

MARIA TURNAU-MORAWSKA i MARIA LINDNER

Mułowce glaukonitowe eocenu tatrzańskiego

STRESZCZENIE: Półmetrowa warstwa mułowców z glaukonitem, występująca w kamieniołomie „Pod Capkami” powyżej wapieni numulitowych eocenu środkowego a w dolnej części warstw florowych, została zanalizowana pod kątem widzenia składu mineralnego i struktury. Z pięciocentymetrowej warstewki, w której glaukonit nagromadził się w ilości ponad 20%, minerał ten został w toku analiz wyodrębniony, oznaczono jego skład chemiczny, własności fizyczne oraz jego stanowisko w klasyfikacji różnych typów glaukonitów. Na podstawie uzyskanych wyników analiz, autorki wyrażają pogląd dotyczący warunków środowiska sedimentacji, w którym utworzyły się mułowce glaukonitowe badanej serii eocenu tatrzańskiego.

WSTĘP

Warstwa glaukonitowa, określana w dotychczasowej literaturze geologicznej, dotyczącej eocenu Tatr jako piaskowiec glaukonitowy, stanowi według E. Passendorfera (który podał pierwszy o niej wzmiankę — 1950) wkładkę w grubym kompleksie wapieni numulitowych, leżących w kamieniołomie „Pod Capkami” powyżej drobnoziarnistych zlepieńców wapienno-dolomitowych eocenu środkowego. Kompleks ten jest według wymienionego autora przykryty żółtymi piaskowcami, w których stropie pojawiają się zlepieńce o średnicy otoczków około 2-3 cm. Warstwa ta w profilu S. Sokołowskiego (1959) miałaby swoje miejsce u podstawy warstw florowych, leżących na wapieniach numulitowych, a przykrytych warstwą wapieni organodetrytycznych ze zlepieńcem i następnie pokładem zlepieńca-brekcji, nieznannej grubości.

W sierpniu r. 1957 zebrany został przez Marię Lindner materiał skalny z warstwy glaukonitowej kamieniołomu „Pod Capkami” dla celów analizy glaukonitu. Wyniki analizy chemicznej i oznaczenia własności fizycznych tego minerału zostały przedstawione w maszynopisie pracy magisterskiej wymienionej autorki pt. „Glaukonit z mułowca eocenu tatrzańskiego” (1957). Szczegółową analizę petrograficzną warstwy glaukonitowej oraz utworów z jej spągu i stropu przeprowadziła M. Turnau-Morawska. Niektóre próbki wykorzystane w analizie, a zwłaszcza próbki

skał ze spagu i stropu warstwy glaukonitowej zostały nam dostarczone przez dr. Z. Kotańskiego, za co mu uprzejmie dziękujemy. Dziękujemy również p. Józefie Bułhak za wykonanie w pracowni fotograficznej Muzeum Ziemi fotografii szlifów mikroskopowych wapieni numulitowych ze spagu warstwy glaukonitowej.

CHARAKTER PETROGRAFICZNY WARSTWY GLAUKONITOWEJ

Wapień numulitowy ze spagu warstwy glaukonitowej

Wapień numulitowy ze spagu warstwy glaukonitowej ma w dolnej części teksturę bezładną, przechodzącą stopniowo w teksturę równoległą zaznaczoną ułożeniem dłuższych osi okruchów numulitów.

W okazie o teksturze bezładnej widać makroskopowo ciemnoszare okruchy numulitów w masie brunatno-szarej, miejscami szaro-białej z wyróżniającymi się tu i owdzie kryształkami kalcytu. Wielkość okruchów numulitów dochodzi do 1,5 cm średnicy.

Pod mikroskopem widać, że jest to skała o charakterze organodetrytycznym z węglanowo-kwarcowym detrytycznym tłem skalnym, w którym tkwią dość liczne ziarna glaukonitu (pl. IX, fig. 1). Tu i owdzie widoczne są też gniazda pirytu. Detrytus organiczny składa się w przeważającej masie z numulitów, a niektóre okruchy przypominają postaci glonów wapiennych opisane przez J. Małeckiego (1955). Liczne są też drobne otwornice, często wypełnione pirytem, a miejscami glaukonitem. Glaukonit występuje w ziarnach o bardzo urozmaiconej morfologii, na ogół jednak ziarna te mają charakter utworów przemieszczonych z pierwotnego środowiska, w którym powstały, w środowisko bardziej utleniające. Przeważają ziarna o kształtach owalnych lub kanciastych, barwy oliwkowej w centrum, zlimonityzowane na obwódkach. Rzadko obserwować można świeży, bladozielony glaukonit o kształtach owalnych, okrągłych lub kanciastych, czasem o charakterze wyraźnych pseudomorfoz po otwornicach. Wielkość ziarn glaukonitu waha się w granicach 0,06-0,2 mm średnicy. W ziarnach niezlimonityzowanych widoczne są drobne kryształki automorficznego pirytu, koncentrujące się często w zewnętrznych strefach glaukonitu.

Węgłany należące głównie do kalcytu, a w podrzędnej ilości przypuszczalnie do dolomitu, mają przeważnie charakter zespołów okrucowych, tu i owdzie tylko zrekrytalizowanych. Stowarzyszone są z okrucami ostrokrawędzistego kwarcu o średnicy 0,05-0,1 mm i okrucami skał krzemionkowych zbudowanych z drobnokrystalicznego kwarcu lub chalcedonu.

Podrzedną rolę w składzie skały odgrywają zespoły jasnobrunatnych, nisko dwójłomnych fosforanów, niekiedy o kształtach zębów ryb.

Wapień numulitowy o teksturze równoległej, przechodzący stopniowo w warstwę glaukonitową, ma podobny wygląd makroskopowy do poprzednio opisanego z tą różnicą, że w brunatno-szarym tle detrytycznym okruchy numulitów barwy ciemnoszarej ułożone są przeważnie równolegle swymi dłuższymi osiami do powierzchni warstwy.

Pod mikroskopem odczytać można wyraźnie rytmiczny charakter sedymentacji zobrazowany naprzemianległym układaniem się okruchów numulitów i mineralnej masy detrytycznej zawierającej glaukonit (pl. IX, fig. 2), częściowo być może autochtoniczny, oraz piryt miejscami nieznacznie zlimonityzowany. Okruchy zbudowane z dwójłomnych lub izotropowych fosforanów mają charakter okruchów organizmów, a niektóre należą, być może, do fosforanowych części skorupek ramienionogów. W szlifie mikroskopowym widać, że wapień przechodzi ku stropowi warstewki w mułowiec glaukonitowy, zawierający nieliczne tylko okruchy numulitów. Ziarna glaukonitu stają się też większe w miarę jak obserwujemy warstewkę opisanego wapienia od spągu do stropu, ich maksymalna średnica dochodzi do 0,25 mm. Są one barwy jasnozielonej, często o zarysach doskonale okrągłych lub owalnych, niekiedy mają charakter wyraźnych pseudomorfoz po drobnych otwornicach; rzadsze są ziarna wydłużone, blaszkowate lub kanciaste.

Mułowce glaukonitowe

Warstewka mułowca, w której glaukonit jest makroskopowo dobrze widoczny, i jego zawartość dochodzi do 20% i więcej, ma grubość tylko ok. 5-6 cm. Warstewka ta stanowi wkładkę w serii o grubości 0,5 m, w której zawartość glaukonitu przekracza jeszcze 3%. Z tej serii wzięto dla celów analizy mineralogiczno-petrograficznej 10 próbek, pobranych od spągu do stropu serii (I-X).

Zmienność składu mineralnego w obrębie warstwy glaukonitowej od spągu do stropu oznaczona drogą mikroskopowej analizy planimetrycznej jest przedstawiona w tabeli 1.

Z tabeli 1 odczytać można następujące fakty:

Od dołu procent glaukonitu szybko wzrasta, we właściwej warstewce glaukonitowej zawartość jego dochodzi do 25%, a następnie szybko się zmniejsza, spadając w stropie serii glaukonitowej do 3%.

Węglany, wśród których przeważa kalcyt obok dolomitu występującego niekiedy w postaci drobnych otoczków skał, dały się w dolnej, bogatszej w glaukonit warstewce uchwycić ilościowo w stanie czystym. Natomiast w wyższych warstewkach, osadzonych przy udziale substancji

Tabela (Chart) 1

Skład mineralny mułowców glaukonitowych z eocenu tatrzańskiego
(kamieniołom „Pod Capkami”)
w ‰ objętościowych

Mineral composition of the glauconitic siltstones from the Eocene of Tatra
volumetric percentage

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Węglany (carbonates)	69.8	63.1	60.7	17.3	26.9	33.3	36.0	41.1	35.8	40.7
Agregat ilasto-węglanowy (argillaceous- carbonate assemblage)				54.5	44.3	50.4	35.8	31.1	37.8	37.5
Glaukonit (glauconite)	15.3	19.2	25.5	15.9	16.1	9.7	11.4	5.8	7.5	3.3
Kwarc (quartz)	10.2	13.0	10.2	9.3	10.3	4.7	14.0	19.0	16.8	16.0
Piryt (pyrite)	3.9	3.2	2.7							
Fosforany (phosphates)	0.8	1.5	0.9							
Siarczki i wodorotlenki żelaza (sulphides and hydrated iron oxides)				3.0	2.4	1.9	2.8	3.0	2.1	2.5
<hr/>										
Przeciętna średnica materiału okruchowego w mm (mean size of the detrital material)	0.055	0.06	0.08	0.075	0.06	0.055	0.055	0.050	0.045	0.035
Przeciętna średnica ziarn glaukonitu w mm (mean size of glauconite grains)	0.1	0.11	0.14	0.1	0.09	0.08	0.1	0.1	0.11	0.08
Maksymalna średnica ziarn glaukonitu w mm (maximal diameter of glauconite)	0.5	0.3	0.3	0.3	0.24	0.12	0.2	0.22	0.14	0.12

ilastych, węglany występują zarówno w postaci okruchów, jak również w drobnoziarnistych zespołach razem z minerałami ilastymi.

Zawartość kwarcu waha się początkowo w niewielkich granicach, zmniejsza się w środkowej, drobnoziarnistej warstewce, natomiast bliżej stropu serii zaznacza się tendencja do wzrostu procentu kwarcu wraz ze zmniejszaniem się procentu glaukonitu.

Piryt został oddzielnie oznaczony tylko w dolnych warstewkach, gdyż bliżej stropu jest częściowo zlimonityzowany i zawartość jego obliczono wraz z zawartością limonitu.

Brak fosforanów począwszy od próbki IV może być pozorny, gdyż nie jest łatwe ich mikroskopowe wyróżnienie wśród agregatów węglanowo-ilastych.

Przeciętna średnica materiału okruchowego (węglanów detrytycznych i kwarcu) początkowo wzrasta, osiągając maksimum w warstewce silnie wzbogaconej w glaukonit, a następnie zaznacza się wyraźna tendencja do zmniejszania się ziarna ku stropowi serii.

Wielkość ziarn glaukonitu waha się w niewielkich granicach, zaznacza się jednak tendencja do zmniejszania się ich rozmiarów ku stropowi serii. Wyrazem tego jest zwłaszcza zmniejszanie się maksymalnej średnicy ziarn glaukonitu, który pojawia się w ziarnach największych tam, gdzie procent jego jest najwyższy.

Z oznaczenia przeciętnej średnicy ziarn materiału okruchowego wynika usprawiedliwienie użytego w tej pracy terminu „mułowce glaukonitowe”, jeśli się przyjmie taką klasyfikację skał okruchowych, w której do mułowców zalicza się skały o przeciętnej średnicy 0,1-0,01 mm.

Zależność zawartości glaukonitu od procentu kwarcu i od przeciętnej średnicy materiału okruchowego przedstawiona jest na wykresach (fig. 1 i 2).

Dla bliższej charakterystyki składników mineralnych badanych mułowców glaukonitowych podany jest oddzielny opis warstewek z przewagą autochtonicznego glaukonitu (próbki I, II i III) i warstewek bliższych stropu, w których przeważa glaukonit allochtoniczny, napływowy (próbki od IV do X).

Charakter petrograficzny warstewki z przewagą autochtonicznego glaukonitu

Przy obserwacji okiem nieuzbrojonym zaznacza się w tej warstewce stopniowe przejście od tekstury drobnołupkowej (w kierunku od spagu do stropu) do prawie masywnej, a barwa zmienia się od żółtawo-szarej do ciemnoszarej (na sucho) i od żółtozielonej do ciemnooliwkowo-zielonej (na mokro).

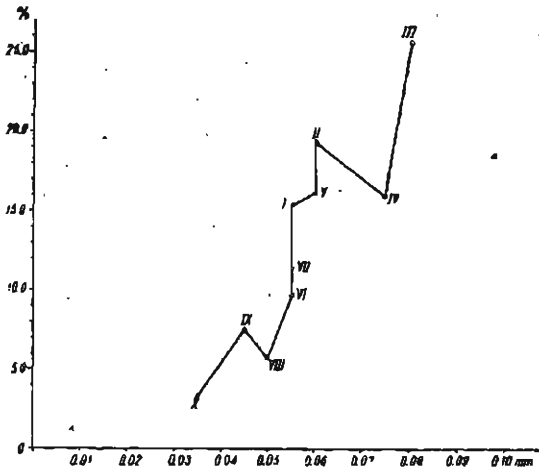


Fig. 1

Zależność zawartości glaukonitu (oś rzędnych) od przeciętnej średnicy materiału okruchowego (oś odciętych) w mułowcach glaukonitowych. I-X numery próbek

Amount of glauconite (ordinate) as function of the mean diameter of the detrital components (abscissa) in the glauconitic siltstone. I-X numbers of samples

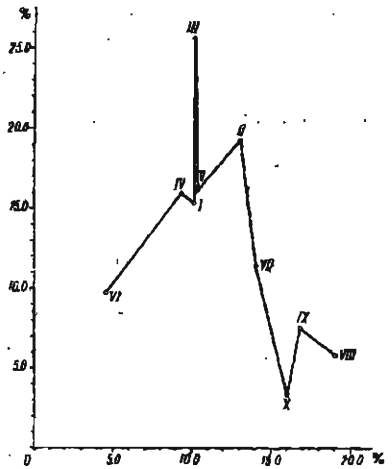


Fig. 2

Zależność zawartości glaukonitu (oś rzędnych) od zawartości kwarcu (oś odciętych) w mułowcach glaukonitowych. I-X numery próbek

Amount of glauconite (ordinate) as function of the quartz percent (abscissa) in the glauconitic siltstone. I-X numbers of samples

W mikroskopie polaryzacyjnym natomiast, zarówno w częściach łupkowatych jak i masywnych, widać subtelną rytmikę w rozmieszczeniu stref bogatszych i uboższych w glaukonit. Tekstura równoległa zaznaczona równoległym ułożeniem dłuższych osi składników mineralnych i organogenicznych zanika jednak stopniowo ku stropowi właściwej warstewki glaukonitowej.

Węgłany obliczone łącznie występują w opisanej warstewce w postaci pojedynczych kryształów, okruchów skał, okruchów numulitów i drobnych otworów, czasem przypuszczalnie okruchów glonów wapiennych oraz zbitego spoiwa. W większych okruchach skał dochodzących do 0,5 mm średnicy rozpoznać można często otoczki dolomitów. Również ziarna kalcytu mają przeważnie charakter detrytyczny, miejscami jednak ich zespoły są zrekrytalizowane i pozazębiane.

Glaukonit występuje głównie w postaci ziarn blade zabarwionych jasnoniebiesko-zielonych, rzadziej żółtozielonych, często przetkanych pirytem, tworzącym na granicy ziarna glaukonitu i węglanowego spoiwa do-

brze wykształcone kryształki (pl. X, fig. 1). Kształty ziarn glaukonitu są przeważnie elipsoidalne lub nieregularne, rzadko prawie dokładnie kuliste. Zdarzają się też ziarna ostrokrawędziste. Wśród ziarn o kształtach nieregularnych dość często można zaobserwować wyraźne pseudomorfozy po otwornicach (pl. X, fig. 2). Rysunek otwornicy jest podkreślony ułożeniem szeregów kryształków pirytu, co zaznacza się w obrazie mikroskopowym bez analizatora. Również i przy skrzyżowanych nikolach odczytać można często pierwotną kalcytową strukturę szczątków otwornicy. Agregaty drobnych blaszek, z których zbudowane jest ziarno glaukonitu tworzą koncentryczną warstwę na obwodzie ziarna i przechodzą stopniowo ku środkowi w bezładny agregat, w którego centrum znajduje się sferolit glaukonitu lub też kilka sferolitów mniej więcej symetrycznie rozmieszczonych. Podobną budowę zawierają niezglaukonityzowane szczątki otwornic zbudowane z włóknistego kalcytu. W niektórych wydłużonych ziarnach glaukonitu blaszki są ułożone równolegle; te ziarna należą być może do zglaukonityzowanych agregatów ilastych lub zglaukonityzowanych łyščzyków.

Ziarna kwarcu są przeważnie ostrokrawędziste. Ich wielkość waha się od 0,02-0,1 mm średnicy i rzadko dochodzi do 0,16 mm średnicy. Towarzyszą mu obtoczone okruchy skrytokrystalicznych rogowców lub chalcedonitów.

Siarczki żelaza występują najczęściej w postaci drobnych automorficznych ziarn pirytu. Bliżej nie oznaczalne są siarczki kłaczkowate i gruzelkowate, czasem nieznacznie zlimonityzowane. Zdarzają się formy wydłużone wypełnione siarczkami, a kształt ich przypomina szczątki roślinne.

Fosforany wapnia są zwykle izotropowe i mają kształty zębów ryb lub szczątków skorupki ramienionogów. W niektórych agregatach blaszkowatych o formach konkretyjnych blaszki wykazują słabą dwójłomność.

Akcesorycznie pojawiają się blaszki bezbarwnej miki i brunatnego lub oliwkowego turmalinu. Nie zauważono natomiast skaleni w opisanej warstwie z autochtonicznym glaukonitem.

Charakter petrograficzny warstwek z przewagą glaukonitu napływowego

W tej części warstwy glaukonitowej przeważnie już makroskopowo zaznacza się wyraźna tekstura równoległa. Barwa mułowców jest żółta-wo-szara, na mokro przybiera odcień zielonkawy, znacznie mniej intensywny niż w warstwie poprzednio opisanej.

Pod mikroskopem widać wyraźnie rytmicznie naprzemianległe rozmieszczenie grubszych ziarn węglanów, kwarcu, glaukonitu oraz brunatno-szarych drobnoziarnistych agregatów zbudowanych z węglanów, mi-

nerałów ilastych, wodorotlenków żelaza i być może pelitu kwarcowego. Węglańy należą do kalcytu, rzadziej dolomitu i mają głównie charakter okruchowy. Brak tu jest większych otoczków dolomitowych spotykanych w warstewce bogatej w glaukonit. Rzadkie są okruchy numulitów i stają się one coraz radsze w kierunku stropu warstwy. Również rzadkie są drobne otwornice.

Minerały ilaste są trudno rozpoznawalne ze względu na niejednorodność agregatów. W niektórych zespołach wyróżnić można blaszki miki białej lub illitu.

Ziarna glaukonitu o napływowym charakterze mają kształty postrzępione lub ostrokrawędziste, i często są na brzegach zlimonityzowane. Rzadsze są ziarna owalne lub amebowate o charakterze raczej autochtonicznym; charakter pseudomorfoz po otwornicach jest rzadko wyraźny. Zdarzają się ziarna wydłużone o równoległym ułożeniu blaszek, należące być może do zglaukonityzowanej substancji ilastej.

Ilość kwarcu w opisanych warstewkach początkowo się zmniejsza, jak również zmniejsza się przeciętna średnica ziarn; jest to spowodowane wzmocnionym dopływem substancji ilastych. Później jednak (począwszy od próbki VIII) zaznacza się silny wzrost zawartości kwarcu. Są to przeważnie ziarna ostrokrawędziste. Charakterystyczne jest pojawienie się skaleni jako minerałów akcesorycznych, które stają się coraz liczniejsze ku stropowi serii. Są to zbliżniaczone albitowo plagioklasy, które w przybliżeniu (na podstawie współczynników załamania) określić można jako należące do albitu i oligoklazu.

Z minerałów ciężkich pojawiają się cyrkon i turmalin. Piryt jest w znacznej części zlimonityzowany. Stosunkowo licznie pojawiają się okruchy rogowców zbudowane ze skrytokrystalicznego kwarcu lub chalcodonu.

Warstewka przejściowa do bezglaukonitowych warstw florowych

W stropie warstwy z mniej lub więcej wyraźnie widocznym makroskopowo glaukonitem, ok. 60 cm od spagu warstwy glaukonitowej, występują łupki ilasto-mułkowe, szare z lekko żółtawym odcieniem, wyraźnie reagujące na kwas solny.

Pod mikroskopem widoczne są okruchy kalcytu i kwarcu o wymiarach średnicy poniżej 0,1 mm, scementowane brunatno-szarą substancją ilasto-węglanową, zawierającą domieszki wodorotlenków żelaza i przypuszczalnie substancji bitumicznych. Zawartość glaukonitu, który jest silnie zlimonityzowany i tworzy ziarna ostrokrawędziste lub nieregularne, spada poniżej 1%. Siarczki żelaza mniej lub więcej zlimonityzowane

tworzą najczęściej pałeczki wydłużone o zarysach szczątków roślin. Liczne są okruchy zbliżonych plagioklazów, miki bezbarwnej i rogowców. Zawartość kwarcu wynosi co najmniej 10%. Szczątków numulitów nie dostrzega się, zdarzają się natomiast szczątki drobnych otwornic.

WŁASNOŚCI FIZYCZNE I SKŁAD CHEMICZNY GLAUKONITU Z WARSTWY GLAUKONITOWEJ EOCENU TATRZAŃSKIEGO

Dla celów analizy mineralogicznej glaukonit został wyodrębniony z warstewki najbogatszej w ten minerał (próbka III). Ponieważ wielkość ziarn glaukonitu w tej próbce waha się od 0,08 do 0,22 mm średnicy, do celów separacji tego minerału użyty został materiał mułkowy, który pozostał po odsianiu innych frakcji na sitach o wielkości oczek 0,075 mm i 0,2 mm. Z tego materiału glaukonit został wyodrębniony przy użyciu bromoformu o gęstości ok. 2,8. Po przemyciu i wysuszeniu frakcji ciężkiej, jej zanieczyszczenia zostały częściowo usunięte przy pomocy elektromagnesu. Ostatecznego oczyszczenia agregatu ziarn glaukonitu przeznaczonego do analizy dokonano przez ręczne wybieranie czystych ziarn igłą pod lupą binokularną. Preparat mikroskopowy wykonany z tak oczyszczonej próbki nie budził zastrzeżeń co do czystości, gdyż w polu widzenia ukazał się tylko ułamek procentu ziarn glaukonitu poprzeraśtanym kwarcem lub pirytem.

Gęstość badanego glaukonitu, oznaczona przy pomocy wagi hydrostatycznej, wynosi 2,28. Według danych K. Smulikowskiego (1954) gęstość glaukonitu waha się od 2,2-2,9. Glaukonit eocenu tatrzańskiego zbliża się więc gęstością do dolnej granicy gęstości tego minerału.

Współczynniki załamania światła oznaczone przy użyciu cieczy imersyjnej alfa-chloronaftalenu wahają się w granicach od 1,568 do 1,591. Wartości te są niższe od podawanych dla glaukonitu (Smulikowski op. cit.), a są tylko nieznacznie wyższe od danych podawanych dla folidoidu. Według tej cechy można by badany glaukonit zaliczyć do typu przejściowego między folidoidem i glaukonitem.

Niskie wartości dla gęstości i współczynników załamania badanego glaukonitu związane są ze stosunkowo niską zawartością żelaza. Wniosek ten nasuwał się już przy obserwacji bladej barwy glaukonitu, a ściśle został potwierdzony wynikami analizy chemicznej.

Przeliczenie analizy chemicznej (tabela 2) według metody S. Hendricksa i C. Rossa (1941) dało następujący wzór krystalochemiczny dla badanego glaukonitu.



Tabela (Chart) 2

Skład chemiczny glaukonitu z eocenu tatrzańskiego
(Kamieniołom „Pod Capkami”) %/0 wagowe
Chemical composition of the glauconite from the Eocene of Tatra
weight percentage

SiO ₂	50.65
Al ₂ O ₃	13.50
Fe ₂ O ₃	13.85
FeO	0.53
MgO	3.48
CaO	0.82
K ₂ O	7.45
Na ₂ O	0.13
MnO	śląd (trace)
TiO ₂	0.07
P ₂ O ₅	0.23
S	0.30
H ₂ O —	3.30
H ₂ O +	6.10

W trójkącie koncentracyjnym Al_1Al_0R zastosowanym przez K. Smulikowskiego (1954), punkt projekcyjny odpowiadający składowi badanego glaukonitu eoceńskiego leży w polu glaukonitów glinowych bliższych naroża Al_1 , czyli w polu glaukonitów o charakterze przejściowym do folioidów.

Jak widać z figury 3, punkty projekcyjne pola glaukonitów glinowych odpowiadają glaukonitom ze skał bardzo różnego wieku, od współczesnych do wczesnopaleozoicznych. Wspólną cechą większości tych skał jest występowanie w wapieniach lub piaskowcach o spoiwie wapnistym, do których należy przypuszczalnie również piaskowiec jurajski z Ukrainy. Mułowiec glaukonitowy eocenu tatrzańskiego jest niewątpliwie skałą detrytyczną, ale także bogatą w węglan wapnia. Pewną zależność składu glaukonitu od składu skały, w której glaukonit się znajduje podkreśla K. Smulikowski (op. cit.) zaznaczając, że zależność ta nie jest prosta z powodu nakładania się wielu czynników.

CHARAKTER ŚRODOWISKA SEDYMENTACJI MUŁOWCÓW GLAUKONITOWYCH EOCENU TATRZAŃSKIEGO

Nasze wnioski dotyczące warunków tworzenia się mułowców glaukonitowych opierają się jedynie na analizie skały i zawartego w niej glaukonitu z odsłonięcia w kamieniołomie „Pod Capkami”. Próba charak-

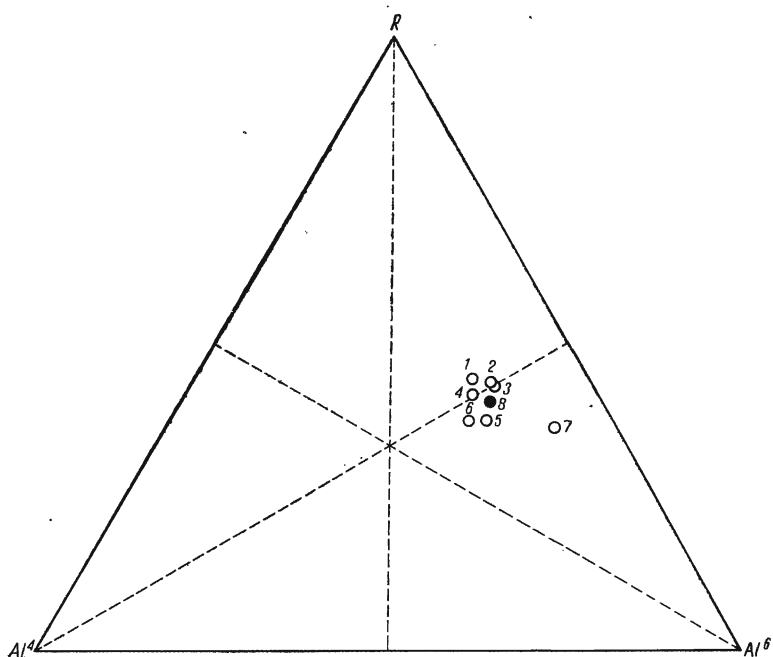


Fig. 3

Analizy glaukonitów glinowych w trójkącie koncentracyjnym $Al^4 Al^6 R$

Al^4 glin zastępujący krzem w warstwach tetraedrycznych, Al^6 glin w warstwie oktaedrycznej, R suma kationów międzywarstwowych. 1 glaukonit z wapienia ordowickiego, Estonia (an. Glinka), 2 glaukonit współczesny, Monterey Bay (an. Hanke), 3 glaukonit senoński, Szwecja (an. Sahlbom), 4 glaukonit z piasku sylurskiego, Estonia (an. Kupffer), 5 glaukonit z kredowego wapienia oolitego, Szkocja, 6 glaukonit z piaskowca jurajskiego, Ukraina (an. Glinka), 7 glaukonit z dolnego ordowiku, Szwecja (an. Palmquist), 8 glaukonit z eocenu tatrzańskiego (an. Lindner)

Glauconite analyses in the concentration triangle $Al^4 Al^6 R$

Al^4 aluminium replacing silicon in tetrahedral layers, Al^6 aluminium taking part in the octahedral layer, R sum of interlayer cations. 1 glauconite, Ordovician limestone, Esthonia (an. Glinka), 2 recent glauconite, Monterey Bay (an. Hanke), 3 Senonian glauconite, Sweden (an. Sahlbom), 4 glauconite from Silurian sand, Esthonia (an. Kupffer), 5 glauconite from Cretaceous oolitic limestone, Scotland, 6 glauconite from Jurassic sandstone, the Ukraina (an. Glinka), 7 Lower Ordovician glauconite, Sweden (an. Palmquist), 8 glauconite from the Eocene, Tatra (an. Lindner)

terystyki środowiska i przebiegu tworzenia się warstewki będzie może wymagała w przyszłości uzupełnienia lub modyfikacji, jednakże wyniki obserwacji zestawione w tym artykule oparte są na dostatecznych analizach, aby je wykorzystać dla przedstawienia takiej próby.

Analiza chemiczna glaukonitu z eocenu z kamieniołomu „Pod Capkami” wykazała, że należy on — według klasyfikacji K. Smulikowskiego — do glaukonitów glinowych charakteryzujących się przewagą glinu nad żelazem. Pod względem gęstości, współczynników załamania oraz mało intensywnej barwy zbliża się on do grupy folidoidów, jednak wyraźnie ziarnista budowa i charakterystyczne kształty przemawiają za zaliczeniem go do grupy właściwych glaukonitów. Według klasyfikacji L. Gorbunovej (1950) jest to glaukonit o charakterze przejściowym między drugim a trzecim typem wyróżnionym przez tę autorkę; taki glaukonit może wchodzić w skład margli mniej lub więcej wapnistych i tworzyć się na granicy szelfu lub nawet poza jego granicą. Badany glaukonit eoceński utworzył się zatem w warunkach spokojniejszej sedymentacji i w morzu nieco głębszym niż typowe, silnie żelaziste glaukonity dotąd na terenie Polski poznane i opisane.

Nie ulega wątpliwości, że pojawienie się osadów glaukonitowych oddzielonych ostrą granicą od spagowych wapieni numulitowych jest wyrazem nagłej zmiany w warunkach sedymentacji eocenu tatrzańskiego. W mikroskopie ostrość tej granicy staje się nieznacznie mniej jaskrawa. Zaznacza się tu strefa przejściowa, która ma charakter kilkunastomilimetrowego zespołu mikrorytmów sedymentacji organodetrytycznej i detrytycznej z glaukonitem; już jednak w obrębie jednego szlifów mikroskopowego pojawia się nagły zanik rytmu organodetrytycznego i silne wzbogacenie agregatu kwarcowo-węglanowego w glaukonit.

Zmiana środowiska prowadząca do warunków sprzyjających tworzeniu się osadów z glaukonitem zaznaczyła się w kilku fazach. W pierwszej fazie pogorszyły się warunki dla życia numulitów — przyczyny mogły być różne, ale na podstawie faktów litologicznych są one trudno uchwytnie — po czym nastąpiło gromadzenie się obumarłych szczątków wraz z materiałem terygenicznym w wapieniach numulitowych. W drugiej fazie uległy zahamowaniu procesy erozyjne na lądzie, o których urozmaiconym przebiegu we wcześniejszych stadiach sedymentacji eocenu tatrzańskiego dowiadujemy się z prac E. Passendorfera (1950) oraz J. Tokarskiego i A. Oberca (1951). W spokojniejszej, być może nieznacznie głębszej wodzie morskiej osadzały się resztki numulitów, głównie wydłużone ich szczątki. Wraz z nimi gromadził się skąpy materiał terygeniczny oraz napływowy glaukonit, utworzony w płytszej, może bardziej utlenionej części zbiornika przez glaukonityzację substancji ilastej, częściowo zamkniętej w skorupkach otwornic. Zahamowanie procesów ero-

zyjnych na wyspie tatrzańskiej mogło być związane ze zmianami cykli erozyjnych. W trzeciej fazie ukształtowało się środowisko sprzyjające osadzeniu się właściwych osadów z glaukonitem. Dopływ materiału terrygenicznego i sedymentacja detrytus organicznego uległy wstrzymaniu, a prądy denne przerabiał materiał już osadzony. Wypłukiwanie nadmiaru pelitu wapienno-ilastego i substancji organicznej stwarzało warunki oksydacyjno-redukcyjne odpowiednie dla tworzenia się glaukonitu. Proces ten zachodził przypuszczalnie głównie na drodze glaukonityzacji substancji ilastej, względnie ilasto-żelazistej zachowanej w pustych miejscach skorupki otwornic. Rzadziej mogła tu zachodzić glaukonityzacja minerałów z grupy łyszczyków czy innych minerałów zawierających potas, gdyż materiał eocenu tatrzańskiego jest na ogół ubogi w te składniki.

Po utworzeniu się właściwej warstewki glaukonitowej z obfitym, przypuszczalnie głównie autochtonicznym glaukonitem, nastąpiło znów wzmożenie erozji na lądzie, który jednak znacznie zrównany i pokryty szatą roślinną dostarczał jedynie bardzo drobnoziarnistego detrytus mineralnego. Sporadycznie napływały tu i szczątki roślin, które w czasie diagenety ulegały pirytyzacji. Obecność skaleni i łyszczyków w mułowcach uboższych w glaukonit, nie spotykanych w niższych seriach eocenu nasuwa przypuszczenie, że powolnemu wynurzeniu ulegały jakieś nowe warstwy, poprzednio nie dostępne czynnikom erozyjnym. Zbyt szybka sedymentacja materiału ilasto-mułkowego nie sprzyjała już tworzeniu się glaukonitu, który coraz bardziej przybiera charakter minerału napływowego, a wreszcie zanika lub występuje w śladach.

Diagramy (fig. 1 i 2) stanowią ilustrację i uzupełnienie powyżej nakreślonego obrazu tworzenia się mułowców glaukonitowych. Na figurze 1 widać, że średnia wielkość ziarna mułowca glaukonitowego wzrasta od próbki I (spąg warstwy glaukonitowej) do próbki III (największa koncentracja glaukonitu), a zarazem wzrasta procent glaukonitu. Jest to następstwem wypłukiwania pelitu przy częściowym rozmywaniu osadu, z czym wiąże się lepsze przewietrzanie strefy akumulacji osadu sprzyjające tworzeniu się glaukonitu. W wyższych elementach mułowców glaukonitowych konsekwentnie maleje procent glaukonitu wraz ze zmniejszaniem się wielkości ziarna mułowca. Nowy napływ frakcji pelitowej, być może już z odmiennego źródła, stwarza coraz mniej sprzyjające warunki dla tworzenia się glaukonitu.

Na figurze 2 widać, że w warstwie glaukonitowej początkowo wzrasta procent glaukonitu wraz ze wzrostem procentu kwarcu, co jest związane z wypłukiwaniem pelitu ilasto-wapiennego. W osadzie wyżej leżącym procent glaukonitu zmniejsza się na ogół ze wzrostem zawartości kwarcu, gdyż wraz z dopływem nowego materiału terrygenicznego pogarszają się warunki dla powstawania autochtonicznego glaukonitu. Stanowisko od-

osobnione na diagramie zajmuje punkt projekcyjny próbki VI. W próbce tej bogatej w agregat ilasto-węglanowy kwarc ukrywa się być może wśród spoiwa w postaci pelitu, a zawartość jego oznaczona planimetrycznie jest zbyt niska w porównaniu z rzeczywistością.

We współczesnych rozważaniach, dotyczących genezy glaukonitu, mniejszą uwagę zwraca się na problem źródła materiału podlegającego glaukonityzacji, niż na warunki sprzyjające temu procesowi. Takie stanowisko jest słuszne, gdyż w basenie morskim zwykle znajduje się dostateczna ilość substancji zarówno rozpuszczonych jak i zawieszonych, z których może się utworzyć glaukonit. W odniesieniu do genezy glaukonitu eocenu tatrzańskiego nie można jednak całkowicie zlekceważyć poglądu C. W. Corrensa, przedstawionego z okazji kongresu geologicznego w Algierze (1952). Autor ten widzi przyczynę tworzenia się glaukonitu w dopływie substancji roślinnej zawierającej potas w niewielkiej odległości od wybrzeża. Dowóz potasu w postaci szczątków roślin może się wydawać zbyt liczny wobec dostatecznej zawartości tego pierwiastka w wodzie morskiej. Już jednak L. Cayeux (1897) podkreśla znaczenie wspólnego występowania glaukonitu ze skałami potasowymi i łyszczykami stwierdzając, że obecność potasu sprzyja tworzeniu się glaukonitu. Pogląd ten znalazł potwierdzenie w licznych obserwacjach dotyczących tworzenia się glaukonitów zarówno współczesnych jak i kopalnych. Nie ma więc powodu odrzucać poglądu, że zwiększenie koncentracji potasu w osadzie dzięki obecności substancji roślinnej sprzyja tworzeniu się glaukonitu. Skały erodowane w okresie sedymentacji eocenu Tatr były niewątpliwie ubogie w potas. Trzon krystaliczny Tatr nie był wówczas odsłonięty, a przerażane w toku sedymentacji eocenu osady reglowe nie wykazują według dotychczasowych danych obfitości potasu, są natomiast lokalnie bogate w żelazo i krzemionkę. Zwiększenie koncentracji tego pierwiastka, dzięki akumulacji substancji roślinnej w strefie przybrzeżnej morza środkowego eocenu, mogło więc odegrać pewną rolę w procesie tworzenia się glaukonitu. Nadmiar substancji roślinnej i nowy dopływ materiału ilasto-mułkowego wstrzymał ten proces w czasie kształtowania się leżących wyżej warstw florowych.

Substancja ilasto-żelazista podlegająca glaukonityzacji w warstwie glaukonitowej eocenu, a wypełniająca często puste miejsca w skorupkach otwornic mogła pochodzić z rozmywania skał ilastych, skał marglistych neokomu, a także kajpru, bogatego według analiz Cz. Kuźniara (1913) w substancję laterytową.

W obrazach mikroskopowych mułowców eocenu tatrzańskiego uderza obfitość piryty, którego regularne kryształki przerastają często ziarna glaukonitu, a także gromadzą się w spoiwie skały w postaci większych gniazd i wreszcie impregnują szczątki organiczne. Mineral ten utworzył

się w jednym z późniejszych stadiów diagenety, być może już w skale częściowo skonsolidowanej, w której środowisko stało się redukcyjne wskutek procesów rozkładu resztek szczątków zwierzęcych i roślinnych. Glaukonit natomiast kształtował się we wczesnym stadium diagenety, w osadzie nieskonsolidowanym, w środowisku obojętnym lub nawet słabo utleniającym.

*Zakład Petrografii Skał Osadowych
Uniwersytetu Warszawskiego
Warszawa, w listopadzie 1958 r.*

LITERATURA CYTOWANA

- CAYEUX L. 1897. Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. Mém. Carte Géol. détaillée de la France.
- CORRENS C. W. 1952. Zur Geochemie des Eisens (Symposium sur les gisements de fer du Monde). — Congr. Géol. Int. Alger, vol. II. Alger.
- GORBUNOVA L. J. 1950. Glaukonity jurskich i niżnemełowych otłóżeń centralnej części ruskiej platformy. — Trudy Inst. Geol. Akad. Nauk SSSR, wyp. 114, no. 40. Moskwa.
- HENDRICKS S. B. & ROSS C. S. 1941. Chemical composition and genesis of glauconite and celadonite. — Am. Min., vol. 26, p. 683-708.
- KUŹNIAR CZ. 1913. Skały osadowe tatrzańskie. — Spraw. Pol. Akad. Um., t. 18, nr 7, s. 13. Kraków.
- MAŁECKI J. 1955. Glony wapienne eocenu Tatr (The calcareous Algae of the Tatra Eocene). — Roczn. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. XXIV, z. 2. Kraków.
- PASSENDORFER E. 1950. Z zagadnień transgresji eocenu w Tatrach (Sur les problèmes de la transgression éocène dans la Tatra). — Ibidem, t. XX, z. 1-2.
- SOKOŁOWSKI S. 1959. Zdjęcie geologiczne strefy eocenu numulitowego wzdłuż północnego brzegu Tatr Polskich — sprawozdanie wstępne (Geological map of the nummulitic Eocene in the zone parallel to the northern margin of the Polish Tatra — preliminary report). — Biul. I. G. (Bull. Inst. Géol. Pol.) 1. Materiały do geologii Tatr i Podhala. Warszawa.
- TOKARSKI J. & OBERC A. 1951. Z petrografii eocenu Tatr. Kamieniołom „Pod Capkami” (Contribution to the petrography of the Eocene of the Tatra Mountains). — Roczn. P. T. Geol. (Ann. Soc. Géol. Pol.), t. XXI, z. 4. Kraków.

M. ТУРНАУ-МОРАВСКА и М. ЛИНДНЭР

ГЛАУКОНИТОВЫЕ АРГИЛЛИТЫ ТАТРАНСКОГО ЭОЦЕНА

(Резюме)

Авторы провели петрографический анализ аргиллитов, встречающихся в кровле нумулитовых известняков татранского среднего эоцена, а в нижней части — сланцев, богатых флорой. Глауконит,

содержание которого в аргиллитах доходит до 25%, обладает физическими свойствами и химическим составом соответствующим, согласно классификации Смуликовского (1954) алюминиевым глауконитам. По мнению Горбуновой (1950), глауконит такого типа может образоваться на границе шельфа или даже вне его границы. Согласно мнению авторов настоящей работы, слой аргиллитов татранского эоцена образовался в связи с заторможением эрозионных процессов на материке и внезапным углублением бассейна седиментации.

В выводах, касающихся источника субстанций, необходимых для образования глауконита, авторы приывают во внимание мнение Корренса (1952), что богатая калием растительная субстанция может играть важную роль в формировании этого минерала. Подвергающаяся глауконитизации глинистая субстанция, часто замкнутая в ракушках фораминифер, могла — по мнению авторов — быть результатом размыва меловых мергелей, часто богатых пиритом, или кейперовых глин, содержащих латеритовые субстанции.

M. TURNAU-MORAWSKA & M. LINDNER

GLAUCONITIC SILTSTONES IN THE TATRA EOCENE

(Summary)

ABSTRACT: Petrographic studies have been made of glauconitic siltstones occurring in the Tatra Eocene as an intercalation resting upon nummulitic limestones in the lower part of shales rich in plant remains. The glauconite was separated, its chemical analysis performed and physical properties determined. Its position in the classification scheme of glauconite types was designated. Suppositions concerning environmental conditions of the investigated glauconitic siltstones are here presented.

Glauconitic siltstones occurring as a layer, up to 0.5 m. thick, in the Middle Eocene of Tatra, were submitted to a petrographical analysis. This layer forms an intercalation resting upon nummulitic limestones with plant bearing shales at the bottom. The glauconite, whose content in the glauconitic siltstones amounts to 25 percent is mainly autochthonous in the lower part of the bed, being formed probably for the most part in the interior of foraminiferous shells. In the upper part of the bed allochthonous grains prevail, the glauconite percent diminishes with increase of terrigenous detritus and this mineral disappears in a stratum rich in plant remains. The chemical composition and physical properties of the separated glauconite show that the investigated mineral belongs to the group of aluminous glauconites which, in K. Smulikowski's (1954)

Classification scheme present an intermediate link between typical iron-rich glauconites and the folioids. In the scheme of L. J. Gorbunova (1950) the investigated glauconite is intermediate between the second and third type discerned by that author, occurring mostly as a constituent of marls and deposited in somewhat deeper regions than sediments with typical iron glauconite.

The authors of this paper suppose that the formation of glauconitic beds in the Tatra Eocene, occurring as an intercalation between deposits of distinctly different lithological character, was connected with decreased land erosion processes, perhaps with the development of a plant cover. Consequently the deposition of detritus decreased considerably. In some parts of the basin negative sedimentation and water currents produced conditions favourable for the transformation into glauconite of clay matter retained in foraminiferous shells.

In conclusions concerning the provenance of material necessary to the formation of glauconite, the authors take into account the view of Correns (1952) who, in the plant detritus as source of potassium sees an important factor in the over mentioned process. The association of potassic minerals with glauconite was emphasized already by L. Cayeux (1897) who inferred that concentration of potassium is favourable to glauconite formation. On results of investigation the source rocks of the Eocene deposits of Tatra were probably poor in potassic minerals. One may suppose that plant remains, whose fragments are observed in the glauconitic bed, contributed to form a chemical environment adequate for glauconite development. In the upper part of the glauconitic beds the glauconite percent decreases in spite of the increase of plant remains. This may be explained by increase of fine detritus destructive to conditions favouring glauconite formation.

The authors suppose that the clay matter often enclosed in the foraminiferous shells and transformed into glauconite, derived from Keuper clays, poor in potassium but rich in compounds of lateritic character (Cz. Kuźniar 1913).

Glauconite from the Eocene mudstones of Tatra was probably formed during an early stage of diagenesis, whereas pyrite often occurring as regular crystals originated during a later stage in a rather reducing environment.

*Institute of Petrography of Sedimentary Rocks
of the Warsaw University
Warszawa, November 1958*

OBJAŚNIENIA DO PLANSZ IX-X

DESCRIPTION OF PLATES IX-X

PL. IX

Fig. 1

Obraz mikroskopowy wapienia numulitowego o teksturze bezładnej ze spagu warstwy glaukonitowej eocenu tatrzańskiego (kamieniołom „Pod Capkami”) ×10

Bez analizatora

Fot. J. Buřhak

Microphotograph of the nummulitic limestone from the bottom of the glauconitic siltstones, Eocene of Tatra ×10

Without analyser

Fig. 2

Obraz mikroskopowy wapienia numulitowego o teksturze równoległej ze spagu warstwy glaukonitowej eocenu tatrzańskiego (kamieniołom „Pod Capkami”) ×10

Bez analizatora

Fot. J. Buřhak

Microphotograph of the fine-bedded nummulitic limestone from the bottom of the glauconitic siltstones, Eocene of Tatra ×10

Without analyser

PL. X

Fig. 1

Obraz mikroskopowy mułowca glaukonitowego z eocenu tatrzańskiego. Kamieniołom „Pod Capkami”. W polu widzenia glaukonit, kwarc, okruchy węglanów oraz piryt, często automorficznie wykształcony ×65

Bez analizatora

Fot. K. Lydka

Microphotograph of glauconitic siltstone from the Eocene of Tatra. Glauconite, quartz, fragments of carbonates and pyrite, often automorphic ×65

Without analyser

Fig. 2

Obraz mikroskopowy mułowca glaukonitowego z eocenu tatrzańskiego. Kamieniołom „Pod Capkami”. Szkielet wapienny oraz wnętrze otwornicy wypełnione są glaukonitem i pirytem ×65

Bez analizatora

Fot. K. Lydka

Microphotograph of glauconitic siltstone from the Eocene of Tatra. Fragment of a foraminifer impregnated with glauconite and pyrite ×65

Without analyser



Fig. 1

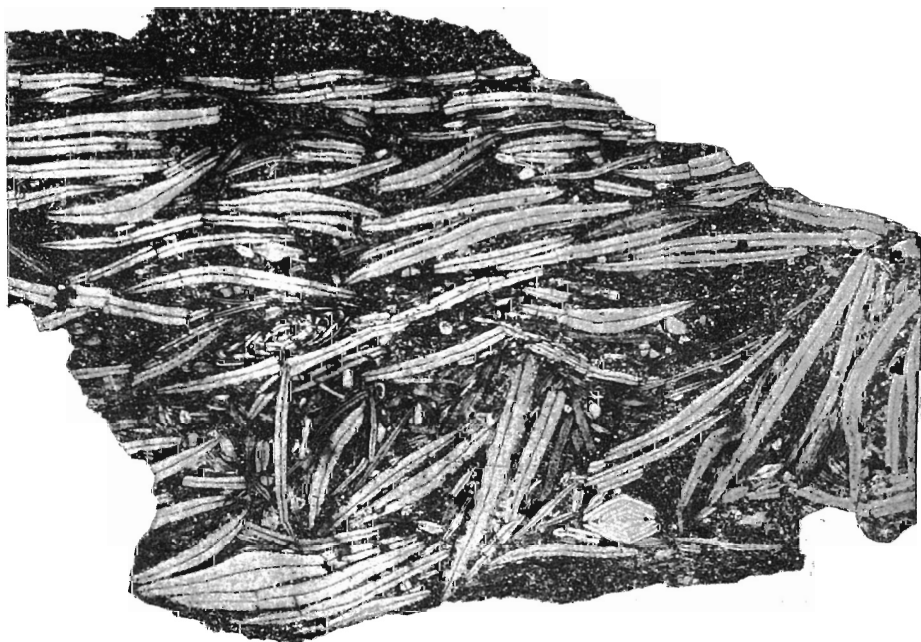


Fig. 2

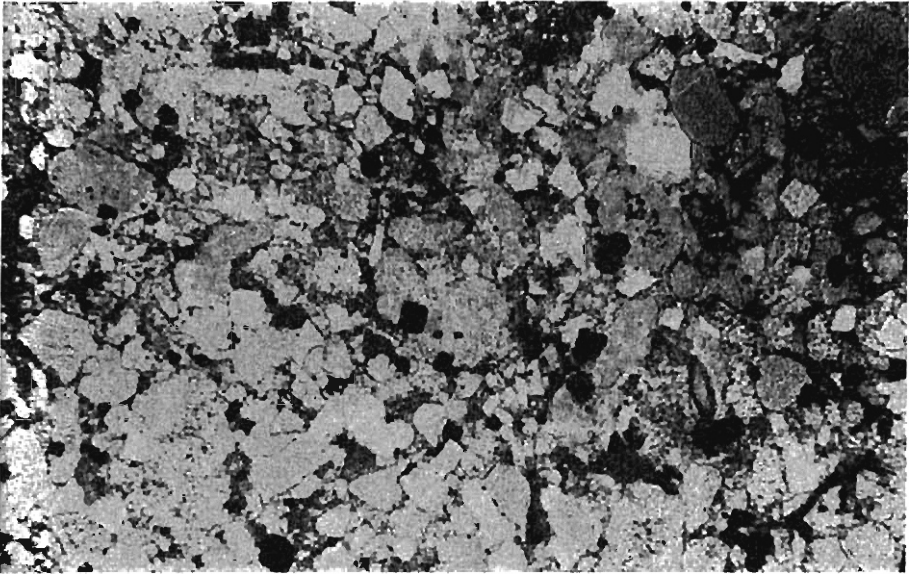


Fig. 1

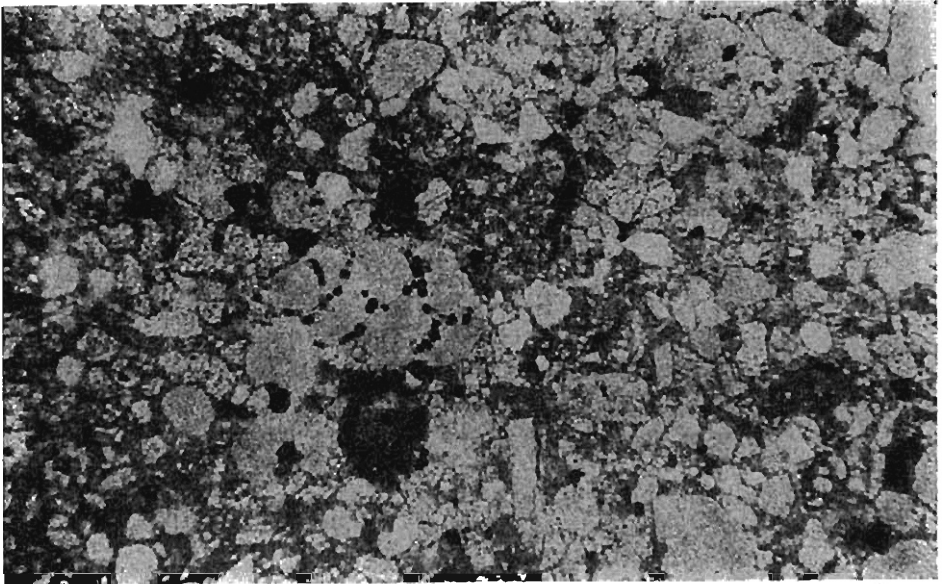


Fig. 2