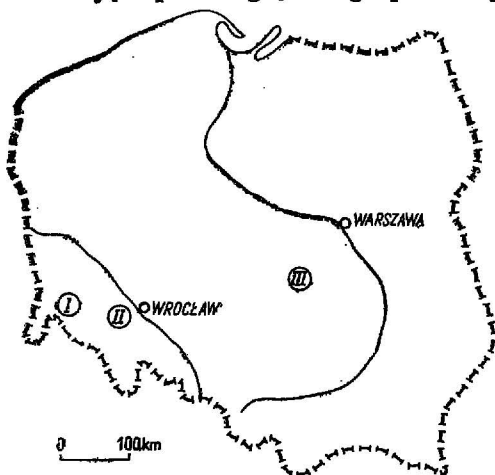


Fig. 6. Rozmieszczenie rejonów występowania złóż glin ceramicznych i ogniotrwałych

Distribution of occurrence regions of ceramic and refractory clay deposits

I — niecka bolesławiecka, II — niecka strzegomska, III — Góry Świętokrzyskie
I — Bolesławiec trough, II — Strzegom trough, III — Świętokrzyskie Mts.

I. Niecka bolesławiecka (Czerwona Woda, Czarna, Zebrzydowa, Chojnow, Milików, Włodzice i in.).

II. Niecka strzegomska (Jarosów, Rusko, Piekary, Piechurów, Lusina, Górny Ujazd i in.).

III. Góry Świętokrzyskie (Zarnów, Sielec, Przysucha, Jakubów, Rozwady, Mroczków, Parszów i in.).

NIECKA BOLESŁAWIECKA

Niecka bolesławiecka leżąca na obszarze depresji północnosudeckiej rozciąga się na przestrzeni około 60 km, a jej szerokość wynosi 20 km — od Złotoryi i Lwówka ku zachodowi, przekraczając Nysę Łużycką. Obrzeże niecki bolesławieckiej budują utwory reprezentowane przez starszy paleozoik, perm i trias. Skały tego ostatniego okresu podścielają bezpośrednio osady kredowe. Depresja została wypełniona osadami w dwóch stadiach. W pierwszym osadzały się utwory należące do permu i częściowo triasu. Po wycofaniu się morza triasowego nowa transgresja rozpoczęła się w środkowej kredzie (cenoman) i trwała aż do końca senonu (kreda

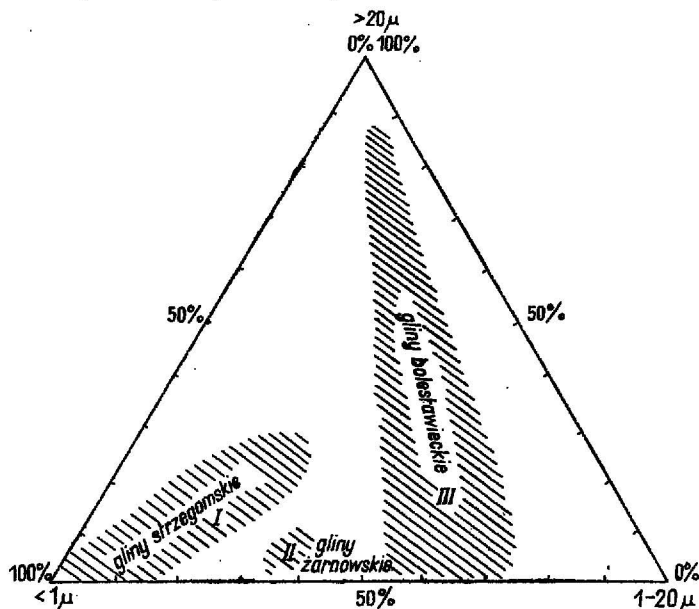


Fig. 7. Skład ziarnowy glin ceramicznych i ogniotrwałych (wg L. Stocha, 1963)

Grain composition of ceramic and refractory clays (according to L. Stoch, 1963)

I — gliny strzegomskie, II — gliny żarnowskie, III — gliny bolesławieckie

I — Strzegom clays, II — Zarnów clays, III — Bolesławice clays

górna). Niecka wypełniła się osadami piaszczystymi i marglistymi. W końcowym stadium istnienia morza powstały płytkie zalewiska, które ulegały wysłodzeniu. Zaistniały więc dogodne warunki morfologiczne do powstawania osadów pelitycznych. W okresach bardziej burzliwego ruchu wody osadzały się sedymenty piaszczyste czy nawet żwiry. W końcowym okresie regresji morza powstawały naprzemianległe warstwy piaszczyste i ilaste. Wśród nich występują również wkładki węgliste. Wspomniane osady budują głównie środkową część niecki bolesławieckiej, a przynależą do utworów santonów.

W omawianym rejonie wśród osadów santonu wyróżnia się za J. Mazurem i J. Milewiczem (1958): 3. serię piaszkowcowo-ilastą z węglami; 2.

warstwy piaskowcowe; 1. warstwę ilastą z węglami. Utwory stropowe santonu wykształcone są jako drobnoziarniste piaskowce oraz glinki z przerozami węglistymi. Miąższość tej serii jest rzędu 200 m. Warstwy ilaste mają formę płaskich, wyklinowujących się soczewek. Tylko lokalnie, a przede wszystkim w skrzydle południowo-wschodnim, spotyka się występowanie gliniek o charakterze pokładowym (kop. *Bołko*). Grubość pokładów gliniek waha się od 1—4 m. Utwory kredowe niecki są przykryte utworami młodszymi. Wśród osadów ilastych niecki bolesławieckiej spotykamy glinki ceramiczne o dużym znaczeniu gospodarczym. Tego rodzaju glinki należą do utworów kredowych (senon), jak i do trzeciorzędu (miocen). Pierwsze z nich stanowią surowiec do produkcji fajansu i porcelitu, miejscami przydatne są jako surowiec przemysłu materiałów ogniotrwałych. Glinki trzeciorzędowe (miocen) dostarczają natomiast surowca kamionkowego. Interesujące jest, że glinki bolesławieckie należą do osadów ilastych stosunkowo grubośluskowatych. Frakcja o uziarnieniu powyżej $1\ \mu$ wynosi aż 70—80%. Pod względem granulometrycznym zbliżają się więc one do kaolinów pierwotnych (fig. 7). Rysunek (wg L. Stocha, 1963) bardzo obrazowo przedstawia różnice w uziarnieniu opisywanych gliniek w stosunku do podobnych osadów ilastych z niecki strzegomskiej i rejonu świętokrzyskiego.

Tabela 2

Analizy chemiczne gliniek z rejonu Bolesławca, Strzegomia i Gór Świętokrzyskich

Składniki	Skład chemiczny w% wag.				
	rejon bolesławiecki		rejon strzegomski	rejon świętokrzyski	
	kop. Bołko	kop. Maria I (małoplastyczna)	kop. Stanisław* (odmiana G1)	Żarnów*	Sielec**
SiO ₂	52,03	74,61	45,92	50,05	48,40
Al ₂ O ₃	32,11	16,24	36,65	33,81	35,60
Fe ₂ O ₃	1,14	0,53	1,96	1,40	1,85
TiO ₂	0,83	0,47	0,79	1,05	0,90
K ₂ O	1,11	0,31	1,35	1,77	1,72
Na ₂ O	0,30	1,46	0,71	0,84	0,18
H ₂ O	10,23	3,63	11,58	9,79	11,34

* Według danych L. Stocha, ** według danych IMO Gliwice.

Analizy chemiczne gliniek bolesławieckich (tab. 2) wykazują, że posiadają one stosunkowo niskie zawartości składników barwiących. Często spotyka się glinki zawierające poniżej 1% Fe₂O₃, a TiO₂ w granicach 0,3—0,8%. Szczegółowe badania wykazały, że związki żelaza są w 90% związane z frakcją najdrobniejszą. Orientacyjnie można przyjąć, że typowe glinki zawierają: 40% kaolinu; 20% dyckitu; 10% muskowitu; 10% illitu; 20% kwarcu.

W niecce bolesławieckiej spotyka się znaczną zmienność w wykształceniu osadów ilastych zarówno w poziomie, jak i pionie. Z tego powodu

napotyka się glinki o różnym stopniu plastyczności, spowodowanej zmiennością zawartością ziarn kwarcu. Przykładem tego rodzaju osadów jest glinaka piaszczysta, a ściślej piasek ilasty eksploatowany w kopalniach *Maria I* i *Maria III*. Osady te zawierają nieco ponad 80% ziarn kwarcu. Surowiec z tych kopalń jest wzbogacony przez odplawianie. Uzysk szlamowania wynosi około 13%. Z surowca kaolinowego otrzymuje się jako produkt uboczny piasek kwarcowy. Część tego produktu reprezentuje piasek szklarski klasy IV. Glinki ceramiczne z kopalni *Czerwona Woda* zawierają również odmiany ogniotrwałe. Glinki rejonu Bolesławca ze względu na specyficzny charakter mineralogiczno-petrograficzny stanowią wyjątkowo interesujący rodzaj skał ilastych. Mają one wysoką wartość zarówno jako glinki ceramiczne biało wypalające się dla fajansu, porcelitu, płytek okładzinowych, jak i wyrobów ogniotrwałych i kamionki.

NIECKA STRZEGOMSKA

Ośłona metamorficzna masywu ogniotrwałego Strzegom — Sobótka ulegała w trzeciorzędzie intensywnemu wietrzeniu i erozji. Tego rodzaju zjawiska spowodowały wytworzenie się dookoła wypiętrzenia strefy zdeinielowanej, której powierzchnia miała charakter morfologicznie niespokojny. W okresie miocenijskim wytwarzały się płytkie baseny wodne, w których rozwijała się intensywna vegetacja roślinna. Baseny te pozwoliły wypełnić się materiałem klastycznym, bogato impregnowanym substancją humusową. Badania geologiczne stwierdziły występowanie w rejonie strzegomskim silnie rozczłonkowanych basenów sedimentacyjnych, które lokalnie tworzą mniejsze samodzielne zagłębienia. Na szczególne podkreślenie zasługuje duża miąższość osadów o charakterze pelitycznym. Miejscami całkowita miąższość osadów klastycznych sięga 100 m. Wśród tych osadów poważny udział biorą sedymeny ilaste. Trudno sobie wyobrazić, by pelit ilasty w tak dużej ilości mógł się osadzać w basenach o stosunkowo małych rozmiarach przy ich nieruchomym dnie. A zatem w rejonie Strzegomia przed i w miocenie istniały szczególne warunki, które przyczyniły się do powstania złóż gliniek wybitnie plastycznych i o dużej miąższości. Niewątpliwie panowały tam odpowiednie warunki klimatyczne dla rozwoju procesów wietrzenia wysadów granitowych i towarzyszących im skał metamorficznych, przy równoczesnym zapadaniu się terenu.

Opisywane miocenijskie zagłębienia noszą nazwę niecki strzegomskiej. Jej podłoże stanowią w przeważającej części staropaleozoiczne łupki krystaliczne. Na tych zwietrzałych łupkach leży tak zwana seria podwęglowa o miąższości dochodzącej do 20 m. Składają się na nią osady ilasto-mułkowe i bardziej piaszczyste. Następnie pojawia się dość stały pokład węgla brunatnego o zmiennej grubości — od paru do 15 m. Pokład węgla lokalnie rozszczepia się lub cienieje. Towarzyszą mu osady ilaste w formie przewarstwień lub soczewek. Powyżej pokładu węgla leży ciemno zabarwiona seria sedimentów ilastych z wkładkami piaszczystymi. Te części trzeciorzędowych osadów zamyka górny pokład węgla o mniejszej i mniej stałej miąższości — na ogół 1—3 m. Partie stropowe miocenu reprezentują bardziej pelityczne osady ilaste o zabarwieniu jasnoszarym lub brunatnawym. Nadkład złoża stanowią utwory ilaste, piaszczyste lub mułkowe, czasem pojawiają się również żwirki.

Schematyzując nieco przekrój pionowy niecki strzegomskiej można określić, że na podłożu stanowiącym zwietrzelinę łupków ilastych, łupków serycytowych i innych skał krystalicznych leży seria złożowa o miąższości do 50 m. Występują w niej plastyczne glinki ogniotrwałe, glinki zapiaszczone oraz węgle brunatne. Nadkład o grubości do 20 m reprezentują utwory trzeciorzędowe i czwartorzędowe.

Eksploatacja glinek strzegomskich sięga końca 18 wieku. Obecnie gliny są najintensywniej wydobywane w rejonie Rusko — Jarosów (kop. *Stanisław, Edmund i Halina*). Ponadto interesujące występowania glinek, które były w różnym czasie eksploatowane, znane są z miejscowości Górny Ujazd, Piekary, Lusina, Różana i Piechorowice (J. Kostecki, 1961). Gliny miocenske o podobnym charakterze towarzyszą pokładom węgla brunatnego w kopalni *Turoszów* koło Zgorzelca.

Gliny strzegomskie należą do osadów wybitnie pelitycznych. Odmiany silnie plastyczne zawierają powyżej 90% cząstek mniejszych od 0,5 μ . Rysunek 7 pozwala porównać uziarnienie glin występujących w trzech głównych krajowych rejonach eksploatacyjnych. W trójkącie składu ziarnowego glinki jaroszowskie zajmują pozycje odpowiadające osadom najbardziej pelitycznym. Głównym składnikiem omawianych glinek miocenskich jest kaolinit. W odmianach glin o najwyższej ogniotrwałości występuje on w ilości ponad 75%, a ponadto zawierają około 20% illitu i 5% kwarcu. Glinki bardziej „zanieczyszczone” wykazują wyższy udział ziarn kwarcu. W gatunkach G4 jego udział sięga nawet 50%. Kwarc stanowi element o największej średnicy ziarn — zazwyczaj przekraczającej 1 μ . Gliny jaroszowskie charakteryzują się wysoką ogniotrwałością (do 177 sP) i stanowią bazę przemysłu materiałów ogniotrwałych w Polsce. Analizę chemiczną typowej glinki z rejonu strzegomskiego zamieszczono w tabeli 2.

REJON ŚWIĘTOKRZYSKI

Osłona mezozoiczna Gór Świętokrzyskich w części północno-zachodniej i północnej zawiera liczne złoża wartościowych glin ceramicznych. Należą one stratygraficznie do dolnej jury (retyko-lias) i stanowią osad basenów śródlądowych o charakterze jeziorzysk.

Utwory liasu w omawianym rejonie osiągają miąższość 1000 m i są zbudowane z piaskowców, mułowców i osadów ilastych. Serię złożową glinek stanowią jedynie dwie spośród wyróżnionych geologicznie części serii litologicznych liasu, a mianowicie zarzecką (rudonośną) i zagajską (Z. Kozydra, 1968). Z serią zarzecką wiąże się występowanie cennych glin ogniotrwałych, znanych z takich miejscowości jak: Żarnów, Sielec, Mroczków, Zawada, Jakubów, Skowerówka, Borkowice i Radeszów. Glinkom ogniotrwałym z serii zarzeckiej towarzyszą dwa lub trzy poziomy rudne sydereotyły ilastych. Bardziej znane złoża glinek ceramicznych należących do serii zagajskiej występują koło miejscowości Parszów i Wąchock. Seria zarzecka ma miąższość do 70 m. Budują ją głównie piaskowce przeławicające się z łupkami piaszczystymi oraz mułowcami. Wśród tego rodzaju utworów występują osady ilaste w formie pokładów lub wyklinowujących się płaskich soczewek. Pokłady glinek ceramicznych mają najczęściej grubość 1—3 m. Wyjątkowo osiągają one 6 m miąższości.

Bardzo interesująco przedstawiają się warunki zalegania gliniek. Najbardziej wartościowe glinki ceramiczne i ogniotrwałe jako zasada, zalegają na obszarach morfologicznie wyniesionych, jak również w miejscach tektonicznie naruszonych i charakteryzujących się obecnością uskoków. Wydaje się prawdopodobne, że w tego rodzaju obszarach istniały najbardziej sprzyjające warunki dla cyrkulacji roztworów, odprowadzenia związków żelaza, a tym samym usunięcia substancji o charakterze topników (Z. Kozydra, 1968).

Gliny rejonu świętokrzyskiego wykazują duże podobieństwo jakościowe składu mineralnego. Spostrzega się natomiast lokalne zmiany ilościowe głównych składników, i to zarówno w kierunku pionowym, jak i poziomym. Zmiany te w głównej mierze dotyczą udziału kwarcu i związków żelaza. Omawiane glinki są zbudowane z kaolinitu (60%), illitu (25%) oraz kwarcu (15%). Kaolinit występuje w dwóch odmianach strukturalnych. Kaolinit nieco grubszy (1—4 μ) posiada prawidłową budowę wewnętrzną. Frakcja najdrobniejsza kaolinitu (poniżej 0,5 μ) wykazuje natomiast pewną deformację sieci przestrzennej. Illit koncentruje się we frakcji najdrobniejszej, a kwarc w najgrubszej (L. Stoch, W. Sikora, 1968). Pod względem granulometrycznym glinki liasowe rejonu świętokrzyskiego należą do osadów o uziarnieniu pośrednim pomiędzy glinkami kredowymi i miocেনскими Dolnego Śląska. W tabeli 2 podano analizę chemiczną gliniek z Żarnowa i Sielca.

Rejon świętokrzyski dostarcza naszej gospodarce wysokiej jakości gliniek ogniotrwałych i ceramicznych, a zwłaszcza kamionkowych. Przemysł materiałów ogniotrwałych wysoko ceni plastyczne gliny gatunku G3 z Żarnowa i Jakubowa oraz gatunek G4 z Mroczkowa. Są one niezbędnym surowcem ogniotrwałym przy produkcji wyrobów szamotowych.

Przy omawianiu gliniek dolnojurajskich północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich należy wspomnieć o podobnych glinkach z okolic Krzeszowic pod Krakowem. W ciągu 200 lat były eksploatowane one w miejscowościach Grojec, Poręba i Mirów. Są to dolnoliasowe plastyczne glinki ogniotrwałe i ceramiczne. Pod względem charakterystyki mineralogicznej i składu ziarnowego są one analogiczne do gliniek świętokrzyskich.

SUROWCE BENTONITOWE

BENTONITY MIOCENSKIE

W Polsce od dawna znane są liczne występowania bentonitów i ilow bentonitowych, które jednak nie posiadają większego znaczenia gospodarczego. Cienkie wkładki bentonitów napotyka się w utworach miocенских Karpat oraz wśród osadów górnej kredy i miocenu Gór Świętokrzyskich. Po drugiej wojnie światowej rozpoczęto na niewielką skalę wydobywanie bentonitów i ilów bentonitowych w miejscowości Chmielnik koło Buska (woj. kieleckie). Występują tam kilkucentymetrowe wkładki bentonitu leżące wśród osadów ilastych sarmatu, których łączna miąższość wynosi kilkanaście metrów (J. Głogoczowski, 1958).

Opisywane bentonity powstały ze zwietrzenia kwaśnych tufów wulkanicznych i genetycznie są podobne do bentonitów Przedgórza Karpat (W. Heflik, 1959). W ich składzie mineralnym dominuje z minerałów ila-

stych montmorylonit (ok. 75%) oraz illit, a ponadto występują ostrokrawędziste okruchy szkliska wulkanicznego. Skały ilaste towarzyszące wkładkom bentonitu należy określić jako ily bentonitowe. Mają one bardziej zróżnicowany skład mineralny. Przeciętnie zawierają około 25% montmorylonitu, a ponadto illit oraz domieszki substancji organicznej, kalcytu, kwarcu i wodorotlenków żelaza. Przerosty bentonitowe są oddzielane od iłów bentonitowych i segregowane na podstawie zabarwienia na dwa gatunki: biały i żółty. Znajdują one zastosowanie jako składnik mas formierskich. Przedmiotem eksploatacji są również ily bentonitowe, które poddane przeróbce z dodatkiem Na_2CO_3 lub NaOH stanowią zawieszinę płuczki wiertniczej.

BENTONITY KARBOŃSKIE

W roku 1960 zostało odkryte w Polsce złożo surowców bentonitowych o dużej miąższości i mające poważne znaczenie gospodarcze. Badania przeprowadzone na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego stwierdziły występowanie bentonitów wśród osadów ilastych górnego karbonu. Szczególnie zasobne w bentonity okazały się okolice Bytomia i Sosnowca (kopalnie *Radzionków*, *Milowice*, *Sosnowiec* i in.). Występują tam tzw. łupki pęczniące, zasobne w montmorylonit, który jest głównym składnikiem omawianych bentonitów (A. Bolewski, Z. Michałek, S. Z. Stopa, 1963).

Najbardziej szczegółowo poznano ułożenie skał bentonitowych w kopalni *Radzionków* (Z. Michałek, 1965). Stwierdzono, że w warstwach porębskich górnego namuru A, między pokładami węgla kamiennego 610 i 615 występuje pakiet łupków pęczniących o łącznej grubości 13,5 m. Skały bentonitowe występują w spagu pokładu 610 i zalegają wśród osadów płytkojeziornych i bagiennych. Utwory stropowe pokładu 610 należą już do poziomu morskiego.

Występowanie iłów montmorylonitowych w GZW ma niewątpliwie charakter regionalny. Orientacyjne ich zasoby należy więc oceniać na wiele milionów ton. Jednakże stwierdzono, że karbońskie bentonity posiadają skład mineralny zmieniający się zarówno po rozciągłości, jak i w pionie. Partie bentonitu najzasobniejsze w montmorylonit mają miąższość około 2 m. Sposstrzega się pewną regularność w rozłożeniu poszczególnych rodzajów minerałów ilastych w przekroju pionowym. W spagu cyklotemu dominującym minerałem jest illit z domieszką kaolinitu. Następnie ma miejsce wzbogacanie w montmorylonit, a w stropie przeważa znowu illit.

Karbońskie bentonity charakteryzują się strukturą pelityczną, rzadziej aleurytyczną. Tekstura bywa warstwowana, falista, a czasem przekątna lub zaburzona.

Podstawową masę skalną osadów bentonitowych stanowią minerały ilaste, jak montmorylonit, illit i kaolinit. Ponadto stwierdzono chloryty, skalenie (ortoklaz, oligoklaz) i miki (muskowit i biotyt) o różnym stopniu przeobrażenia. Do stałych składników należą resztki roślinne oraz kwarc w ilości 10—30%. Miejscami spostrzega się skupienia ziarn kalcytu. Bardzo nieliczne występują minerały ciężkie (granit, cyrkon, turmalin i apatyt) oraz minerały kruszcowe (piryt, chalkopiryt). Orientacyjna charakterystyka chemiczna omawianego bentonitu przedstawia się następująco:

Składniki	Zawartość w % wagowych
SiO ₂	57,65
Al ₂ O ₃	17,55
TiO ₂	0,16
Fe ₂ O ₃	3,50
MnO	0,04
MgO	2,60
CaO	4,30
Na ₂ O	1,45
K ₂ O	1,42
P ₂ O ₅	0,08
H ₂ O	7,34
strata prażenia	2,16

Badania spektralne bentonitów wykazały obecność następujących pierwiastków śladowych: Ba, Sr, Pb, Tl, In, Ga, Sn, Be, Cu i Zr.

Bentonity z GZW stanowią pokłady lub być może wyklinowujące się, płaskie, soczewkowate utwory. Uziarnienie osadów wskazuje, że tworzyły się one w środowisku o długotrwałej stabilności warunków sedymentacji. Zauważa się brak cech strukturalnych osadów tufitowych. Nieobecne jest szkliwo wulkaniczne tak charakterystyczne dla zbentonitizowanych tufów. Dotychczasowe obserwacje sugerują, że porębskie warstwy zawierają materiał ilasty przetransportowany.

Wykonano liczne badania dotyczące wykorzystania krajowych bentonitów. Nadają się one jako składnik płuczki wiertniczej, do produkcji niektórych katalizatorów oraz ziem odbarwiających, a przede wszystkim jako podstawowy składnik mas formierskich. Bardzo efektowne rezultaty uzyskano w rolnictwie, zwłaszcza w doświadczeniach z glebami piaszczystymi, a ponadto przy stabilizacji zboczy hałd kopalnianych.

SUROWCE ILASTE NIEPLASTYCZNE

Dotychczas omówione surowce ilaste — kaoliny i gliny — charakteryzują się zawsze plastycznością. Istnieją jednakże skały ilaste, które mimo analogicznego składu mineralnego i ziarnowego jak gliny kaolinitowe nie rozmakają w wodzie. Są one określane jako łupki ogniotrwałe względnie noszą nazwy „tonsteiny” lub „suchary”. Wyróżniają się wysoką zawartością kaolinitu i stanowią wartościowy surowiec ogniotrwały. W Polsce łupki ogniotrwałe eksploatowane są w kopalniach Nowej Rudy i Słupca na Dolnym Śląsku, a ponadto uzyskuje się je ubocznie przy wydobywaniu węgla kamiennego z niektórych kopalń górnośląskich (M. Budkiewicz, 1948; J. Kuhl, 1957; T. Kapuściński, 1968).

Łupki ogniotrwałe we wspomnianych kopalniach dolnośląskich towarzyszą pokładom węgla kamiennego. Występują one wśród osadów piaszczysto-ilastych, często zażelazionych, tworząc mniej lub bardziej regularne warstwy o miąższości 0,5—1,5 m. Łupki z Zagłębia Górnośląskiego stanowią wyłącznie przerosty w pokładach węgla kamiennego. Grubość łupków oddzielanych waha się od 5—30 cm. Najbardziej znane przerosty „tonsteinów” spotykamy między innymi w pokładach węgla *Radość Hen-*

Tabela 3

Analizy chemiczne łupków ogniotrwałych

Składniki	Skład chemiczny w % wagowych		
	rejon dolnośląski	rejon górnośląski	
	kop. Nowa Ruda (łupek surowy)	kop. Siersza pokład Artur (łupek palony)	kop. Szyby Piast (łupek surowy)
SiO ₂	38,53	51,71	42,65
Al ₂ O ₃	36,08	46,62	38,32
Fe ₂ O ₃	5,54	1,29	0,81
CaO	0,21	0,34	0,74
MgO	0,36	0,05	0,32
K ₂ O	0,41	0,31	.
Na ₂ O	—	0,14	.
Strata prażenia	18,64	—	15,98

ryka IV (kop. Szyby Piast w Lędzinach), Artur (210), Izabella (207), Stanisław (214) i w pokładzie 327 kopalni w Brzezince, gdzie występuje najgrubszy przerost (30 cm). Łupki noworudzkie posiadają w stanie prażonym do 47% Al₂O₃. Typową analizę łupku ogniotrwałego zamieszczono w tabeli 3. Karbońskie łupki ilaste stanowią doskonały surowiec do produkcji cegieł szamotowych.

CEGLARSKIE SUROWCE ILASTE

Zależnie od własności technologicznych i zastosowania wyróżnia się:
1. Surowce ceglarskie, z których otrzymuje się wyroby o czerepie porowatym i zabarwionym, np. grubościennie (cegły pełne), cienkościennie (pustaki), nienasiąkliwe (dachówki), przesiąkliwe (sączki), a także wyroby kaflarskie; 2. Surowce przemysłu klinkierowego, dające wyroby o czerepie spieczonym i zabarwionym, jak klinkier drogowy i budowlany.

Substancję ilastą omawianych surowców stanowią przede wszystkim hydrołyszczyki (illity), montmorylonit oraz w mniejszych ilościach kaolinit i chloryt. Surowce ceglarskie są zwykle zapiaszczone i niskotopliwe (o temperaturze topnienia 1100—1300° C). Dobre gliny ceglarskie nie powinny zawierać takich domieszek szkodliwych, jak okruchy skał, bryłki CaCO₃, piryt, gips oraz większe wtrącenia organiczne. Podstawową cechą glin ceglarskich, określającą ich przydatność, jest plastyczność surowca zarobionego wodą, którą zwykle wyraża się wielkością skurczu podczas suszenia, mieszczącego się w granicach na ogół 6—12%.

Surowce do produkcji wysokowartościowego klinkieru drogowego powinny być jednolite i średnioplastyczne, wykazywać skurczliwość wysychania rzędu 4—8%. Zawartość tlenku glinowego powinna przekraczać 12%, natomiast ilość topników wahać się w granicach 8—14%. Nie powinny one zawierać rozpuszczalnych siarczanów oraz grubszych frakcji ziarnowych piasku (powyżej 0,5 mm). Wskaźnikiem określającym ich przydatność jest tzw. moduł krzemianowy, tj. stosunek SiO₂ do sumy tlenku glin i topników, który powinien mieścić się w granicach 2,5—5.

W zależności od wielkości złóż, zmienności ich formy i budowy oraz zmienności rodzaju i jakości surowca rozróżnia się u nas następujące odmiany omawianych surowców:

— Nie wykazujące na dużych przestrzeniach większych zmian, np. duże pokładowe złoża ilastych łupków karbońskich, złoża ilów jurajskich, ilów krakowieckich, złoża ilów poznańskich i wstęgowych nie zaburzone tektonicznie oraz duże płaty lessów ilastych.

— Wykazujące większą lub mniejszą zmienność, np. złoża glin zwałowych i zboczowych, złoża glin trzeciorzędowych zaburzone tektoniką lodowcową, złoża glin czwartorzędowych o zmiennej jakości, zaburzone tektonicznie.

Poszczególne odmiany wymienionych surowców, z uwagi na własności wynikające z warunków ich powstawania, mogą mieć rozmaite zastosowanie i wymagają różnych sposobów przeróbki (Z. Tokarski i in., 1964).

Gliny łupkowe odznaczają się na ogół znaczną twardością, a po zarobieniu wodą bardzo małymi własnościami plastycznymi, które można zwiększyć przez odpowiednią obróbkę mechaniczną surowca, a także przez długotrwałe mrożenie.

Iły trzeciorzędowe, zwykle pochodzenia jeziornego, należące w większości do surowców bardzo „tłustych”, występują często w postaci olbrzymich pokładów (o miąższości dochodzącej nawet do kilkuset metrów) w różnych częściach kraju, przede wszystkim w środkowych i północnych polaciach Polski. Spośród nich wymienić można:

— pstre iły poznańskie (płocieńskie) występujące na Kujawach, w niecce mazowieckiej (w okolicach Warszawy) w pokładach o miąższości do 100 m; prawie zupełnie nie zawierają piasku, a ich uziarnienie jest bardzo drobne; stanowią dobry surowiec do produkcji wyrobów ceglarskich, szczególnie cienkościennych;

— iły miocieńskie morskie (krakowieckie, grabowieckie, chodenickie), występujące na terenie województwa rzeszowskiego;

— iły miocieńskie pochodzenia lądowego, znane w szeregu punktach przede wszystkim województwa zielonogórskiego;

— oligocieńskie iły septariowe, występujące w okolicach Szczecina.

Wszystkie iły trzeciorzędowe są na ogół (z wyjątkiem ilów krakowieckich) bezwapniowe, po zarobieniu wodą wysoko plastyczne, charakteryzujące się przyjmowaniem wody zarobowej w ilości 20—35% i skurczliwością wysychania rzędu na ogół 7—10%. Cechuje je zmienna dla poszczególnych złóż zawartość krzemionki (50—70%), glinki (zwykle 10—25%) oraz tlenków żelaza (2—10%).

Spośród glin (ilów) czwartorzędowych najbardziej znane są iły wstęgowe (warwowe) o strukturze warstwowej, powstałe z rozmycia przez wody moren lodowcowych i osadzenie się uniesionej zawiesiny w niezbyt wielkiej odległości w basenach zastoiskowych. Występują one w wielu okolicach Polski, najczęściej na Pomorzu i w Poznańskiem. Na ogół nie zawierają kamieni i żwirów, są bardzo drobnoziarniste i plastyczne po zarobieniu wodą. Zbudowane są z pelitu kwarcowego, niedużej ilości substancji ilastej oraz łyszczyków; zawierają ponadto równomiernie rozłożony CaCO_3 w ilości do kilkunastu procent. Zawartość krzemionki sięga 50—60%, glinki na ogół nie przekracza 15%. Niektóre odmiany, zwłaszcza występujące na obszarze województwa gdańskiego, zawierają do 20%

CaCO₃ i to nawet w postaci okruchów; wykazują niską temperaturę topnienia (1050—1200° C) oraz bardzo wąską rozpiętość pomiędzy temperaturą spiekania i topnienia, często nie przekraczającą 30° C.

Gliny morenowe (zwałowe) rozpowszechnione są w północnych rejonach naszego kraju, na Pojezierzu Kujawskim, Pomorskim i Mazurskim, a także w okolicach Łodzi. Zalegają one płatowo, np. w zachodnich i północnych rejonach województwa gdańskiego. Zawierają zwykle duże ilości kamieni i żwirów, jak również pyłu wapiennego, natomiast substancji ilastej tylko kilka procent, co powoduje małe ich własności plastyczne po zarobieniu wodą. Są one trudne do przeróbki, a z powodu niejednorodności uznane za mało wartościowe.

Tabela 4

Własności niektórych surowców ceglarskich

Własności	Iły oligocenu (Szczecin)	Iły miocenu morskiego (Tarnów)	Iły pliocenu (okolice Torunia)	Iły warwowe (Łubna koło Warszawy)	Less (Izbica)
Skład chemiczny:					
SiO ₂	54,8	57,7	57,5	51,5	75,9
Al ₂ O ₃ +TiO ₂	15,3	12,9	21,7	16,6	8,3
Fe ₂ O ₃	10,3	6,1	4,6	6,1	1,7
CaO	3,5	7,2	1,7	6,9	4,4
strata prażenia	9,3	10,1	9,5	10,8	5,5
Uziarnienie:					
powyżej 0,06 mm	2,7	11,3	1,0	1,0	19,3
0,06—0,005 mm	23,7	27,5	23,4	43,5	62,7
poniżej 0,005 mm	73,6	61,2	75,6	55,5	18,0
Woda zarobowa, %	35	25,7	47	34	15
Skurcz. susz., %	8	9	15	10	1,8
Temp. topnienia, sP	—	114	138/141	120	154

Gliny nawiane (lessy) są rozmieszczone przeważnie w szerokim pasie w obszarze Wyżyny Lubelskiej i Śląsko-Małopolskiej oraz na Pogórzu Karpat, od wschodnich granic państwa po Śląsk. Stanowią one osad eoliczny zbudowany przeważnie z drobnego pyłu kwarcowego (o ziarnach 0,05—0,002 mm średnicy) i zawierają zwykle tylko kilka procent właściwej substancji ilastej, nieco skaleni oraz 3—15% węgla wapniowego, często pod postacią większych skupień („lalek”). Duża ilość krzemionki (do 85%) oraz uziarnienie powodują gorsze własności plastyczne po zarobieniu wodą, co umożliwiłoby wykorzystywanie tego surowca tylko do produkcji zwykłych cegieł budowlanych, a odmian bardziej plastycznych również do wytwarzania klinkieru. Charakteryzują się one niewielką zawartością frakcji ziarnowych najdrobniejszych (poniżej 0,002 mm tylko 4—14%), niewielką skurczliwością wysychania (2—4%), temperaturą topnienia ok. 1300° C i wysoką temperaturą spiekania się. Lessy z południowej Lubelszczyzny są od dawna wykorzystywane do produkcji klinkieru drogowego.

Namuly rzeczne i mady występujące na terenie całej Polski na płaskich rozlewiskach oraz w dolinach rzek znajdują również zastosowanie do

produkcji ceramiki czerwonej. Ich skład chemiczny jest zmienny, zawierają zwykle większą ilość połączeń organicznych, a sposób ich zalegania (cienkie warstwy) na ogół nie pozwala na szersze wykorzystanie. Namuły rzeczne o barwie czarnej, zielonawej lub niebieskawej w zasadzie nie nadają się do stosowania w ceglarstwie jako właściwy surowiec i używane są raczej do schudzania tłustych ilów. Niektóre ich odmiany (np. zalegające doliny środkowej Wisły i Sanu) są dość dobrym surowcem ceglarskim. Własności niektórych krajowych surowców ceglarskich przedstawiono w tabeli 4.

Poszczególne typy i rodzaje omawianych surowców występują, jak wspomniano, w różnych rejonach Polski, przy jednoczesnym mniejszym lub większym ich zróżnicowaniu. W Karpatach spotykamy gliny zwietrzelinowe, zboczowe, a także iłołupki fliszowe. W obszarze podkarpackim występują w znacznych ilościach iły miocenijskie pochodzenia morskiego, gliny lessowe, natomiast w dolinach rzek — gliny tarasowe. W obszarze śląsko-krakowskim dość pospolite są gliny lessowe, morskie iły miocenijskie, iłołupki węglowe, jak również spotyka się iły permskie, kajprowe i retykolasowe oraz iły jury brunatnej, znane np. w okolicach Częstochowy.

Najbogatszy w surowce wysokiej jakości (nadające się do produkcji różnych asortymentów wyrobów) obszar dolnośląski zasobny jest przede wszystkim w iły trzeciorzędowe formacji burowęglowej (Gozdnicza, Lubsko, Zary). W rejonie Gór Świętokrzyskich znane są iły kajprowe i retykolasowe, jak również gliny zwałowe i lessowe. Te ostatnie występują również w pokaźnych ilościach na obszarze Wyżyny Lubelskiej.

W północnych obszarach Polski szeroko rozprzestrzenione są gliny zwałowe rozmyte, iły zastoiskowe oraz plastyczne iły pliocenijskie, te ostatnie przede wszystkim na obszarze Wielkopolski, jak również w okolicach Wrocławia. W okolicach Szczecina występują oligocenijskie iły septario-we, a w delcie i dolinie dolnej Wisły gliny aluwialne.

Akademia Górniczo-Hutnicza
Kraków, Al. Mickiewicza 30
Nadesłano dnia 18 marca 1970 r.

PIŚMIENNICTWO

- BOLEWSKI A., MICHAŁEK Z., STOPA S. Z. (1963) — Utwory montmorilonitowe warstw porębskich w niecce bytomskiej. *Prz. geol.*, 11, p. 333—335, nr 7. Warszawa.
- BUDKIEWICZ M. (1946) — Karbońskie łupki ogniotrwałe. *Hutnik*, nr 5/6. Katowice.
- BUDKIEWICZ M. (1954) — Krajowe złoża kaolinu. *Prz. geol.*, 2, p. 56, nr 6. Warszawa.
- BUDKIEWICZ M. (1958) — Surowce ceramiczne Polski. III. *Uzup. Technologii ceramiki*. Wydaw. Arkady. Warszawa.
- BUDKIEWICZ M. (1964) — Złoże kaolinu w Polsce. *Prz. geol.*, 12, p. 207—208, nr 5. Warszawa.

- BUDKIEWICZ M., BEDNARCZUK B., BIERNAT J. (1966) — Zagadnienie surowców kaolinowych w Polsce. *Kwart. geol.*, 10, p. 203—210, nr 1. Warszawa.
- CHMURA K., MACHALICA A. (1961) — Zależność własności fizycznych glin jaro-szowskich od sytuacji geologiczno-górnicznej złoża (Mater. ogniotrw., 13, p. 85—89, nr 4. Gliwice.
- FENCKH L. (1928) — Erläuterungen zur Geologische Karte. Blatt Zobten. Berlin.
- GŁOGOCZOWSKI J. (1958) — Niektóre własności bentonitów i ilów bentonitowych z Chmielnika. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 27, p. 195—220. Kraków.
- HEFLIK W. (1959) — Petrografia szkliva wulkanicznego z ilów bentonitowych z miejscowości Ciecierz koło Chmielnika. *Kwart. geol.*, 3, p. 778—789, nr 4. Warszawa.
- KAMIENSKI M., ENGEL F. (1939) — O własnościach glin ogniotrwałych z okolic Krzeszowic. *Przem. ceram.*, nr 12. Warszawa.
- KAMIENSKI M., HANS H. (1937) — O glinkach ogniotrwałych z Parszowa koło Wąchocka. *Przem. chem.*, nr 11. Warszawa.
- KAPUŚCIŃSKI T. (1968) — Charakterystyka mineralogiczno-chemiczna i geneza łupków ogniotrwałych z kop. Nowa Ruda. *Pr. geol. PAN*, nr 51. Warszawa.
- KOSTECKI J. (1961) — Gliny ceramiczne i ogniotrwałe w Polsce. *Biul. Inst. Geol.*, 164. Warszawa.
- KOZŁOWSKI S. (1957) — Problemy eksploatacji gliniek liasowych w rejonie Krakowa. *Prz. geol.*, 5, p. 366—370, nr 8. Warszawa.
- KOZYDRA Z. (1968) — Złoże dolnojurajskich ilów ogniotrwałych na tle budowy geologicznej północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Biul. Inst. Geol.*, 216. Warszawa.
- KOZYDRA Z., KOSTECKI J. (1957) — Geologia złóż ilów ogniotrwałych w okolicach Przysuchej. *Prz. geol.*, 5, p. 149—155, nr 4. Warszawa.
- KUHL J. (1957) — Surowce mineralne towarzyszące złożom węgla i ich wykorzystanie. *Prz. geol.*, 5, p. 248—255, nr 6. Warszawa.
- KURAL S. (1960) — Uwagi o występowaniu kaolinów w okolicy Roztoki. *Prz. geol.*, 8, p. 212—215, nr 4. Warszawa.
- LEWOWICKI S. (1963) — Gliny ogniotrwałe i piaski złoża w Czerwonej Wodzie. *Mater. ogniotrw.*, 15, p. 82—86, nr 4. Gliwice.
- MAZUR J., MILEWICZ J. (1958) — Uwagi o łożach ceramicznych w rejonie Bolesławca na Dolnym Śląsku. *Prz. geol.*, 6, p. 360—364, nr 8/9. Warszawa.
- MICHAŁEK Z. (1965) — Iły montmorylonitowe z Radzionkowa na Górnym Śląsku. *Zeszyty Nauk. AGH*, nr 103. Kraków.
- MÜHLEN L. (1921) — Über die Kaoline und kaolinisierten Granite im Gebiete zwischen Ströbel und Saarau in Schlesien sowie deren Entstehung. *Z. prakt. Geol.*, 29, p. 56—61.
- PRALLE E. (1926) — Die Kaolinlager in Schlesien. *Abh. prakt. Geol.*, 7. Halle.
- STOCH L. (1962) — Mineralogia glin kaolinitowych okolic Bolesławca. *Pr. geol. PAN*, nr 7. Warszawa.
- STOCH L. (1963) — Z badań kaolinitowych glin ceramicznych. *Pr. geol. PAN*, nr 17. Warszawa.
- STOCH L. (1964) — Wpływ składu mineralnego na niektóre własności technologiczne glin kaolinitowych. *Pr. Kom. Nauk Techn. PAN, Oddz. w Krakowie, Ceramika*, nr 2.

- STOCH L., SIKORA W. (1968) — Charakterystyka mineralogiczna dolnojurajskich iłów ogniotrwałych. Biul. Inst. Geol., 216. Warszawa.
- TOKARSKI Z. (1948) — Wyniki badania kaolinów i glin. Biul. Przem. Mater. Ogniotrw., 3, p. 127—157, nr 5/6. Gliwice.
- TOKARSKI Z. (1962) — Ceramiczne surowce ogniotrwałe. Wyd. Górniczo-Hutnicze. Katowice.
- TOKARSKI Z., KALWA M., PRZYBYŁEK A., ROPSKA H., WOLFKE S. (1964) — Surowce ceramiki budowlanej. Pr. Kom. Nauk. Techn. PAN, Oddz. w Krakowie. Ceramika, 1.

Мечислав БУДКЕВИЧ, Збигнев ТОКАРСКИ

ГЛИНИСТОЕ СЫРЬЕ ПОЛЬШИ

Резюме

В статье рассматриваются главные виды глинистого сырья, залегающие на территории Польши. Охарактеризованы залежи каолина, керамических и огнеупорных глин, бентонитов, огнеупорных сланцев, а также сырья для кирпичного и клинкерного производства. Представлены условия залегания, генезис, металлогенетическая и химическая характеристика, а также хозяйственное применение сырья.

Основное внимание обращается на залежи каолина, а также на керамические и огнеупорные глины. Локализация залежей представлена на схематических картах. Химические и технологические свойства отдельных видов глинистого сырья представлены в виде таблиц.

Mieczysław BUDKIEWICZ, Zbigniew TOKARSKI

CLAY MINERAL RAW MATERIALS IN POLAND

Summary

The article deals with the main clay mineral raw materials found to occur in Poland. Deposits of kaolins, ceramic clays, bentonites, refractory schists, as well as brick and clinker raw materials are discussed, and occurrence conditions of deposits, their origin, mineralogic and chemical features, and economical significance are presented.

Main attention has been paid to the deposits of kaolin, ceramic clays and refractory clays. Location of deposits is shown on sketches. Both chemical and technological properties of the individual clay mineral raw materials are given in a tabular form.