

O ZNACZENIU IŁÓW I GLIN DLA NAUK PRZYRODNICZYCH I TECHNICZNYCH

SKAŁY OSADOWE, a wśród nich klastyczne, na obszarze Polski stanowią ogromną większość zarówno pod względem pokrywanej przez nie powierzchni kraju, jak i różnorodności występujących w nich złóż. Na specjalną jednak uwagę zasługują skały ilaste, stanowiące nie tylko najczęstsze podłoże budowlane i glebowe, lecz również materiał budowlany i surowiec przemysłowy, zwłaszcza ceramiczny. Dlatego też skały ilaste wymagają dokładnego poznania przez specjalistów z bardzo wielu dziedzin, nawet nie związanych bezpośrednio z petrografią i geologią jak np. konstruktorów budowlanych, gleboznawców, ceramików, chemików i in.

Ze względu na wszechstronne zastosowanie skały ilaste wymagają dokładnego poznania swych własności, aby jak najlepiej je wykorzystać i by uniknąć konsekwencji wynikających z niedostatecznej ich znajomości.

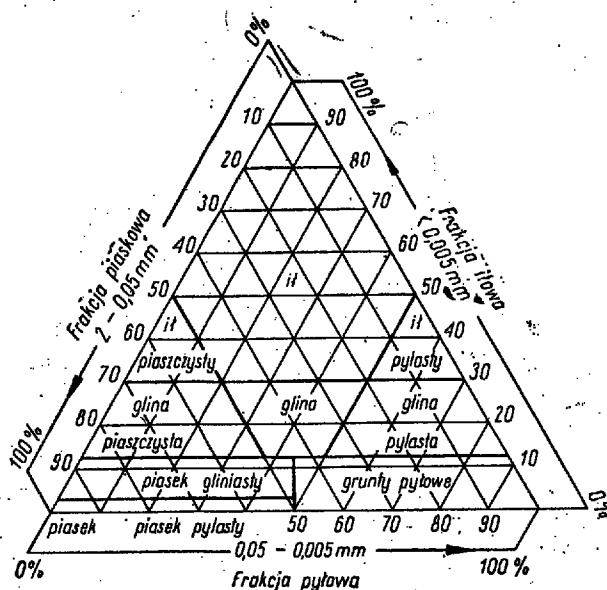
Cechą charakterystyczną skał klastycznych (okruchowych) jest to, że o ich własnościach w dużym stopniu decyduje przede wszystkim wielkość ziarna, a nie — jak w innych rodzajach skał — skład mineralny.

Badanie skał klastycznych o ziarnie grubszym (np. żwiru i piasku) nie nasuwa większych trudności. Z łatwością można określić ich uziarnienie, przesiewając je przez komplet sit kalibrowanych o znanej wielkości przesiewu, co z kolei pozwala na przewidywanie własności danej skały. Łatwo też można określić kształt i pochodzenie ziaren, skład mineralny i szereg innych cech mających pośrednio lub bezpośrednio znaczenie praktyczne.

Zupełnie inny charakter mają skały klastyczne drobnoziarniste, jak: mułki, lessy, gliny i iły, o wielkości ziarna większości składników poniżej 0,05 mm. Granica ta jest różnie oznaczana przez różnych autorów. Niezależnie jednak od pewnych różnic klasyfikacyjnych należy stwierdzić, że ziarna skał sypkich o grubości powyżej 0,05 mm wykazują cechy typowe dla piasków i dają się oznaczyć w analizie sitowej, natomiast ziarna poniżej tej granicy wymagają już innych metod badawczych (zwykle szlamowanie w wodzie stojącej lub przepływającej), a sprawa ich szczegółowego podziału i systematyki jest już sprawą dalszą.

W ten sposób wyodrębniona została grupa skał klastycznych drobnoziarnistych o średnicy ziaren poniżej 0,05 mm. Należy do niej wiele rodzajów skał, chociaż i tu także terminologia oraz systematyka nie jest ujedno-

liczona. Wyróżnić jednak należy frakcję grubszą, do której należą mułki, zwane też pyłami, i lessy — oraz frakcję drobniejszą — iłową. Zupełnie swoistą pozycję stanowią tu gliny, będące mieszaniną różnych frakcji, przy czym gruba frakcja może dochodzić do żwiru włącznie. W terenie wśród skał drobnoziarnistych znacznie częściej spotykamy skały, będące mieszaninami ziaren o innej grubości niż skały o jednolitym składzie ziarna. Często są mieszaniny iłu z pyłem (mułkiem), często z domieszką, choćby niewielką, piasku lub żwiru, w stosunku ilościowym najzupełniej dowolnym. Nie wystarczają tu wtedy pojęcia mułu i iłu jako ogólnych końcowych, lecz konieczne jest wprowadzenie określeń dla pośrednich skał mieszanych. W ten sposób zależnie od proporcji składu frakcji powstają oznaczenia np. iłu pylastego, pyłu ilastego, gliny, gliny pylastej itp. Zazwyczaj dla określenia rodzaju skały po dokonaniu analizy granulometrycznej i po ustaleniu zawartości procentowej frakcji znajdujemy daną mieszaninę na jednym z pól trójkąta Fereta, skąd odczytujemy oznaczenie skały.



Może nasunąć się pytanie, jaki jest powód i cel dalszego podziału skał drobnoziarnistych? Otóż w podanej tu ogólnej klasyfikacji skał klastycznych zachodzi pewna niekonsekwencja, polegająca na włączeniu do niej grupy skał ilowych. Jak wiadomo, skały klastyczne składają się z okruchów pochodzących ze skał starszych zniszczonych mechanicznie. Tym-

czasem ility i ich pochodne np. gliny są typowym produktem wietrzenia chemicznego skał.

Te zagadnienia są uwzględniane przez niektóre klasyfikacje petrograficzne, np. Szwiecowa, które wyodrębniają zupełnie niezależną grupę skał ilastych jako równorzędną w stosunku do grupy skał klastycznych. Klasyfikacja taka ma duże znaczenie teoretyczno-petrograficzne. Już w jej założeniu leży podział skał, u którego podstaw tkwi ich pochodzenie. Natomiast w klasyfikacjach mających zastosowanie praktyczne, np. dla potrzeb budownictwa, od zagadnień genetycznych ważniejszy jest podział skał według określonych cech, zależnie od przeznaczenia technicznego i zastosowania danej skały. W przyrodzie rzadko występują czyste formy. Przeważnie spotykamy ogniwa mieszane, stanowiące ciągle przejścia od jednej formy do drugiej. Oczywiście, każda klasyfikacja podaje tylko umowne granice między nimi i każda ma na względzie potrzeby danego kierunku oraz celu, któremu służy. Dlatego też przy możliwie wszechstronnym omawianiu większej grupy skał jest rzeczą trudną „sprowadzenie do wspólnego mianownika” różnych klasyfikacji i terminów, dotyczących tego samego przedmiotu. W tym przypadku istnieje konieczność kompromisowego zestawienia klasyfikacji i terminologii petrograficznej z klasyfikacjami praktycznymi, służącymi potrzebom budownictwa, gleboznawstwa, ceramiki i in., kosztem pewnej nieściśłości, jaką jest pominięcie zagadnień genetycznych. Przy takim kompromisowym włączeniu skał ilastych do grupy skał klastycznych konieczne jest podkreślenie pewnej ich odrębności zarówno w składzie mineralnym, wynikającym z genezy, jak i w całkowicie różnych w porównaniu z pozostałymi własnościami fizyczno-chemicznymi i technologicznymi.

SKŁAD SKAŁ ILASTYCH I ICH WŁASNOŚCI

Jak już wspomniano, skały drobnoziarniste, tj. posiadające średnicę ziarna poniżej 0,05 mm, dzielą się w sposób naturalny na frakcję mułkową, o większej średnicy ziarna, i na frakcję iltową, drobniejszą. Podstawą tego podziału jest nie tylko różnica wielkości ziarna, ale również szereg zasadniczych różnic w składzie mineralnym, genezie i wielu własnościach.

Frakcja mułkowa, czyli pylasta, zwana również w niektórych systematykach aleurytowa, jest jeszcze frakcją typowo klastyczną, a więc powstała na drodze wietrzenia przede wszystkim mechanicznego. Składa się ona głównie z rozdrobnionych ziaren minerałów odpornych na wietrzenie chemiczne, a więc z pyłu kwarcowego, występującego tu w ilości przeważającej, oraz z pewnej ilości innych minerałów, zwykle skaleni i mik oraz minerałów tzw. ciężkich, jak: granaty, rutyl, magnetyt i inne,

Własności frakcji pylastej pozostają w ścisłym związku z jej strukturą i wiążą się częściowo z własnościami drobnoziarnistych piasków z modyfikacją wynikającą z wyższego stopnia rozdrobnienia materiału mineralnego.

Tak więc frakcja pyłowa wykazuje minimalną aktywność chemiczną, niewielką spójność, małą higroskopijność wynoszącą zwykle 1—3% w stosunku do ciężaru suchej skały, niewielką kapilarność oraz niekiedy widoczną wodoprzepuszczalność (wskaznik przy $20^{\circ}\text{C} = 1 - 6 \cdot 10^3 \text{ cm/godz.}$).

Frakcja iltowa natomiast składa się przeważnie z produktów wietrzenia chemicznego, w którego wyniku minerały skały pierwotnej zostały rozłożone, a nowopowstała skała osadowa ma całkowicie nowy skład mineralny. W wyniku wietrzenia chemicznego w określonych warunkach środowiska fizyczno-chemicznego skał krzemianowych powstają specyficzne minerały iltowe, jak: kaolinit, montmorylonit, ility, halozyt, alofan i inne. Skały ilaste zbudowane z tych minerałów odznaczają się dużą aktywnością chemiczną, spójnością dochodzącą do 10 kg/cm^2 , bardzo dużą higroskopijnością (3—16%) i kapilarnością (wys. podnoszenia wody ponad 3 m). Skały ilaste są przy tym praktycznie wodonieprzepuszczalne, wykazując przepuszczalność przy 20°C poniżej $6 \cdot 10^{-3} \text{ cm/godz.}$

Skład mineralny skały ilastej zależy od przebiegu procesów chemicznych przy wietrzeniu, a przede wszystkim od warunków klimatycznych i kwasowości środowiska. W zależności od tych czynników powstają różne minerały iltowe, które według określenia radzieckiego uczonego Siedleckiego tak się różnią od innych minerałów, jak bakterie od roślin wyższych. Porównanie to jest bardzo trafne, ponieważ minerały iltowe różnią się od innych zarówno drobnymi rozmiarami ziaren, jak i pewnymi szczególnymi własnościami, które powodują konieczność posługiwania się przy ich badaniu zupełnie odrębnymi metodami oraz występowaniem pewnych cech charakterystycznych, niespotykanych u innych minerałów, jak: niejednokrotnie wysoka plastyczność, ceramiczne własności wiążące, zdolność pochłaniania wody i pęcznienia przy jednoczesnej wodoprzepuszczalności (ważne dla budownictwa) itp.

Wielkość ziaren minerałów iltowych rzadko przekracza 5 mikronów (0,005 mm), a frakcja koloidalna o wymiarach 1—100 mikromikronów (10—1000 Å) stanowi w nich zwykle 20—40% wagowych. Badania za pomocą mikroskopu elektronowego wykazały, że ogromna większość minerałów iltowych mimo drobnych rozmiarów występuje jednak w ziarnach krystalicznych, a nawet w postaciach własnych, jak np. kaolinit.

Minerały iltowe są do siebie zbliżone szeregiem cech, co ogromnie utrudnia ich roz-

dzielenie oraz oznaczenie i jest przyczyną niedostatecznego dotychczas ich poznania. Skład chemiczny minerałów ilowych jest bardzo podobny — podstawą jest tu krzemionka SiO_2 , glinika Al_2O_3 i woda H_2O , np.:

kaolinit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ czyli $(\text{OH})_6\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}$
halozyt $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
montmorylonit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ lub $(\text{OH})_4\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{10}$
illity $(\text{OH})_4\text{K}_y\text{Al}_4(\text{Si}_{8-y}\text{Al}_y)\text{O}_{20}$ przy $y = \text{ok. } 1-1,5$
alofan $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$
bejdelit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$.

Wzory te są tylko przybliżone, gdyż często występuje tu podstawienie przez Mg, Fe, Ca, Na. Analiza chemiczna nie daje więc określenia rodzajów minerału ilowego, tym bardziej że zwykle mamy do czynienia z mieszaniną kilku rodzajów. Przybliżone, choć niewystarczające wyniki daje analiza chemiczna racjonalna, polegająca na analizowaniu poszczególnych części próbki otrzymanych jako rozpuszczalne i nierozpuszczalne w różnych odczynnikach.

Drobne rozmiary kryształków jak i zbliżone do siebie i niskie współczynniki załamania światła oraz słaba dwojłomność właściwie uniemożliwiają ich badanie za pomocą mikroskopu polaryzacyjnego.

Zbliżony skład chemiczny nie zapewnia jednak podobieństwa innych cech, gdyż o nich decyduje wewnętrzna struktura minerału, tzn. budowa przestrzenna jego sieci krystalicznej.

Większość minerałów ilowych krystalizuje w układzie jednoskośnym, wykazując — poza minerałem atapulgitem — strukturę warstwową, polegającą na ułożeniu warstwowym sieci krzemotlenowych i glinokrzemowych, co powoduje zwykle spotykany łusczkowaty pokrój ziaren.

Od ilościowego stosunku między sieciami płaskimi oraz od sposobu nawarstwienia i powiązania zależą różnice takich własności, jak zachowanie względem wody, np. zdolność chłonięcia wody i pęcznienia; plastyczność, właściwości wiążące w masach ceramicznych, ogólnie biorąc — wszelkie własności fizyczne, chemiczne i technologiczne. Wskutek tych różnic występujących między poszczególnymi minerałami ilowymi, problem określenia składu mineralnego tak ilościowego, jak i jakościowego skały ilastej jest bardzo ważny i ma wielkie znaczenie nie tylko teoretyczne, ale i praktyczne. Określenie takie napotyka jednak szereg trudności wskutek wysokiego stopnia rozdrobnienia ziaren ilowych i niemożności rozdzielania chemicznego i fizycznego wielu podobnych minerałów. Jedynie analizy przeprowadzane za pomocą aparatury rentgenowskiej i mikroskopu elektronowego pozwalają zupełnie ściśle oznaczyć typ struktury krystalicznej i zidentyfikować skałę ilową pod względem mineralogicznym. Są to jednak metody nie zawsze dostępne, ze względu na trudności związane z aparaturą, dlatego też zwykle

korzysta się z innych metod, jak: chemiczna, optyczna, termiczna, mechaniczna, a wnioski wyciąga się dopiero na podstawie powiązanych ze sobą wyników różnych analiz. Prócz tego zależnie od potrzeby oznacza się dane dotyczące pewnych specyficznych własności, np. plastyczności, skurczliwości przy wysychaniu, ogniotrwałości itp. Pierwsza grupa analiz ma charakter ogólny, pozwalający na określenie składu mineralnego, co ma znaczenie zarówno teoretyczne, jak i praktyczne, ponieważ oznaczenie mineralogiczne daje od razu pewne wskazówki dotyczące własności fizycznych i technologicznych. Stwierdzenie np., że dana skała zbudowana jest w głównej swej masie z kaolinitu, pozwala wnioskować o niskiej plastyczności skały, a ponadto — o wysokiej ogniotrwałości, co stwarza możliwości eksploatacji do celów ceramicznych.

Jeśli chodzi o inne cechy ważne dla wielu gałęzi przemysłu, to jednak muszą być przeprowadzone liczne badania specjalne, mające na celu ustalenie danych technologicznych dla właściwego wykorzystania surowca. Przy określeniu skały jako montmorylonitowej same już oznaczenie mineralogiczne pozwala wnioskować o dużej zdolności chłonięcia wody (do 700% w montmorylonicie sodowym), łatwości pęcznienia, osiadania pod obciążeniem i osuwania się po zboczach (niebezpieczne dla budownictwa) oraz o cennych własnościach adsorbcyjnych, wykorzystywanych w przemyśle chemicznym, rafineryjnym i in. Wszystkie te właściwości zależnie od potrzeby muszą być dokładnie oznaczone za pomocą badań szczegółowych.

W praktyce takie wstępne oznaczenie własności skały na podstawie jej składu mineralnego jest zwykle trudniejsze, ponieważ na ogół spotykamy skały mieszane, złożone z kilku różnych minerałów ilowych o odmiennych własnościach i pozostające w różnym stosunku ilościowym. Poza ogromnym skomplikowaniem samego problemu analizy występowanie tego rodzaju zmiennych mieszanin stanowi poważne utrudnienie dla zagadnień praktycznych. W budownictwie np. podłoże o zmiennym składzie mineralnym może wykazywać różnice w zachowaniu względem wody, w sposobie osiadania pod obciążeniem i w wytrzymałości, co w pewnych przypadkach może grozić nawet katastrofą budowlaną. Również przy eksploatacji skał ilastych do celów przemysłowych zmienność surowca w obrębie złoża wymaga szeregu badań i analiz w celu ustalenia własności i możliwości zastosowania poszczególnych partii złoża. Wynika z tego konieczność dokładnego poznania właściwości różnych minerałów ilowych i usprawnienia techniki badań, co jest zagadnieniem dotychczas rozwiązany w stopniu niedostatecznym.

Ponieważ na razie jesteśmy ściśle związani z powierzchnią skorupy ziemskiej i w znacz-

nym stopniu od jej zasobów uzależnieni, skały wchodzące w jej skład stanowią ważną bazę naszego działania. Jest to jedyne podłoże naszej egzystencji, podłoże budowlane, głębokie, najpoważniejsze źródło materiałów budowlanych i surowców przemysłowych, dlatego też postęp w dziedzinie jak najbardziej wszechstronnego poznania tego, czym rozporządzamy, musi nadejść za rozwojem techniki. Wszechstronność zastosowania każdego surowca coraz bardziej wzrasta i trudno przewidzieć jeszcze przyszłe, z pewnością ogromne możliwości zastosowania minerałów i skał ilowych. Jednym z takich problemów przyszłości może być opracowanie technologiczne eksploatacji aluminium z ilów o wysokiej zawartości Al_2O_3 , co pozwoli na uzależnienie się od rzadkich i cennych rud glinu. Wielką przyszłość przed sobą ma również zagadnienie przekształcania minerałów ilowych z odmian o niekorzystnych własnościach, np. dla budownictwa — w odmiany o własnościach korzystniejszych.

Jak z tego wynika, badania ilów i ich własności fizycznych oraz technicznych nie jest problemem czysto teoretycznym, ale ma doniosłe znaczenie praktyczne, które niewątpliwie jeszcze wzrośnie w przyszłości.

Dokładne poznanie własności ilów pozwoli poza tym na rozwiązanie innych zagadnień, niezwiązanych bezpośrednio z petrografią, np. problemów biologicznych i geochemicznych. Należy tu zagadnienie genezy rop naftowych. Fast twierdził, że przy ich powstawaniu z węglowodorów prostszych substancje ilaste działały katalizująco.* Również przy powstawaniu życia na Ziemi — według teorii Bernala — ily odegrały doniosłą rolę jako katalizator przy syntezie białka organicznego.

Trudno w krótkim omówieniu dać całkowity i wyczerpujący przegląd zagadnień dotyczących skał ilowych, jednak nie ulega wątpliwości, że są one interesujące dla badaczy zarówno ze strony teoretycznej, jak i praktycznej i że kryją się w nich ogromne możliwości rozwojowe na przyszłość. Fakt dotychczasowego słabego na ogół zainteresowania problemem skał ilowych daje się wytłumaczyć tylko pozornie mało pociągającym i nie efektywnym obiektem przy badaniu i trudnościami pracy badawczej. Grupa skał klastycznych, a w niej — skały ilaste, są najslabiej poznane ze wszystkich rodzajów skał. Badania petrograficzne i mineralogiczne prowadzone nad nimi są mało spopularyzowane i ograniczają się do nielicznych tematów, często zawężonych jeszcze wskutek braków w wyposażeniu laboratoriów. Badania niezbędne do rozwiązania zagadnień praktycznych, jak: określenie warunków wytrzymałości podłoża lub zastosowania surowcowego glin w przemyśle, sprowadza się do wy-

konania typowych oznaczeń przez siły pomocnicze niezainteresowane w pogłębieniu wyników laboratoryjnych i uogólnieniu ich, często nie znające podstaw teoretycznych swej pracy i wykonujące ją zwykle w sposób mechaniczny. Oznaczeń i badań o charakterze petrograficzno-mineralogicznym wykonuje się bardzo mało, gdyż laboratoria gruntoznawcze poprzestają na oznaczaniu składu granulometrycznego, płynności i plastyczności, a w najlepszym przypadku wytrzymałości na ściskanie i kilku dalszych cech technicznych, nie przejawiając na ogół zainteresowania korelacją cech technicznych, ze składem mineralnym, genezą i warunkami występowania badanej skały ilastej.

Lepsza sytuacja jest w przemyśle ceramicznym, gdzie wpływ składu mineralnego skał ilastych daje się obserwować w sposób bardziej bezpośredni i zmusza w pewnych przypadkach do przeprowadzenia oznaczeń mineralogicznych, np. za pomocą analizy termicznej przy okazji określania przydatności badanego surowca ilowego.

Tymczasem nieliczne instytuty naukowe, które mają za zadanie naukowe opracowanie tych zagadnień w powiązaniu ich z problemami praktycznymi są ograniczone ilością i rodzajami tematów oraz możliwościami technicznymi (etatowymi, wyposażeniowymi itp.) do pewnych stosunkowo wąskich granic, pełniąc przy tym często funkcje usługowe w stosunku do zagadnień praktycznych, — jak np. orzecznictwo.

Stopniowo jednak w laboratoriach usługowych gromadzą się materiały, które mogłyby posiadać nieocenioną wartość dla rozwiązania szeregu zagadnień, w fazie początkowej — teoretycznych, a w przyszłości — już o charakterze praktycznym. Chodzi tu o problemy korelacji (dalej idące niż dotychczas) cech mineralogicznych i petrograficznych z własnościami technicznymi i technologicznymi skał ilastych oraz o możliwości wpływu na te własności dzięki obserwacjom na możliwie największym materiale okazowym jak i przy wykorzystaniu istniejących wyników laboratoryjnych.

Jest zrozumiałe, że prac takich nie można oczekiwać od laboratoriów usługowych, ponieważ nie jest to ich celem. Nie mają one również odpowiedniej obsady personalnej i wyposażenia laboratoryjnego. Możliwe jest natomiast większe zainteresowanie tymi problemami: 1) placówek naukowych, 2) personelu laboratoriów usługowych oraz zorganizowanie współpracy polegającej na przekazywaniu danych praktycznych laboratoryjnych pracownikom naukowym do dalszego opracowania i współdziałania tematycznego, co niewątpliwie okazałoby się pożyteczne dla obu stron, działających dotychczas prawie zupełnie niezależnie w jednej dziedzinie.

* Wiadomość tę zawdzięczam prof. dr A. Gawłowi.