

Bentonit w dolomitach eiflu w Jurkowicach koło Klimontowa

Opracowanie wykonano w związku ze stwierdzeniem przez J. Czermińskiego w 1960 r. bentonitu w dolomitach eiflu. Część geologiczną opracował pierwszy ze współautorów, część petrograficzną — drugi.

CZEŚĆ GEOLOGICZNA

W Jurkowicach koło Klimontowa w utworach dolnego kambru anty-klinorium klimontowskiego występuje zafałdowany płat dewonu. Wapienie i dolomity środkowego dewonu tworzą tu w kilku punktach terenu malownicze skałki. Są one w paru miejscach eksploatowane. Punkt największej eksploatacji znajduje się w obrębie dolomitów eiflu, wydobywanych na kruszywo do celów drogowych. Kamieniołom ten znajduje się około 1 km na wschód od wsi Jurkowice, na południe od szosy Jurkowice — Bogoryja.

Eifelski wiek dolomitów uzasadniał J. Samsonowicz (1934). Dolomity te były oznaczone na mapach przez J. Czarnockiego, a ostatnio przez M. Pajchlową (1960) i wzmiankowane przez J. Czermińskiego (1960). Wiek tych dolomitów jest określony na podstawie cech litologicznych, analogicznych do dolomitów eifelskich, ciągnących się na zachód, dobrze już poznanych w Zaldowie, Winnej, Olszownicy, Nowym Stawie i Łagowie. Dolomity w wymienionych miejscowościach uważane są za eifelskie, ponieważ leżą zgodnie na utworach dolnodewońskich, a ku górze przechodzą w dolomity żywetu.

Paleontologicznie udokumentowany wiek posiadają w Jurkowicach wapienie żyweckie z liczną fauną koralową, leżące już nad dolomitami. Występująca w dolomitach fauna, zwłaszcza koralowa, chociaż źle zachowana, może po opracowaniu dać podstawy do pewniejszej niż dotychczas klasyfikacji wiekowej dolomitów.

Dolomity w Jurkowicach są na ogół średnioławicowe, rzadziej gruboławicowe z powtarzającymi się wielokrotnie wkładkami margli dolomitycznych lub niekiedy zielonych ilów. Dolomity te są prawie wyłącznie kryptokrystaliczne, popielatoszare, często z odcieniem brązowym. Rozciągłość i upad warstw są zmienne. Pomiaru dokonane w kamieniołomie dały następujące wartości: $170^{\circ}/30^{\circ}$ E i $220^{\circ}/22^{\circ}$ SE. W niektórych miejscach, zwłaszcza w ścianie południowej, upady są łagodniejsze, a warstwy leżą prawie poziomo.

Eksploracja dolomitu w Jurkowicach odbywa się głównie na ścianie kamieniołomu o kierunku NW-SE, przesuując się ku NE. W tej części ściany (fig. 1) występuje wkładka bentonitu o miąższości 20 cm. W jej spągu i stropie dolomit wykształcony jest w postaci kilku-milimetrowych, drobno laminowanych warstewek.

Bentonit makroskopowo przedstawia się jako skała dość zwięzła, biała, mająca często w przekroju poprzecznym teksturę łuskowatą, z nieregularnie rozmieszczonymi smugami i gniazdami o zabarwieniu żółtym. Szczegółowy profil warstwy bentonitu, sporządzony w kwietniu 1959 r., pozwala na wyróżnienie w nim pewnych odmian (fig. 2).

Warstwa bentonitu utrzymuje na całej obserwowanej długości stałą miąższość. Warstwa bentonitu zachowała się również fragmentarycznie w górnej części ściany północno-zachodniej.

Dotychczas utwory typu bentonitów w dewonie Gór Świętokrzyskich nie były znane. Przegląd miejsc występowania bentonitów w starszym paleozoiku Gór Świętokrzyskich dają H. Tomczyk i W. Ryka (1959).

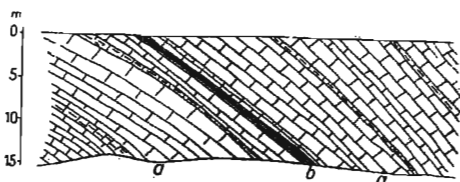


Fig. 1. Fragment ściany w kamieniołomie: dolomity z wkładką bentonitu
Fragment of quarry wall: dolomites with bentonite intercalations

a — dolomit szary, kryptokrystaliczny, średnio- i cienkoławicowany z pojedynczymi wkładkami dolomitów marglistych; b — warstwa bentonitu białżółtego, grubości 20 cm (na rys. powiększona); szczegółowy profil warstwy bentonitu na fig. 2.

a — grey cryptocrystalline dolomite, medium- and thin-laminated with sporadic intercalations of marly dolomites; b — whitish-yellow bentonite bank, 20 cm. thick (shown enlarged in Figure); the detailed section of the bentonite bank is shown in Fig. 2.

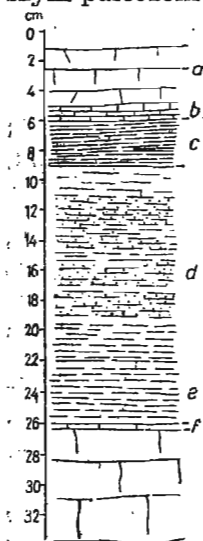


Fig. 2. Profil warstwy bentonitu
Section of bank of bentonite

a — dolomit cienkoławicowy, mikrokrystaliczny, szary; b — dolomit drobno laminowany, mikrokrystaliczny, ciemnoszary; c — bentonit żółty, w świeżych przełamach jasnoszary z odcieniem niebieskawym, drobnowarstwowany; d — bentonit biały, miejscami pożółkły, niekiedy w dotyku szorstki (w miejscach kropkowanych), łusczkowaty; e — bentonit żółty z białymi plamami, łusczkowaty; f — dolomit mikrokrystaliczny, jasnoszary

a — thin-bedded microcrystalline grey dolomite; b — fine-laminated microcrystalline dark-grey dolomite; c — yellow bentonite, light-grey with bluish tint in fresh fractures, fine-laminated; d — bentonite, white, locally yellowish, and locally (at spotted places) craggy with a scaly texture; e — yellow bentonite with white spots, scaly; f — microcrystalline light-grey dolomite

W młodszym paleozoiku znane są w Górach Świętokrzyskich utwory piroklastyczne, wyrażone w postaci tufitów. W dolnym dewonie w Barczy opisał je J. Czarnocki (1936), a następnie S. Małkowski (1954). Ostat-

nio petrograficzne ich opracowanie wykonała I. Kardymowicz (1960). W dolnym karbonie w Zarembach notował tufity J. Czarnocki (1928), a następnie S. Małkowski (1954); pod względem petrograficznym opracowała je ostatnio również I. Kardymowicz (1961).

Tak więc bentonity występujące w dolomitach eiflu w Jurkowicach są pierwszym stwierdzonym punktem ich występowania nie tylko w dewonie Gór Świętokrzyskich, lecz w młodszym paleozoiku w ogóle.

Należy podkreślić, że w toku szczegółowych badań profilu eifelskiego w dolinie Łagowicy, prowadzonych przez autora (J. Czermiński 1960), nie udało się stwierdzić bentonitów, pomimo że seria eifelska, składająca się z naprzemianległych dolomitów i łupków ilastych, była specjalnie pod tym kątem obserwowana. Nie wykluczone jest jednak, że bentonity w profilu Łagowicy mogą występować na południowym zboczu doliny, z której nie pobrano i nie zbadano próbek w sposób ciągły.

Stwierdzenie w przyszłości występowania bentonitów w utworach eifelskich w innych punktach świętokrzyskiego masywu paleozoicznego mogłoby mieć duże znaczenie dla paralelizacji dolomitów pozbawionych szczątków zwierzęcych. Jednocześnie mogłoby to rozszerzyć poglądy na zagadnienia paleogeografii i zjawisk wulkanicznych w dewonie. Następnym ewentualnym punktem występowania bentonitów można oczekiwać przede wszystkim w środkowej i wschodniej części Gór Świętokrzyskich, szczególnie w strefie Łagów — Iwaniska.

Ponieważ bentonity występują w odosobnionej, niegrubej wkładce i w silnie zaburzonej serii, nie posiadają one praktycznego znaczenia. Takiego znaczenia nabrałyby wówczas, gdyby występowały albo w grubszej warstwie, albo też w mniej zaburzonych skałach otaczających. Należy jednak mieć na względzie możliwość ubocznego wydobycia bentonitu przy eksploatacji dolomitu¹.

CZEŚĆ PETROGRAFICZNA

Na podstawie badań płytek cienkich bentonitów teksturę tych skał określono jako brekcjową, a strukturę jako pelitową, plamistą (tabl. I, fig. 8). Przy jednym nikolu w szarobrunatnym tle skalnym, o zmiennym natężeniu rdzawożółtego zabarwienia widoczne są drobne, przezroczyste, o przypadkowych kształtach ziarna, osiągające wymiary do 0,05 mm (tabl. I, fig. 9). Ziarna te spotykane są sporadycznie. Uwodnione tlenki żelaza barwią skałę w sposób nieregularny, przy czym bogatsze nagromadzenia tych związków spotyka się w otoczeniu ziarn nieprzezroczystych.

Brekcjowa tekstura skały zaznacza się szczególnie wyraźnie podczas obserwacji płytek cienkich przy użyciu nikoli skrzyżowanych. Tekstura ta jest podkreślona rodzajem okruchów zbudowanych z mniej

¹ Gdy niniejsza praca była już w druku, autor stwierdził, że wskutek przesunięcia się ściany czynnego kamieniołomu w Jurkowicach odsłoniły się dwie dalsze wkładki bentonitów. Leżą one poniżej opisanej warstwy: pierwsza o 27 m, druga — 38 m. Miąższość ich wynosi 7 cm i 6 cm. Makroskopowe cechy i warunki występowania bentonitu w dwu nowo stwierdzonych warstwach są podobne do opisanej. Istnieje również możliwość stwierdzenia dalszych wkładek bentonitu.

lub bardziej przekrystalizowanych minerałów. Spotykane są tu niskodwójłonne pakiety montmorylonitu i bardziej od nich dwójłonne pakiety hydromik. W masie tych minerałów widoczne są drobne kaolinitowe pseudomorfozy mineralne oraz okruchy kwarcu, anortoklaz, ilmenitu, apatytu, muskowitu, cyrkonu i turmalinu. Ziarna te są przeważnie nieobtoczone i silnie splekane. Osiągają one wymiary $0,01 \div 0,05$ mm. Bliższą charakterystykę minerałów okruchowych zamieszczono przy opisie frakcji ciężkiej minerałów otrzymanych po rozdzielaniu w bromoformie.

Ponadto zauważono, że w części lekkiej wydzielonej frakcji gromadzi się duża ilość kwarcu odznaczającego się nieraz prawidłowymi kształtami krystalograficznymi. Osobniki te wykazują przeważnie kształty wydłużone, przy czym ich ściany słupa odznaczają się wyraźnymi zbrzydzeniami.

Skąlenie wykazują formy przypadkowe i zwykle są nieprzezroczyste. Podczas badań pod mikroskopem wykazały one migotliwe wygaszanie i brak zbliźniczeń. Pomiary wykonane na stoliku uniwersalnym wykazały, że jest to anortoklaz o następujących cechach: $2V_\alpha = 54^\circ$; $\angle (001)/\alpha' = 10^\circ$; $\angle (010)/\alpha' = 2^\circ$; kąt łupliwości $(010)/(001) = 90^\circ$.

Zauważyć również można, że blaszki montmorylonitu ułożone są w sposób chaotyczny i zwykle nie przekraczają wymiarów 0,005 mm. Blaszki ilitu układają się natomiast w uprzywilejowanych kierunkach, tworząc zwarte agregaty, a ich wymiary przekraczają nieraz 0,01 mm.

Badania uziarnienia bentonitów dewońskich wykonano po rozdzielaniu próbek na frakcje mineralne w roztworze wodnym. Do badań użyto próbek o wadze 50 g, po uprzednim jednodobowym moczeniu w wodzie, z dodatkiem 2 ml 5% roztworu szkła wodnego. Rozdzielenia przeprowadzono w 2 l wody, przy czym z kolumny rozdzielczej za pomocą kurka odprowadzono kolejno zbierające się na jej dnie frakcje mineralne. Ostatnie frakcje pochodzą z zawiesiny utrzymującej się w wodzie jeszcze po upływie 48 godzin. Poszczególne frakcje suszono początkowo na łaźni wodnej, a w końcowym etapie na wolnym powietrzu, następnie zważono je i przy użyciu mikroskopu pomierzono wielkość ziarn. Otrzymane wyniki przedstawiono w postaci krzywych na figurze 3.

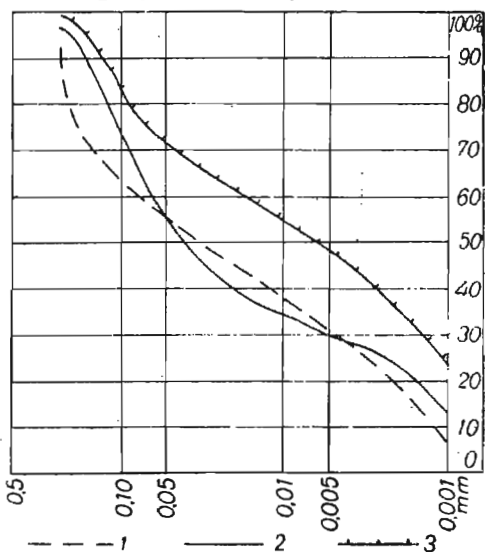


Fig. 3. Krzywe uziarnienia bentonitu

Curves of granulation of bentonite

1 — próbka ze stropu warstewki bentonitu; 2 — próbka z dolnej części warstewki bentonitu; 3 — próbka ze środkowej części warstewki bentonitu

1 — sample from top of bentonite lamella; 2 — bentonite sample from lower part of lamella; 3 — sample from middle of bentonite lamella

Krzywe te wykazują zbliżony do siebie przebieg, a zwłaszcza krzywe nr 1 i 3, przy czym widoczny między nimi 20% interwał wynika z bogatszego nagromadzenia ziarn frakcji piaskowej w górnym odcinku wkładki bentonitu (krzywa nr 1). Krzywa nr 2 ma nieco inny przebieg, zwłaszcza w zakresie frakcji 0,004÷0,08 mm.

Zawiesinę dwudniową poddano próbie barwienia 0,001% roztworem błękitu metylenu, otrzymując barwę fioletową, która następnie pod działaniem nasyconego roztworu chlorku potasowego przeszła w barwę błękitną. Barwy te, a zwłaszcza ich zmiana w oparciu o badania M. F. Wikułowej (1957), wskazują na silnie żelowaty montmorylonit.

Fracje mające około 0,05 mm średnicy ziarna rozdzielono w bromoformie, w celu otrzymania zespołu minerałów ciężkich. W ten sposób z 50 g próbek otrzymano 1200÷3200 ziarn minerałów ciężkich. Mniejsza ilość minerałów ciężkich występuje w środkowej partii warstewki bentonitu, natomiast w partiach stykających się ze skałą otaczającą ilość ich wzrasta.

Tabela 1.

Fracje minerałów ciężkich z bentonitu po rozdzieleniu w bromoformie, podane w procentach objętościowych

| Minerały | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------|------|------|------|------|
| Biotyt | 1,6 | 2,2 | 0,7 | 1,5 |
| Muskowit | 32,1 | 5,5 | 40,1 | 25,9 |
| Cyrkon | 1,1 | 4,4 | 0,7 | 2,1 |
| Turmalin | 0,5 | 1,7 | — | 0,7 |
| Apatyt | 26,7 | 12,5 | 45,5 | 28,2 |
| Magnetyt | — | 0,1 | — | — |
| Ilmenit | 38,0 | 73,4 | 13,0 | 41,5 |
| Piryt | — | 0,1 | — | — |

Objaśnienia: 1 — próbka ze stropu warstewki bentonitu; 2 — próbka ze środkowej części warstewki bentonitu; 3 — próbka z dolnej części warstewki bentonitu; 4 — średnia z trzech próbek.

Procentową zawartość minerałów frakcji ciężkiej po rozdzieleniu w bromoformie przedstawiono w tabeli 1. W tabeli tej widoczne jest słabe zróżnicowanie frakcji minerałów ciężkich, które są reprezentowane jedynie przez 8 typów mineralnych, w tym trzy minerały nieprzezroczyste (magnetyt, ilmenit, piryt) i dwie miki (biotyt, muskowit). Krótka charakterystyka tych minerałów przedstawia się następująco:

Ilmenit jest głównym składnikiem frakcji minerałów ciężkich. Występuje on w ziarnach o przypadkowych kształtach, przeważnie wydłużonych, białawych w świetle odbitym.

Magnetyt i **piryt** występuje w postaci pojedynczych ziarn w środkowej partii warstewki bentonitu.

Biotyt tworzy blaszki lub pakiety. Blaszkki wykazują przeważnie zarysy sześcioboczne, czasami są one pogięte i popękane. Biotyt odznacza się pleochroizmem w cdcieniach oliwkowych.

Muskowit tworzy ksenomorficzne, przeważnie powyginane, pojedyncze blaszki.

Apatyt spotykany jest w drobnych postaciach idiomorficznych w postaci większych, wydłużonych ziarn ksenomorficznych.

Cyrkon jest bezbarwny i wykształcony idiomorficznie.

Turmalin zaobserwowano w 14 ziarnach ugrupowanych głównie w środkowej partii warstewki bentonitu. Wykazuje on słupkowy pokrój i spękania.

Lekka frakcja mineralna otrzymana po rozdzieleniu w bromoformie składa się z ziarn skaleni i kwarcu.

Kwarc występuje w ziarnach wykształconych czasami idiomorficznie. Odznacza się wydłużonymi ściankami słupa. Zawiera on nieprzezroczyste, smużyste wrostki mineralne i nieregularne drobne inkluzje gazowe. Idiomorficzny kwarc jest prawdopodobnie pochodzenia wtórnego.

Tabela 2

Wyniki przeliczeń rentgenograficznych zdjęć preparatów proszkowych skaleni z bentonitu

| 1 | | 2 | |
|-----------|----------|-----------|----------|
| <i>I</i> | <i>d</i> | <i>I</i> | <i>d</i> |
| b. s. | 4,56 | b. b. sł. | 4,97 |
| b. sł. | 4,01 | sł. | 4,47 |
| b. b. sł. | 3,54 | b. s. | 4,14 |
| b. s. | 3,31 | s. | 3,79 |
| b. b. sł. | 3,07 | s. | 3,29 |
| b. sł. | 2,86 | b. b. sł. | 3,03 |
| b. s. | 2,61 | s. | 2,56 |
| b. sł. | 2,51 | b. sł. | 2,49 |
| sł. | 2,41 | b. sł. | 2,37 |
| b. sł. | 2,27 | sł. | 2,24 |
| b. sł. | 2,15 | b. sł. | 2,13 |
| b. b. sł. | 2,07 | b. sł. | 1,99 |
| b. b. sł. | 1,99 | b. sł. | 1,65 |
| b. sł. | 1,71 | s. | 1,54 |
| b. sł. | 1,65 | b. sł. | 1,364 |
| s. | 1,517 | sł. | 1,295 |
| b. b. sł. | 1,364 | b. b. sł. | 1,246 |
| sł. | 1,311 | | |
| b. b. sł. | 1,259 | | |

Objaśnienia: 1 — oligoklaz ($n\gamma = 1,55$); 2 — anortoklaz ($n\gamma = 1,53$); *I* — natężenie oceniane wizualnie; *d* — odległości międzypłaszczyznowe.

Skalenię reprezentowane są przez białawe i nieprzezroczyste ziarna o przypadkowych kształtach. Skalenię rozdzielono pod lupą na dwa typy: uległe i nieuległe przeobrażeniu, a jak się później również okazało — różniące się współczynnikami załamania światła. Jedne spośród skaleni wykazywały współczynnik $n\gamma = 1,53$ i w przeważającej części uległy kaolinizacji, inne natomiast, odznaczające się współczynnikiem $n\gamma = 1,55$, nie wykazywały obecności produktów przeobrażeń. Z obu odmian wykonane zostały przez dr E. Gajdę rentgenograficzne

zdjęcia preparatów proszkowych. Zdjęcia te wykonano na aparacie VEM, przy użyciu promieniowania $\text{CuK}\alpha$, filtrowanego przez folię Ni, w prądzie 45 kV, 13 mA, w czasie 5 godzin. Wyniki tych zdjęć przedstawiono w tabeli 2.

Z pomiarów rentgenograficznych wynika, że skałen o współczynniku $n\gamma = 1,55$ reprezentowany jest przez oligoklaz. Natomiast identyfikacja skałenia nr 2 (tab. 2) jest trudniejsza. Podstawowe prążki o długościach: 4,14; 3,79; 3,29; 2,55 mogą bowiem reprezentować sanidyn, mikroklin lub też anortoklaz. Współczynnik $n\gamma$ — wskazuje natomiast, że skałen ten reprezentowany być może przez mikroklin lub anortoklaz, a z pomiarów wykonanych na stoliku uniwersalnym wynika, że jest to anortoklaz.

Próbki bentonitu poddano termicznej analizie różnicowej, której wyniki w postaci krzywych przedstawiono na figurze 4. Na figurze tej przedstawiono również wyniki analiz wybranych frakcji mineralnych.

Analizy te wykonano na aparaturze konstrukcji L. Stocha, przy użyciu termopar Pt—Rh—Pt w czasie ogrzewania 11° na min.

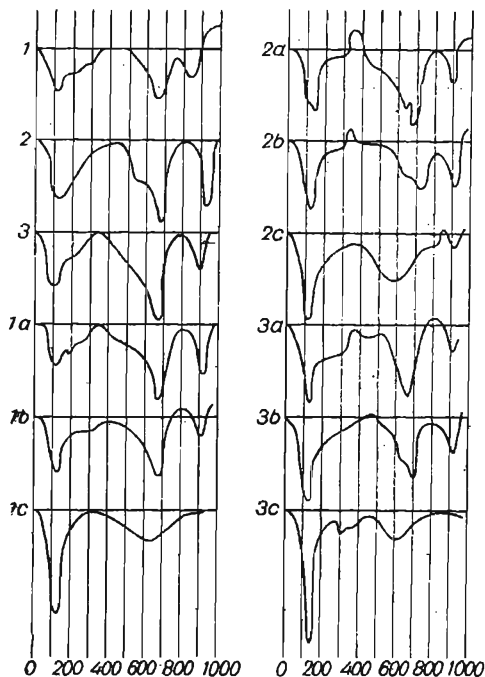


Fig. 4. Krzywe termiczne różnicowe próbek bentonitu i ich frakcji
Differential thermal curves of samples of bentonite and its fractions

1 — próbka ze stropu warstewki bentonitu; 1a — frakcja 0,1 mm; 1b — frakcja 0,04 mm; 1c — frakcja 0,0005 mm; 2 — próbka ze środkowej części warstewki bentonitu; 2a — frakcja 0,1 mm; 2b — frakcja 0,02 mm; 2c — frakcja 0,0007 mm; 3 — próbka z dolnej części warstewki bentonitu; 3a — frakcja 0,1 mm; 3b — frakcja 0,04 mm; 3c — frakcja 0,0005 mm

1 — sample from top of bentonite lamella; 1a — 0,1 mm. fraction; 1b — 0,04 mm. fraction; 1c — 0,0005 mm. fraction; 2 — sample from middle part of bentonite lamella; 2a — 0,1 mm. fraction; 2b — 0,02 mm. fraction; 2c — 0,0007 mm. fraction; 3 — sample from lower part of bentonite lamella; 3a — 0,1 mm. fraction; 3b — 0,04 mm. fraction; 3c — 0,0005 mm. fraction

Próbka pochodząca ze stropowej części warstewki bentonitu wykazuje mało urozmaicony przebieg krzywej (krzywa nr 1, fig. 4). Reakcje endotermiczne oznaczają się w zakresie niskich temperatur w postaci minimum w 120°C i w zakresie niższych temperatur jako minimum w 670°C . Minima te wskazują, iż bentonit składa się głównie z montmorylonitu. Termiczna analiza różnicowa trzech frakcji (0,1; 0,04; 0,0005 mm; fig. 4, krzywa nr 1a, 1b, 1c) wskazuje, że montmorylonitowi towarzyszy domieszka ilitu. Endotermiczne reakcje ilitu jako słabsze i występujące głównie w zakresie temperatur wyższych są maskowane, ponieważ przechodzą w kolejne minima znacznie silniejszych reakcji endotermicznych montmorylonitu. Obecność ilitu przejawia się złasz-

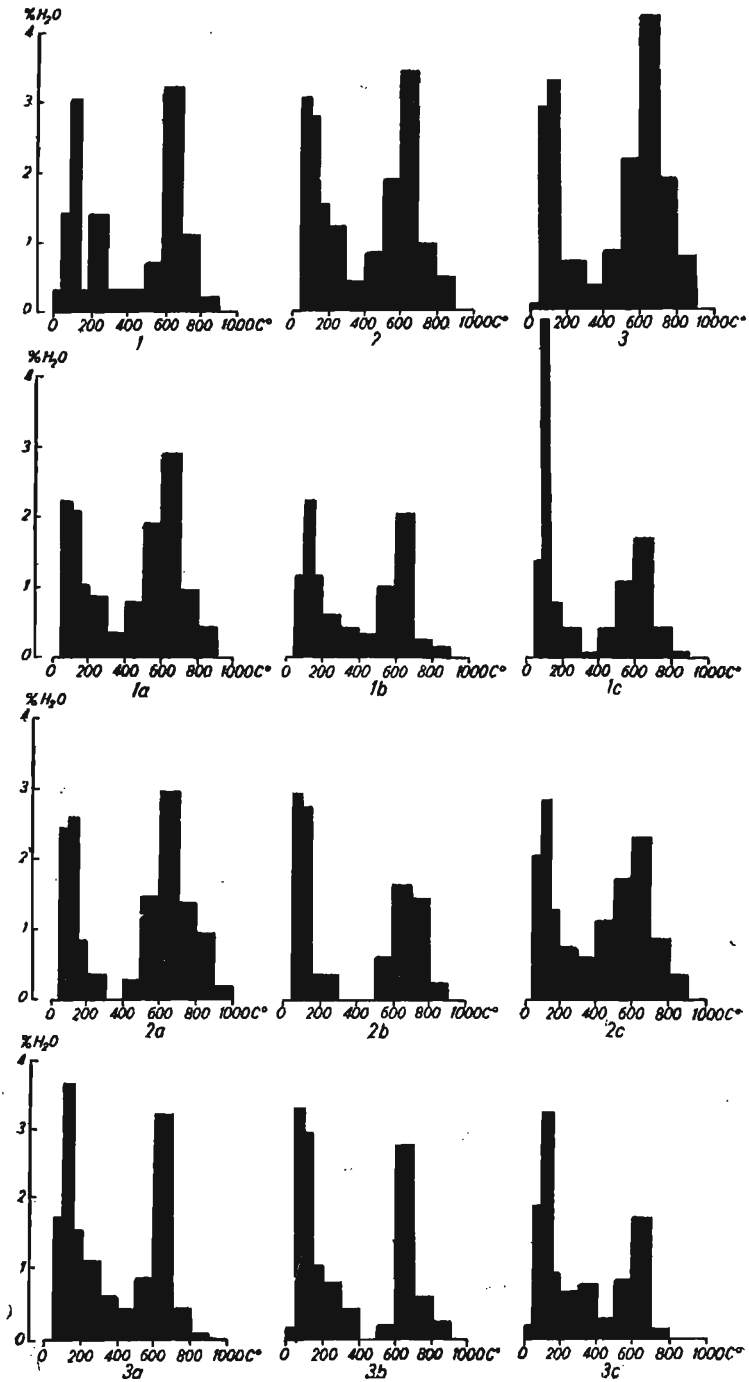


Fig. 5. Wykresy odwodnienia bentonitu; objaśnienia jak na fig. 4.
Diagrams of dehydration of bentonite, explanations as in Fig. 4

cza w łagodnych wygięciach krzywych w zakresie temperatur 500÷600°C. Wydaje się również prawdopodobne, że we frakcjach o ziarnach grubszych ilość ilitu jest większa niż we frakcjach o ziarnach drobniejszych. Widoczne jest to w zmniejszeniu efektu endotermicznego w 650÷680°C i zwiększeniu reakcji w 120÷140°C. Węglany stopniowo zanikają w kierunku do frakcji drobniejszych.

Próbka pochodząca ze środkowej części warstewki bentonitu wykazuje bardziej urozmaicony przebieg krzywej (fig. 4, krzywa nr 2). Reprezentowana jest ona przez mieszaninę ilitowo-montmorylonitową.

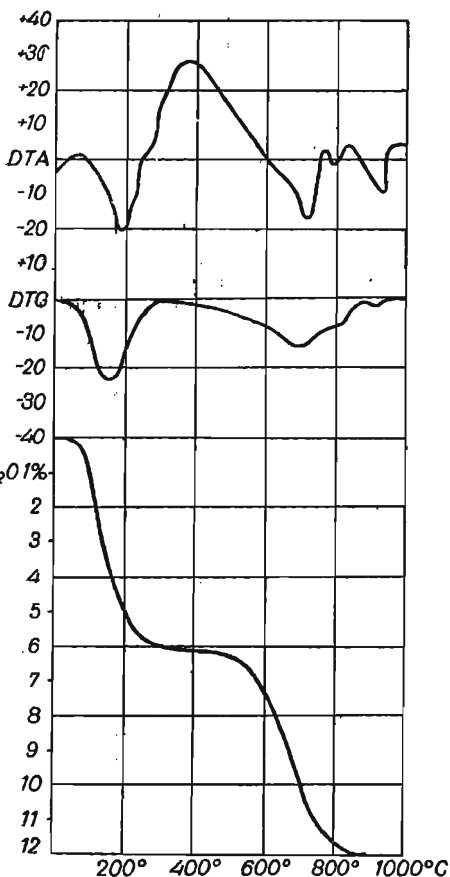


Fig. 6. Wykres DTA, DTG i krzywa odwodnienia próbki bentonitu otrzymana na derywatografie

DTA, DTG curves and dehydration curve of bentonite sample, obtained on derivatograph

towarzyszą węglany spotykane głównie we frakcjach ziarn o rozmiarach większych, którym towarzyszy kaolinit. Ponadto temperatura egzotermicznej reakcji zachodzącej w 360°C sygnalizuje obecność pirytu.

Minimum pierwszego zakresu oddawania wody występuje w temperaturze 140°C. W wyższych zakresach temperatur widoczne są dwa etapy oddawania wody. Pierwszy etap oddawania wody w 580°C charakterystyczny dla domieszki kaolinitowej i duże minimum o punkcie szczytowym 680°C, stanowiące połączoną reakcję endotermiczną ilitu z montmorylonitem. W zakresach najwyższych temperatur zaznacza się ponadto minimum węglanowe (900°C) i maksimum kaolinitowe. Krzywe wykonane z materiału o frakcji 0,1; 0,02; 0,0007 mm (fig. 4, krzywe nr 2a, 2b, 2c) wskazują na nagromadzenie się mieszaniny ilitowo-montmorylonitowej w zakresie frakcji o większych rozmiarach ziarn (krzywa 2a) odznaczającej się podwójnymi minimum w zakresach niższego i wyższego zakresu temperatur (120 i 150°C oraz 640 i 680°C). We frakcjach o średnich rozmiarach ziarn wzrasta stopniowo ilość montmorylonitu, przy czym jego minimum wyższego zakresu przesuwa się do temperatury 730°C. We frakcjach o najdrobniejszych rozmiarach ziarn występuje wyłącznie montmorylonit, którego minimum wyższego zakresu oddawania wody zaznacza się w temperaturze 600°C. Próbkom ze środkowej części warstewki bentonitu

Krzywa próbki z dolnej części warstewki bentonitu przypomina kształtem krzywą różnicową próbki pochodzącej ze środkowej partii warstewki. Obserwuje się tu podobne stosunki zachodzące między ilitem i montmorylonitem, oraz domieszkę węglanu (kalcytu) i pirytu.

W celu liczbowego zobrazowania przebiegu dehydratacji próbek bentonitu i ich frakcji mineralnych, wykonano w piecu elektrycznym analizę odwodnienia. Próbki podgrzewano w czasie 1 godziny od momentu uzyskania w piecu odpowiedniej temperatury. Początkowo podgrzewano próbki w odstępach co 50°C, a po uzyskaniu temperatury 200°C — w odstępach co 100°C. Z analizy wynika (fig. 5), że oddawanie wody zachodzi w dwóch zakresach. W pierwszym — oddawanie wody zachodzi od rozpoczęcia dehydratacji do 300÷350°C, w drugim — od 350÷400°C

Tabela 3

**Wyniki analizy chemicznej bentonitu i ich przeliczenia
na stosunki molekularne**

| Składniki | % wag. | stos. molek. |
|--------------------------------|---------|--------------|
| SiO ₂ | 52,19 | 868 |
| TiO ₂ | 0,26 | 3 |
| Al ₂ O ₃ | 21,97 | 215 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,93 | 12 |
| FeO | 0,45 | 6 |
| MnO | 0,002 | — |
| MgO | 3,79 | 94 |
| CaO | 1,34 | 24 |
| Na ₂ O | 0,65 | 10 |
| K ₂ O | 5,59 | 59 |
| P ₂ O ₅ | 0,002 | — |
| H ₂ O+ | 7,62 | 423 |
| H ₂ O— | 4,89 | 271 |
| CO ₂ | 0,00 | — |
| Cu | 0,005 | — |
| Pb | ślad | — |
| Zn | 0,008 | — |
| Razem | 100,697 | — |

Analizę wykonali: E. Szumlas i M. Bittmar.

do 900°C. Ilość wody oddawana w drugim zakresie jest przeważnie większa niż ilość wody oddawanej w pierwszym zakresie. Stosunki takie obserwuje się zwłaszcza we frakcjach ziarn o wymiarach większych. Natomiast we frakcjach ziarn o wymiarach drobniejszych, reprezentowanych głównie przez montmorylonit, ilość wody oddawanej w niższych temperaturach jest większa od ilości wody oddawanej w temperaturach wyższych (fig. 5, 1c, 2c, 3c).

Dużym nagromadzeniem ilitu odznacza się próbka pochodząca ze stropu warstewki bentonitu (fig. 5, krzywa nr 1a). W bentonicie tym ilość wody oddawanej w pierwszym zakresie reakcji endotermicznych

jest mniejsza od ilości wody oddawanej w przedziałach temperatur wyższych. Równoważne ilości wody w obu zakresach obserwuje się w próbce pochodzącej ze środkowej części warstewki bentonitu (fig 5; krzywa nr 2).

Z próbki bentonitu została wykonana także na derywatografie konstrukcji F. Paulik, J. Paulik, L. Erdey termiczna analiza różnicowa (DTA), termiczna analiza wagowa (DTG) i analiza odwodnienia (fig. 6).

Z zamieszczonych wykresów wynika, że krzywa DTA odpowiada krzywej próbki nr 1 (fig. 4). Podobny kształt ma również krzywa odwodnienia. Natomiast z krzywej DTG widać, że straty na wadze przypadają w minimumach 150°C i 680°C, natomiast pozostałe minima i maksima termiczne nie znajdują swych odpowiedników wagowych.

Z termicznej analizy różnicowej i analizy odwodnienia wynika, że bentonit w przeważającej części składa się z montmorylonitu. Ilość tego minerału wzrasta ponadto we frakcjach o najdrobniejszych wymiarach ziarn (fig. 5, krzywa nr 1c). Ilość ilitu jest niewielka i prawdopodobnie nie przekracza 20%. Ponadto ilość tego minerału jest największa w stropowych partiach warstewki bentonitu i zmniejsza się w kierunku jego środkowej części. W próbce z dolnej części warstewki bentonitu jest stosunkowo bardzo mało ilitu, ilość jego prawdopodobnie nie przekracza 10% objętości próbek.

Ze środkowej części warstewki bentonitu wykonano analizę chemiczną. Wyniki tej analizy i jej przeliczenia na stosunki molekularne przedstawiono w tabeli 3.

Wyniki analizy chemicznej bentonitu dewońskiego przypominają składy chemiczne bentonitów sylurskich i ordowickich z Kinnekulle, Mójczy i Widełek (A. M. Byström, 1956; W. Ryka, H. Tomczyk, 1959).

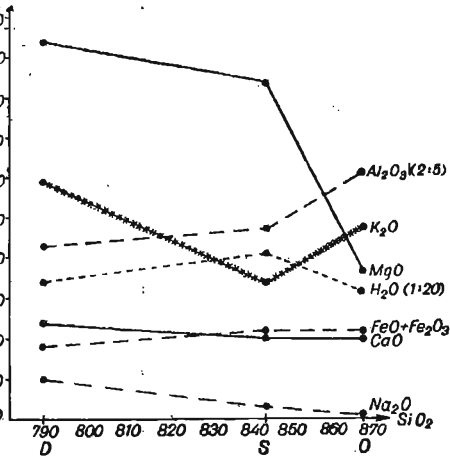


Fig. 7. Wykres zmienności składu chemicznego świętokrzyskich bentonitów paleozoicznych

Diagram of variableness of chemical composition of Palaeozoic bentonites from the Święty Krzyż Mountains

Na podziałce pionowej zaznaczone są stosunki molekularne tlenków: Na₂O, CaO, FeO+Fe₂O₃, MgO, K₂O, Al₂O₃ (2:5), SiO₂ (1:20); na podziałce poziomej zaznaczono wielkość stosunków molekularnych SiO₂: D — wyniki analizy chemicznej bentonitu dewońskiego; S — wyniki analizy chemicznej bentonitu sylurskiego; O — wyniki analizy chemicznej bentonitu ordowickiego

The vertical scale shows molecular equivalents of oxides of Na₂O, CaO, FeO+Fe₂O₃, MgO, K₂O, Al₂O₃ (2:5), SiO₂ (1:20); the horizontal scale indicates magnitudes of molecular equivalents of SiO₂: D — results of chemical analysis of Devonian bentonite; S — results of chemical analysis of Silurian bentonite; O — results of chemical analysis of Ordovician bentonite

Ilość glinki w bentonicie dewońskim jest mniejsza niż w bentonitach staropaleozoicznych (fig. 7). Skutkiem tego w bentonicie dewońskim stosunek krzemionki do glinki jest wyższy w porównaniu z odpowiednimi stosunkami w staropaleozoicznych bentonitach świętokrzyskich

($\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ — w bentonicie dewońskim 4 : 1; w bentonicie sylurskim 2 : 1; w bentonicie ordowickim 1,6 : 1,0). Zmiana tego stosunku może zależeć od różnego stopnia przeobrażenia montmorylonitu w ilit oraz różnego składu chemicznego pierwotnego materiału popiołowego. Na dowolne kształtowanie się wspomnianego stosunku może zwłaszcza wpływać swobodne podstawianie w ilitie jonów Si jonami Al.

W bentonicie dewońskim stosunek jonów Si : Al = 3,65 : 1,81. Stosunek taki (prawie idealnie równy stosunkowi 2 : 1) charakterystyczny jest dla montmorylonitu i wskazywać może, że bentonity dewońskie złożone są głównie z tego minerału. Natomiast w bentonitach staropaleozoicznych stopień podstawiania krzemu glinem jest wysoki i wskazywać może na równe ilości obu minerałów (stosunek 1 : 1), a nawet na przewagę ilitu nad montmorylonitem (W. Ryka, H. Tomczyk, 1959).

Podobnie jak w bentonitach staropaleozoicznych tlenek magnezu przeważa nad tlenkiem wapnia, a tlenek potasu nad tlenkiem sodu.

W graficznym układzie wyników analiz chemicznych bentonitów świętokrzyskich ujętych w stosunkach molekularnych (fig. 7) zaznacza się prawidłowa zmienność składników w zależności od czasu ich powstawania. Z wykresu tego wynika, że poczynając od bentonitów dewońskich poprzez sylurskie do ordowickich wzrasta ilość glinki i sumy tlenków żelaza, maleje ilość tlenku magnezu, wapnia i sodu, a tendencje niżkowe wykazują również tlenek potasu i woda.

Trudny jest dla odtworzenia charakter skały macierzystej, z której powstawał bentonit, z uwagi na szybko zachodzące przeobrażenia materiału popiołowego. Jednakże zbliżony skład chemiczny bentonitu dewońskiego do bentonitów staropaleozoicznych wskazuje, że bentonity świętokrzyskie powstawały z podobnych produktów popiołowych, a więc ryolitów, latytów lub dacytów. Podobne przesłanki wynikają z analizy zespołu minerałów ciężkich (biotyt, muskowit, cyrkon, apatyt).

Pochodzenia materiału piroklastycznego nie można ustalić. Należy przypuszczać, że materiał ten pochodził spoza obszaru Gór Świętokrzyskich. Możliwe jest, że jego źródło znajdowało się na obszarze Dolnego Śląska, Wołynia lub Skandynawii.

Materiał piroklastyczny osadzał się w morzu otwartym w warunkach spokojnej sedymentacji (osady węglanowe). Osadzaniu się materiału piroklastycznego towarzyszyła normalna sedymentacja. Ilość domieszki detrytycznej zależy od szybkości osadzania się popiołu wulkanicznego. O stosunku tych dwóch materiałów, a więc szybkości osadzania się materiału wulkanicznego, świadczyć może ilość turmalinu. Ilość tego minerału jest największa w środkowej partii warstewki bentonitu i wskazuje, że w czasie jej powstawania materiał wulkaniczny nagromadzał się stosunkowo wolniej.

Nagromadzenie się materiału popiołowego zachodziło w sposób cykliczny, gdyż wykazuje on złą segregację ziarn według wielkości i ciężaru. W środkowej partii warstewki bentonitowej występują bowiem ziarna najdrobniejsze z najmniejszą ilością minerałów ciężkich. Właściwość ta wskazywać może na silniejszy przebieg końcowych erupcji lub też na dalszy (przekraczający) transport końcowych produktów erupcji. Drugie przypuszczenie wydaje się bardziej prawdopodobne z uwagi na

to, że pierwsze fale gazów z pyłem wulkanicznym mogły trafiać na duży opór powietrza, tworzący się na granicy odmiennych środowisk, m. in. pod względem temperatury, zawartości pyłów i składu gazów.

Instytut Geologiczny
Nadesłano dnia 9 czerwca 1961 r.

PIŚMIENICTWO

- BYSTRÖM A. M. (1956) — Mineralogy of the ordovician bentonite beds of Kinnekulle Sweden. Sver. geol. Unders., 48, nr 5, [C], nr 540. Stokholm.
- CZARNOCKI J. (1928) — Przegląd stratygrafii famenu i karbonu dolnego (kulmu) w zachodniej i środkowej części Gór Świętokrzyskich. Państw. Inst. Geol., Posiedz. Nauk., 24, p. 32—36. Warszawa.
- CZARNOCKI J. (1938) — Przegląd stratygrafii i paleogeografii dolnego dewonu Gór Świętokrzyskich. Państw. Inst. Geol., Sprawozd., 8, p. 129—162, nr 4. Warszawa.
- CZERMIŃSKI J. (1960) — Rozwój litologiczny serii węglanowej dewonu południowej części Gór Świętokrzyskich. Inst. Geol., Pr., 20, p. 31—121. Warszawa.
- KARDYMOW-CZ I. (1960) — Tufit z Barczy koło Zagnańska. Kwart. geol., 4, p. 597—608, nr 3. Warszawa.
- KARDYMOWICZ I. (1961) — Z petrografii skał tufogenicznych karbonu dolnego w Zarebach koło Lagowa. Kwart. geol., 5, p. 789—798, nr 4. Warszawa.
- MAŁKOWSKI S. (1954) — O przejawach wulkanizmu w dziejach geologicznych Gór Świętokrzyskich. Acta geol. pol., 4, p. 1—52, nr 1. Warszawa.
- PAJCHŁOWA M. (1959) — Atlas geologiczny Polski. Zagadnienie stratygraficzno-facjalne, nr 5. Devon. Skala 1:3 000 000. Inst. Geol. Warszawa.
- RYKA W., TOMCZYK H. (1959) — Bentonity w osadach staropaleozoicznych Gór Świętokrzyskich. Kwart. geol., 3, p. 689—710, nr 3. Warszawa.
- SAMSONOWICZ J. (1917) — Materiały do geologii Gór Świętokrzyskich. Utwory dewońskie wschodniej części Gór Świętokrzyskich. Tow. Nauk. Warsz., Pr., 20. Warszawa.
- SAMSONOWICZ J. (1934) — Objaśnienie arkusza Opatów ogólnej mapy geologicznej Polski w skali 1:100 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ВИКУЛОВА М. Ф. (1957) — Методическое руководство по петрографо-минералогическому изучению глин. Госгеолтехиздат. Москва.

Ян ЧЕРМИНЬСКИ, Вацлав РЫКА

БЕНТОНИТ В ЭЙФЕЛЬСКИХ ДОЛОМИТАХ ИЗ ЮРКОВИЦ ОКОЛО КЛИМОНТОВА

Резюме

В каменоломне эйфельских доломитов в Юрковицах (Свентокпшские горы) отмечен слой бентонита мощностью в 20 см. В его кровле и подошве залегают мелколаминарные доломиты. Бентонит — плотная белая порода чешуйчатой

текстуры с нерегулярно размещенными полосками и гнездами желтой окраски (фиг. 1, 2). Это первое открытие бентонита в эйфельских отложениях Свентокшиских гор и вообще в осадках позднего палеозоя. Из детального изучения бентонита следует, что он обладает брекчиеватой текстурой и пелитовой, пятнистой структурой. Бентонит состоит из иллит-монтмориллонитовой смеси глинистых минералов. Вероятное взаимоотношение этих минералов 2:5. В некоторых случаях количество иллита не превышает 10% объема. Этим минералам сопутствует каолинит. Среди тяжелых минералов появляются: биотит, мусковит, циркон, турмалин, апатит, магнетит, ильменит и пирит (главным образом апатит и ильменит).

Среди легкой фракции замечены: идиоморфный кварц, олигоклаз и анортоклаз. Из глинистых фракций произведен анализ ДТА (фиг. 4) и анализ дегидратации отдельных фракций (фиг. 5). Из одного образца получен анализ ДТА, DTG и анализ дегидратации на дериватографе (фиг. 6). Из образцов полевых шпатов произведены рентгенографические снимки препаратов в порошке.

Из химического анализа бентонита (табл. 3) получается отношение $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 4:1$ и отношение ионов $\text{Si} : \text{Al} = 2:1$. Химический состав бентонита может указывать, что исходной породой был пепел риолитов, латитов или дацитов. Осадконакоплению пеплов сопутствовала карбонатная седиментация, о чем свидетельствует перемешивание обоих осадков и их комплексы тяжелых минералов.

Накопление пеплов происходило циклическим образом, что видно из плохой сортировки зерен по величине и весу: в средней части слоя залегают зерна самой мелкой фракции с наименьшим количеством тяжелых минералов. Материал пеплов принесен извне Свентокшиских гор — он может происходить из Нижней Силезии, Вольни или даже из Скандинавии. Замечено также, что химический состав свентокшиских бентонитов изменяется характерным образом от ордовикских бентонитов и силурийских до девонских (фиг. 7).

Jan CZERMIŃSKI, Waclaw RYKA

BENTONITE IN EIFELIAN DOLOMITES AT JURKOWICE NEAR KLIMONTÓW

S u m m a r y

In the quarry of Eifelian dolomites at Jurkowice, a 20 cm. thick bed of bentonite was discovered. In the bottom and top of this bank thin-laminated dolomites appear. The bentonite is a compact rock of white colour, with a scale structure containing disorderly placed streaks and nests of yellow colour (Figs. 1, 2). This occurrence is the first bentonite deposit observed in the Eifelian of the Święty Krzyż Mountains as well as the first in Young-Palaeozoic sediments.

The detailed examination of this bentonite disclosed it to be of brecciated structure and pelitic, spotted texture. The bentonite consists of illitic-montmorillonitic clay minerals. Most probably, these minerals occur in ratio 2:5. In some parts, however, the illite content does not exceed 10%. These minerals are accom-

panied by kaolinite. Among heavy minerals there should be mentioned: biotite, muscovite, zircon, tourmaline, apatite, magnetite, ilmenite and pyrite (mainly apatite and ilmenite).

Among light fraction, idiomorphic quartz, oligoclase and anorthoclase have been observed. Of the clayey fractions, DTA analyses were made (Fig. 4) as well as analyses of dehydration of the individual fractions (Fig. 5). With a chosen sample there also were made a DTA analysis, a DTG analysis and a dehydration analysis on the derivatograph (Fig. 6). On the other hand, x-ray powder patterns were made of feldspar samples.

The chemical analysis of the bentonite (Table 3) revealed a ratio of SiO_2 to $\text{Al}_2\text{O}_3 = 4$ to 1, and an ion ratio $\text{Si} : \text{Al} = 2 : 1$. The chemical composition of the bentonite may indicate that the unaltered rock were ashes of rhyolites, latites or dacites. The deposition of these ashes was accompanied by a rapid carbonate sedimentation, as shown by the mixing of both these deposits and of their associations of heavy minerals.

Accumulation of the ash material went cyclically, since the sorting of grains according to size and weight is imperfect; in the middle part of the bank, grains of the finest fractions appear containing the least amount of heavy minerals. The ash material has been supplied from beyond the Święty Krzyż Mountains; it might be derived from Lower Silesia, Volhynia or, even, from Scandinavia. There also is the striking feature that the chemical composition of the Święty Krzyż bentonites varies in a characteristic manner, from Ordovician bentonites, by way of Silurian, to Devonian bentonites (Fig. 7).

TABLICA I

Fig. 8. Bentonit dewoński z Jurkowic. Nikole częściowo skrzyżowane; pow. 100 X
Devonian bentonite from Jurkowice. Partly crossed nicols; X 100

Fig. 9. Bentonit dewoński z Jurkowic z zaznaczoną teksturą brekcjową; nikole skrzyżowane; pow. 100 X
Devonian bentonite from Jurkowice, with visible brecciated structure; crossed nicols; X 100

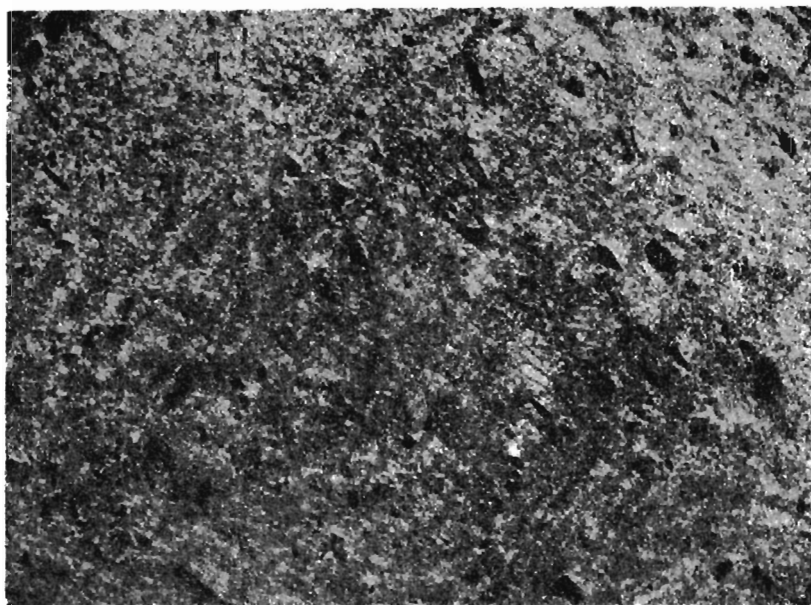


Fig. 8

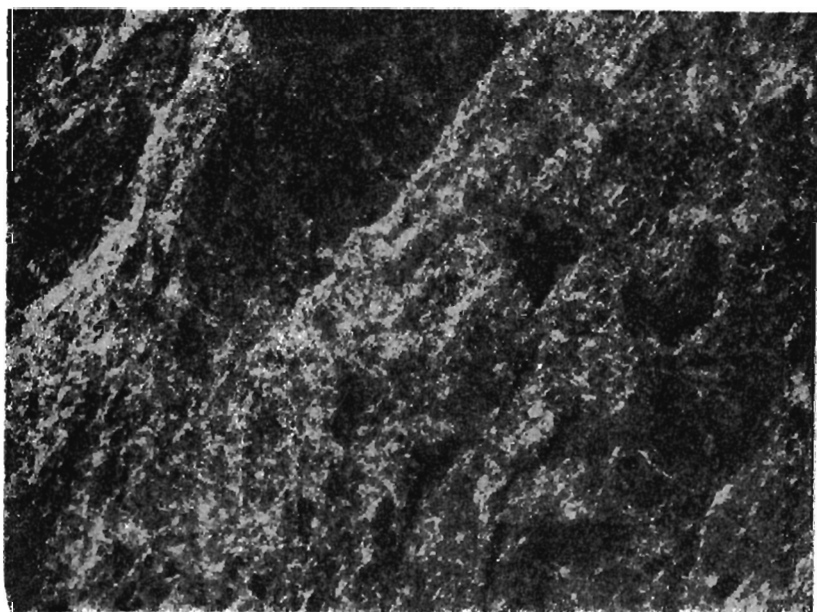


Fig. 9