

EWA KRAUSS, JACEK RUTKOWSKI

BENTONITY SENONU OKOLICY MIECHOWA

(2 fig.)

[*Senonian Bentonites in the Miechów region*

(2 fig.)

Treść. Autorzy opisują bentonity stwierdzone w senonie zachodniego obrzeżenia niecki nidziańskiej. Najstarsza z badanych próbek zalegająca w pobliżu granicy dolnego i górnego kampanu stanowi prawie czysty montmorylonit. Pozostałe próbki pochodzące z dolnego mastrychtu posiadają charakter bardziej nontronitowy i zawierają domieszki kaolinitu.

WSTĘP

Na terenie Polski tufy i utwory tufogeniczne wieku górnokredowego znane są przede wszystkim z obszaru Karpat. W kredzie przedmurza stanowią one wielką rzadkość i jak dotychczas zostały opisane jedynie z dolnej części górnego kampanu okolicy Włoszczowej (S. Alexandrowicz i W. Parachoniak 1958). Tufogeniczny charakter posiadają też zapewne skalenie i szkliwo wulkaniczne stwierdzone przez Z. Sujkowskiego (1931) w wierceniu w Lublinie (głęb. 505 m). Według W. Pożaryskiego (1938) poziom, w którym one występują, odpowiada kampanowi dolnemu. W czasie prowadzenia badań nad wykształceniem litologicznym senonu zachodniego obrzeżenia niecki nidziańskiej stwierdziliśmy w okolicy Miechowa wkładki bentonitów (fig. 1) w pobliżu granicy dolnego i górnego kampanu (Jeżówka koło Wolbromia) oraz w dolnym mastrychcie (Piła pod Sędziszowem i Muniakowice koło Słomnik). Utwory te zupełnie obce środowisku sedymentacyjnemu senonu nidziańskiego sugerują wniosek, że powstały one z przeobrażenia tufitów. Rzadkość tych utworów w niecce nidziańskiej, a także ewentualna możliwość wykorzystania ich jako horyzontów przewodnich skłoniła do szczegółowego ich opracowania. Część artykułu dotyczącą obserwacji terenowych i położenia stratygraficznego badanych utworów napisał J. Rutkowski, badania laboratoryjne przeprowadziła E. Krauss.

Na wstępie czujemy się zobowiązani złożyć serdeczne podziękowanie prof. drowi M. Kamińskiemu za uwagi i wskazówki dotyczące niniejszego opracowania.

LOKALIZACJA BADANYCH PRÓBEK

Jeżówka

Bentonity w Jeżówce (próbka 1) znaleziono na hałdzie dwóch sąsiadujących ze sobą studni wykonanych na południe od toru kolejowego

w odległości 1 km na północny wschód od przystanku kolejowego Jeżówka.

Profil studni na podstawie znalezionego na hałdzie materiału i uzyskanych na miejscu relacji można zinterpretować następująco. Najniżej

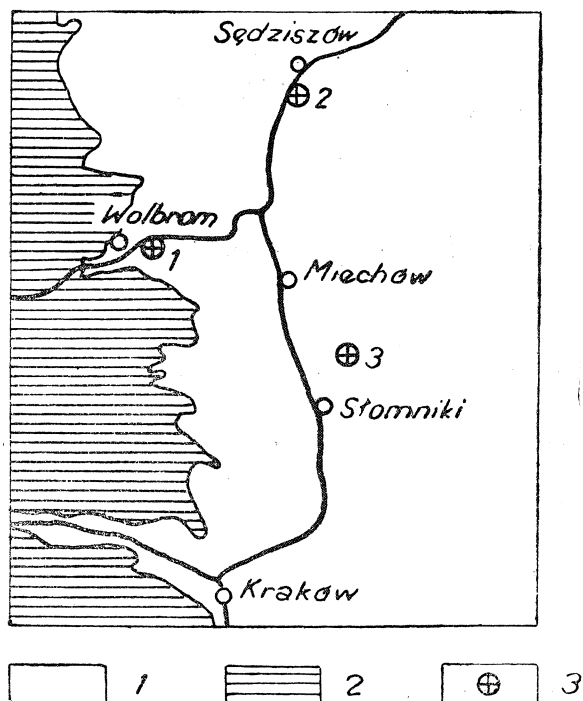


Fig. 1. Lokalizacja próbek bentonitów. 1 — kreda; 2 — podłoże kredy; 3 — punkty występowania bentonitów.

Fig. 1. Location of samples. 1 — Cretaceous; 2 — pre-cretaceous rocks; 3 — occurrences of bentonites

występują białe opoki z czertami. S. Bukowy (1956) podaje z tego poziomu formę *Actinocamax quadratus* Bl. — stanowią więc one kampan dolny. Ich górna powierzchnia jest lekko zaślona, stwardniała, wzbogacona nieco w węglan wapnia i perforowana kanałami, co wiąże się ze zjawiskiem twardego dna rozpoznany po raz pierwszy przez dra S. Bukowego (wiadomość ustna). W kanałach i ponad twarde dno zalega margiel bogaty w glaukonit, który w spągu zawiera otoczki skał podłoża pokryte niekiedy naskorupieniami substancji zielonej, stanowiącej zapewne glaukonit. Ku górze przechodzi on w opoki prawie bez czertów. S. Bukowy (l. c.) podaje z tego horyzontu formę *Belemnitella mucronata* Schlot., co pozwala na zaliczenie go do kampanu górnego. Wkładka bentonitu występuje w bezpośrednim sąsiedztwie margli glaukonitowych, jednak ze względu na nie-

dostępność studni nie udało się jej szczegółowo zlokalizować. Bentonit osiąga miąższość kilkunastu cm. Jest on barwy zielonkawej i zawiera drobne wkładki nieco jaśniejsze, bogate w węglany, ułożone warstwowo.

Mikrofauna zawarta w bentonicie została oznaczona dzięki uprzejmości dra S. Alexandrowicza.

<i>Arenobulimina presli</i> (Reuss)	+++ ¹
<i>Ataxophragmium compactum</i> Brotz.	++
<i>Neoflabellina</i> ex gr. <i>rugosa</i> (d'Orb.)	+
<i>Gyroidina</i> cf. <i>nitida</i> (Reuss)	+
<i>Stensiöina exculpta</i> (Reuss)	++
<i>Stensiöina exculpta</i> var. <i>gracilis</i> Brotz.	++
<i>Stensiöina annae</i> Poż.	+
<i>Pseudovalvulineria stelligera</i> (Marie)	+
<i>Globorotalites michelinianus</i> (d'Orb.)	++
<i>Globotruncana arca</i> (Cushman)	+
<i>Globotruncana globigerinoides</i> Brotz.	+
<i>Globotruncana lapparenti tricarinata</i> (Quer.)	+
<i>Cibicides excavatus</i> Brotz.	+

¹ Częstość występowania otwornic: + — pojedyncze okazy (very rare), ++ — rzadko (rare), +++ — dość licznie (frequent), ++++ — licznie (common).

Otwornice te, a zwłaszcza stensioiny zdają się wskazywać zdaniem dra S. Alexandrowicza na warstwy graniczne dolnego i górnego kampanu i pochodzą raczej spod twardego dna.

Piła

W Pile (3 km na południe od Sędziszowa) główne odsłonięcie znajduje się na zachodnim stoku wzgórza 323 m, leżącego na wschód od tej wsi. Można tu wyróżnić trzy odrębne kompleksy litologiczne. Najniższy kompleks reprezentują białawoszare opoki. Ponad nimi zalegają skały silnie piaszczyste o zmiennej miąższości dochodzącej do 3—4 m, stwierdzone przez B. Zimę (1961). W ich spągu występuje niekiedy zlepienie utworzone z rozmytych opok podłoża. Kompleks ten odznacza się obecnością bochenkowatych wkładek silnie piaszczystych wapieni. Powyżej znajdują się piaszczyste opoki zbliżone swoim charakterem do nietypowych wapnistych gez. Niekiedy, szczególnie w dolnej części tego najwyższego kompleksu, pewne ich partie są scementowane nieco silniej węglanem wapnia. W odległości około 20 m ponad spągiem tego kompleksu, na zachodnim stoku wzgórza, w dwóch niewielkich łomikach występuje wkładka ility przypominającego bentonit, z której pobrano próbkę nr 2. Jej grubość zmienia się od kilku mm do 2 cm. Niekiedy jest on powciskany w szczeliny ciosowe. Bentonit zabarwiony jest na kolor szarobrazowy, czasem żółtawobrazowy i wykazuje tendencję do rozpadu na nieregularne fragmenty. Podobne ility widoczne są także na południowym stoku wspomnianego wzgórza, w dużym starym kamieniołomie leżącym przy drodze z Sędziszowa do Gniewięcina, około 0,7 km na północ od tej miejscowości. Grubość wkładki nie przekracza tu kilku mm.

Badana wkładka bentonitu nie zawiera otwornic. Próbki do badań mikrofaunistycznych pobrano z najniższego kompleksu: pierwszą 8 m poniżej stropu, drugą bezpośrednio pod stropem. Próbka trzecia pochodzi z najwyższego kompleksu i została pobrana tuż nad bentonitem. Oznaczenia dra S. Alexandrowicza wykazały następujące otwornice:

	Próbka I	II	III
<i>Arenobulimina obesa</i> (Reuss)	+++		
<i>Arenobulimina presli</i> (Reuss)	++++		
<i>Ataxophragmium compactum</i> Brotz.	++		
<i>Orbignyina aquisgranensis</i> (Beissel)	+++		
<i>Lagenidae</i> div. sp.	+++		++
<i>Neoflabellina</i> aff. <i>eferata</i> (Wedeking)	+		
<i>Neoflabellina praereticulata</i> Hilt.	+		
<i>Praebulimina laevis</i> (Beissel)	++++		++
<i>Bolivina incrassata</i> Reuss	+	+++	
<i>Bolivinoidea decorata decorata</i> Marie	+		
<i>Bolivinoidea decorata delicatula</i> Cushman	+		
<i>Gyroidina nitida</i> (Reuss)	++	+++	+
<i>Valvulineria lenticula</i> (Reuss)	+	+	
<i>Valvulineria allomorphinoides</i> (Reuss)			+
<i>Stensioina pommerana</i> Brotz.	+++	++	
<i>Pleurostomella</i> sp.			++
<i>Globorotalites multiseptus</i> (Brotz.)	++	++	
<i>Globotruncana arca</i> (Cushman.)	+++	++	+++
<i>Globotruncana fornicata</i> Plummer	++		
<i>Globotruncana contusa</i> (Cushman.)		+	+
<i>Globotruncana lapparenti lapparenti</i> Bolli	+		

<i>Globotruncana lapparenti tricarinata</i> (Q u e.)	+	
<i>Globotruncana marginata</i> (R e u s s)		++
<i>Cibicides excavatus</i> B r o t z.		+

Zespół mikrofauny zawarty w pierwszej próbce wskazuje zdaniem dr S. Alexandrowicza na warstwy graniczne kampanu i mastrychtu. Obie pozostałe próbki zawierają gatunki nie charakterystyczne. Kompleks skał piaszczystych występujący w środkowej części profilu przypomina w pewnym stopniu zjawiskami rozmywania w spągu, obecnością otoczków skał podłoża, a także wkładkami wapieni piaszczystych podobne utwory występujące na północno wschodnim obrzeżeniu niecki nidziańskiej w okolicy Motkowic. Zostały one umiejscowione przez E. Senkowicza (1959) kilkanaście metrów ponad spągiem mastrychtu. Jest więc prawdopodobne, że podobnego wieku mogą być skały piaszczyste z okolicy Piły. Można zatem przypuścić, że bentonit jako zalegający ponad kompleksem piaszczystym reprezentuje zapewne dolny mastrycht.

Muniakowice

W Muniakowicach (6 km na północny wschód od Słomnik) ciemnopopielate ility występują w kilku łomach położonych bezpośrednio na zachód od wsi, na północnym stoku niewielkiego wzniesienia. Tkwią one wśród opok o zmiennej twardości i różnym stopniu zapiaszczenia. Niektóre partie ławic są znacznie wzbogacone w węglan wapnia. Największą ilość wkładek stwierdzono w czwartym, licząc od wschodu, kamieniołomie. Ich miąższość jest niewielka, zazwyczaj kilka mm, i często ulega zmianom powodując wyklinowywanie się wkładek. Największą grubość (około 2 cm) osiągnęła wkładka widoczna w górnej części pierwszego od wschodu kamieniołomu, gdzie znalazł ją dyplomant Wydziału Geologiczno-Poszukiwawczego AGH Jeremi Bukowski. Próbka z tej wkładki oznaczona nr 3 jest tematem szczegółowych badań. Wykazuje ona tendencję do rozpadu na nieregularne fragmenty ograniczone stosunkowo gładkimi płaszczyznami.

Niekiedy ility te powciskane są lub wpłukane przez wodę w szczeliny pionowe. Szczególnie dobrze można to obserwować w kilku łomach znajdujących się w pobliżu Muniakowic, pomiędzy Sosnówką a Kolonią Sosnówką. Iły tkwią tutaj zarówno pomiędzy ławicami opok, jak i częściej w pionowych spękaniach, gdzie tworzą nieregularne skupienia. Obecność iłów w spękaniach pionowych wzbudziła wątpliwość co do ich sedymentacyjnego związku z otaczającymi skałami kredowymi. Obserwowane szczeliny nie zawierają jednak materiału, który by można wyraźnie wiązać z czwartorzędem czy mioceniem. Jakkolwiek geneza tych utworów nie jest jasna, to jednak znaczne podobieństwo, jakie próbka z Muniakowic wykazuje w stosunku do bentonitów z Jeżówki, co się wyraża w wynikach wszystkich oznaczeń laboratoryjnych, zdaje się wskazywać, że również i w tym przypadku możemy mieć do czynienia z bentonitami.

Skały odsłaniające się w kamieniołomach w Muniakowicach zawierają formę *Belemnella lanceolata* Schloth. oznaczoną uprzejmie przez dra S. Cieślińskiego, wskazującą na dolny mastrycht. Ponieważ ił nie zawiera otwornic próbki do badań mikrofaunistycznych pobrano ze skał otaczających: pierwszą 3,5 m poniżej głównej wkładki iltu, a drugą 0,5 m ponad nią. Zawierają one następujące formy oznaczone przez dra S. Alexandrowicza:

	Próbka I	Próbka II
<i>Arenobulimina obesa</i> (Reuss)	+	+
<i>Arenobulimina presli</i> (Reuss)	++	
<i>Ataxophragmium compactum</i> Brotz.	+	
<i>Orbignyna aquisgranensis</i> (Beissel)	+	
<i>Bolivina incrassata</i> Reuss	+	+
<i>Bolivinoides decorata laevigata</i> Marie		+
<i>Bolivinoides decorata delicatula</i> Cushm.		+
<i>Bolivinoides draco draco</i> (Marsson)		+
<i>Pseudouvigerina cristata</i> (Marsson)		+
<i>Gyroidina globosa</i> (Hagenov)	++	
<i>Gyroidina nitida</i> (Reuss)	+++	+++
<i>Stensiöina pommerana</i> Brotz.	+	+++
<i>Pseudovalvulineria gracilis</i> (Marsson)	+	++++
<i>Globigerina</i> sp.		+++
<i>Globotruncana arca</i> (Cushm.)		++
<i>Globotruncana marginata</i> (Reuss)		+
<i>Cibicides bembix</i> (Marsson)	+	

Otwornice *Pseudovalvulineria gracilis* i *Pseudouvigerina cristata* potwierdzają dolnomastrichtcki wiek występujących tutaj osadów. Sądząc z obserwacji terenowych opoki z Muniakowic występują w pobliżu wkładki bogatej w glaukonit, rozciągającej się od Proszowic aż po okolice Dziadówek koło Tunelu, zaliczanej do dolnego mastrychtu (S. R. Krażewski 1958, J. Rutkowski 1960 str. 291). Druga wkładka o znacznej zawartości glaukonitu, zapewne nieco starsza, występuje w miejscowościach Kacice, Orłów i Witowice.

WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH

Obserwacje mikroskopowe

Pod względem mikroskopowym poszczególne próbki bentonitów różnią się dość znacznie od siebie. Bentonit z Jeżówki (próbka 1) przedstawia drobnołuseczkowy agregat wyraźnie reagujący na światło spolaryzowane. Zanurzony w wodzie bentonit rozmaka stosunkowo łatwo przechodząc w tłustą plastyczną masę. Po przeszlamowaniu uzyskano 1% ziarn większych od 0,06 mm, z których wykonano preparat proszkowy. Obserwowano tu przeważnie ziarna kwarcu zarówno ostrokrawędziste, jak i czasem obtoczone. Często spotyka się blaszki muskowitu, zdecydowanie rzadziej świeżego biotyту. Obserwowano również ziarna skaleni i sporadycznie okruchy szkliska wulkanicznego. Często widoczne są otwornice i nieco rzadziej fragmenty opalowych igieł gąbek.

Próbka z Piły odznacza się pod mikroskopem delikatnym żółtawym zabarwieniem. Skała jest zbudowana z drobniutkich łuseczek reagujących na światło spolaryzowane. W wodzie rozmaka się ona bardzo trudno. Ilość ziarn większych od 0,06 mm wynosi zaledwie 0,1%. We frakcji tej można wymienić kwarc, glaukonit i rzadko skalenie. Trafiają się także opalowe igły gąbek.

Próbka z Muniakowic pod mikroskopem przedstawia szarozółtawy, słabo reagujący na światło spolaryzowane agregat minerałów ilastych, które czasem występują w postaci bardzo drobnych łuseczek. Podobnie

jak próbka z Piły w wodzie rozmaka się bardzo trudno. Po przeszlamowaniu stwierdzono, że ilość ziarn większych od 0,06 mm wynosi 0,1%, a ich charakter jest podobny jak w poprzedniej próbce.

Różnicowa analiza termiczna

Wszystkie trzy próbki poddano analizie termicznej różnicowej, ogrzewając je w ilości około 0,25 g w bloku ceramicznym typu Mackenzie przy użyciu pieca Hereussa z komorą poziomą. Posługiwano się termoparami Ni-NiCr. Przyrost temperatury wynosił około 12°/min. Oznaczenia wykonano w Pracowni Przedsiębiorstwa Poszukiwania Naftowe w Krakowie. Za umożliwienie wykonania tych oznaczeń i za uprzejmą

pomoc miło jest nam złożyć serdeczne podziękowanie drowi W. P a r a c h o n i a k o w i.

Krzywe termiczne przedstawiono na fig. 2. Bentonit z Jeżówki — nr 1 wykazuje silnie endotermiczną reakcję, której ekstremum przypada na temperaturę 130—190°. Około 215—230° następuje łagodne zdwojenie krzywej obrazującej ten pierwszy efekt endotermiczny. Dwie następne reakcje endotermiczne zaznaczające się w temperaturze 745° oraz w pobliżu 920° są już znacznie mniej intensywne.

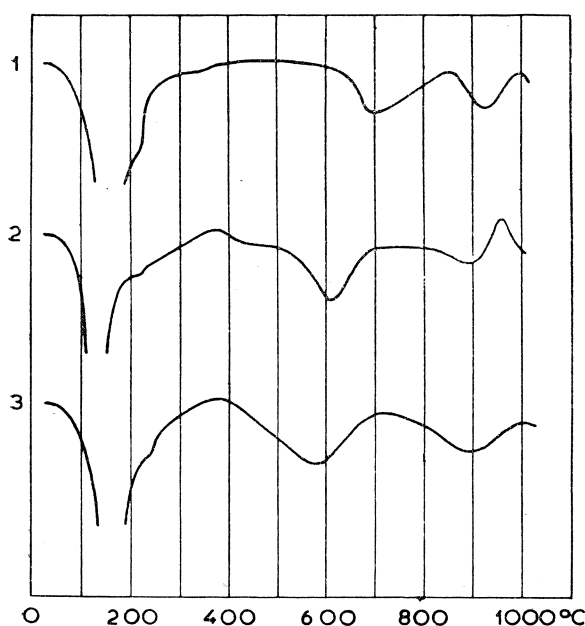


Fig. 2. Termogramy badanych bentonitów. 1 — Jeżówka; 2 — Piła; 3 — Muniakowice

się tu nieco wyraźniej między temperaturą 200—220°. Następnie obserwuje się reakcję egzotermiczną przebiegającą w pobliżu 370°. Reakcje endotermiczne druga i trzecia przypadają na temperatury 610° i 890°. W 610° jest ona bardziej intensywna niż dla bentonitu z Jeżówki, a następna stosunkowo słaba. Wyraźnie zaznacza się natomiast w temperaturze 960° maksimum reakcji egzotermicznej.

Termogram próbki nr 3 z Muniakowic wykazuje duże podobieństwo do krzywych, jakie uzyskano dla bentonitów omawianych poprzednio. Ekstremum bardzo intensywnej reakcji endotermicznej zaznacza się tu w przedziale 130—190°, a zdwojenie jej przypada na 220—230°. Dalej około 370° obserwuje się maksimum reakcji egzotermicznej. Następnie dość ostro zarysowuje się druga reakcja endotermiczna, której ekstremum znajduje się w 580°. Trzecia reakcja endotermiczna mniej intensywna zaznacza się przy 900°. Natomiast około 1000° ma miejsce jeszcze jedna słabo zaznaczająca się reakcja egzotermiczna.

Jak podaje szereg autorów, np. S. A l e x a n d r o w i c z i W. P a r a c h o n i a k (l. c.), R. E. G r i m (1953), W. P. I w a n o w a (1961), A. M i c h a l i k i T. W i e s e r (1959), reakcja endotermiczna około 150° cha-

rakterystyczna jest dla montmorylonitu i wiąże się z wydzieleniem wody hygroskopijnej. Również nontronit daje podobny termogram, szczególnie jeżeli chodzi o zdwojenie tej reakcji. Drugą charakterystyczną dla montmorylonitu jest reakcja endotermiczna powodowana wydzieleniem wody konstytucyjnej i występująca zwykle około 700° , a trzecia w pobliżu 900° związana jest z niszczeniem sieci montmorylonitu. Intensywne reakcje endotermiczne w temperaturze około 500° są charakterystyczne dla nontronitu, a przy 600° — dla kaolinitu. Ten ostatni wykazuje też bardzo intensywną reakcję egzotermiczną powyżej 900° . Efekty termiczne między 200 — 230° powodujące zdwojenie mogą wskazywać, jak stwierdzają niektórzy autorzy, na zawartość kationów Ca i Mg.

W świetle tych stwierdzeń można na podstawie termogramu bentonitu z Jeżówki uważać go za skałę złożoną prawie wyłącznie z montmorylonitu. Przesunięcie w kierunku wyższej temperatury drugiej reakcji endotermicznej może być powodowane nieznaczną zawartością węglanów, których rozkład następuje powyżej 800° (W. Sikora i T. Wieser 1959). W próbce 2 — pochodzącej z Piły, niewątpliwie dominującą rolę wśród składników odgrywa również montmorylonit. Wystąpienie drugiej dość silnej reakcji endotermicznej w temperaturze niższej niż dla próbki z Jeżówki może wskazywać na zawartość nontronitu i kaolinitu. O obecności tego ostatniego świadczy też wychylenie obrazujące reakcję egzotermiczną około 1000° . Obserwowana w pobliżu 400° reakcja egzotermiczna związana jest zapewne z nieznaczną domieszką pirytu (W. Sikora i T. Wieser l. c.). Próbka z Muniakowic, podobnie jak poprzednie, zawiera również w przeważającej ilości montmorylonit. Natomiast reakcje charakterystyczne dla kaolinitu i nontronitu zaznaczają się tu w stopniu mniejszym niż na termogramie próbki z Piły. Silniej zaś zaznacza się reakcja charakterystyczna dla pirytu.

Badania chemiczne

Celem scharakteryzowania składu chemicznego badanych skał wykonano ich pełne analizy chemiczne. Wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Z przedstawionych analiz wynika, że badane iły zawierają pewne składniki nie wchodzące w skład minerałów ilastych. Należy tutaj wymienić $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, który występuje w ilości około 0,5% we wszystkich badanych próbkach. Węglan wapnia występuje w największej ilości 4,25% w próbce z Jeżówki. Uwydatnia się to na jej termogramie, o czym wspomniano już wyżej. W bentonicie z Piły zawartość CaCO_3 jest najniższa i wynosi 1,86%, a w próbce z Muniakowic znaleziono 2,11% węglanu wapnia. W tej ostatniej próbce stwierdzono również 0,13% pirytu, co znajduje swój wyraz na wykresie różnicowej analizy termicznej.

Poza tym wykonano również dla omawianych bentonitów oznaczenie pojemności kationów wymiennych na podstawie wymiany z jodem amonowym w 0,5 n roztworze NH_4Cl (L. Petrzela 1955). Wyniki ujmuje tabela 2.

Pierwszy z badanych bentonitów (Jeżówka) odznacza się dużą zawartością Ca w pozycji jonów wymiennych, można więc stąd wyciągnąć wniosek, że montmorylonit będący głównym składnikiem skały jest typu Ca-montmorylonitu. W dwóch pozostałych próbkach większą rolę odgrywają jony sodu i potasu. Ma to zapewne wpływ na fakt, że suma kationów wymiennych jest o ponad 20 miliekwiwaletów wyższa dla bentonitu z Jeżówki niż dla próbek z Piły i Muniakowic, niezależnie

Tabela (Table) 1

Skład chemiczny bentonitów w procentach wagowych
Chemical composition of bentonites in weight percentage

	1. Jezówka	2. Piła	3. Muniakowice
SiO ₂	47,92	48,91	48,98
Al ₂ O ₃	16,07	18,00	18,10
FeO	1,10	3,80	3,87
Fe ₂ O ₃	2,27	2,86	1,89
MnO	0,50	0,61	0,48
TiO ₂	0,22	0,25	0,25
CaO	3,55	2,72	1,53
MgO	2,54	2,43	1,05
Na ₂ O	0,29	0,36	0,76
K ₂ O	0,13	0,50	0,86
P ₂ O ₅	0,20	0,23	0,23
CO ₂	1,87	0,82	0,93
H ₂ O ^{†110°}	6,64	6,91	6,94
H ₂ O	16,95	11,31	14,02
S	brak	śląd	0,07
Suma	100,25	99,71	99,96

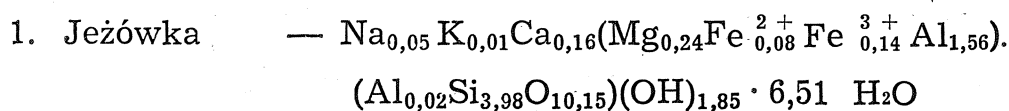
Tabela (Table) 2

Pojemność kationów wymiennych w miliekwiwalentach na 100 g
substancji wysuszonej w 110°
Ions exchange capacity in milivales per 100 g of substancy dried
at 110 °C

	1. Jezówka	2. Piła	3. Muniakowice
K	2,76	10,62	18,26
Na	9,36	11,62	24,52
Ca	33,17	14,62	2,85
Mg	37,90	19,32	16,31
Suma	83,19	56,18	61,94

od mniejszej, w tych ostatnich, zawartości montmorylonitu oraz domieszek kaolinitu. I. Gucwa i L. Koszarski (1960) stwierdzają u bentonitów z Zagórza bogatszych w alkalia niższą wartość sumy kationów wymiennych (około 32—48 miliekw.) niż w bentonitach z Polan o większej zawartości wapnia i magnezu, analizowanych przez W. Sikorę i T. Wiesera (l. c.), w których to wymianie ulega w przybliżeniu 50—70 miliekw. na 100 g substancji.

Na podstawie analiz chemicznych obliczono wzory strukturalne (C. S. Rossi i S. B. Hendricks 1945) dla badanych bentonitów:



2. Piła — $\text{Na}_{0,06}\text{K}_{0,05}\text{Ca}_{0,07}(\text{Mg}_{0,33}\text{Fe}_{0,25}^{2+}\text{Fe}_{0,17}^{3+}\text{Al}_{1,46})$
 $(\text{Al}_{0,19}\text{Si}_{3,81}\text{O}_{10,21})(\text{OH})_{1,79} \cdot 4,72 \text{ H}_2\text{O}$
3. Muniakowice — $\text{Na}_{0,12}\text{K}_{0,09}\text{Ca}_{0,01}(\text{Mg}_{0,17}\text{Fe}_{0,26}^{2+}\text{Fe}_{0,11}^{3+}\text{Al}_{1,59})$
 $(\text{Al}_{0,11}\text{Si}_{3,89}\text{O}_{10,09})(\text{OH})_{1,91} \cdot 5,52 \text{ H}_2\text{O}$

Wzory te charakteryzują utwory ilaste, których głównym składnikiem jest montmorylonit. Największe podobieństwo wykazują one do wzorów otrzymanych przez S. Alexandrowicza i W. Parachonia (l. c.) dla bentonitów okolicy Włoszczowej. We wzorze dla próbki z Jeżówki ilość krzemu jest największa. Może to być spowodowane domieszką kwarcu obserwowaną w skale. Próbki druga i trzecia wykazują większą ilość żelaza.

W celu identyfikacji minerałów występujących obok montmorylonitu wykonano reakcje barwne z benzydynam i zielenią malachitową (R. E. Grim l. c.), stosując ich roztwory alkoholowe. Próbka bentonitu z Jeżówki daje w reakcji z benzydynam zabarwienie niebieskie, a z zielenią malachitową żółte z odcieniem czerwonym, co potwierdza obecność montmorylonitu. Próbki z Piły i Muniakowic wykazują w reakcji z benzydynam zabarwienie zielononiebieskie, a z zielenią malachitową słabo zielone, w związku z czym można dopatrywać się w nich domieszek nontronitu. Świadczy o tym także większa zawartość żelaza.

UWAGI KOŃCOWE

W okolicy Miechowa wkładki bentonitów występują w dwóch różnych poziomach stratygraficznych. Najstarsza pochodząca z Jeżówki została znaleziona w pobliżu granicy dolnego i górnego kampanu. Jest więc ona stosunkowo bliska, a być może i równowiekowa z bentonitami okolicy Włoszczowej, których wiek określono na dolną część górnego kampanu (S. Alexandrowicz l. c.). Jak można sądzić z następstwa warstw, a także analogii sedymentacyjnych, bentonity z Piły reprezentują dolny mastrycht. Z tego samego poziomu pochodzi również próbka z Muniakowic, co zostało stwierdzone na podstawie paleontologicznej.

Przeprowadzone badania wykazały, że głównym składnikiem badanych utworów jest montmorylonit. Próbka z Jeżówki składa się prawie wyłącznie z tego minerału. Próbki z Piły i Muniakowic wykazują charakter bardziej nontronitowy. Zawierają one przy tym domieszki kaolinitu oraz więcej, niż bentonit z Jeżówki, jonów wymiennych sodu i potasu. Powoduje to zapewne niższe pojemności wymiany jonowej tych dwóch utworów.

Ił z Jeżówki posiada niewątpliwie charakter tufogeniczny. Przemawia za tym rodzaj wkładki zupełnie obcy środowisku sedymentacyjnemu osadów senonu, obecność montmorylonitu, blaszek biotyту, a także pojedynczych okruchów szkliwa. Upoważnia to do określenia go mianem bentonitu. Próbki z Piły i Muniakowic posiadają być może ten sam charakter, aczkolwiek forma występowania tych ostatnich w szczelinach pionowych nie jest zupełnie wyjaśniona. Materiał piroklastyczny, z którego powstały pochodzi zapewne z geosynkliny Karpat zewnętrznych, gdzie w równowiekowych osadach tufity znane są z szeregu punktów, zestawionych ostatnio w pracy S. Alexandrowicza i W. Parachonia.

choniaka (l. c.). Podobnie jak w okolicy Włoszczowej proces przeobrażenia jest tu zaawansowany, co wiąże się ze stosunkowo powolną sedymentacją i dość długim działaniem wody morskiej. Zmiany miąższości i wyklinowywanie się poszczególnych wkładek spowodowane są działalnością prądów.

Niewielka ilość wkładek bentonitowych, jaką znamy z senonu niecki nidziańskiej, wiąże się w pierwszym rzędzie ze słabym jak dotychczas poznaniem senonu tych okolic spowodowanym silnym zakryciem utworami czwartorzędowymi. Dalsze badania mogą wykazać zarówno obecność nowych punktów występowania tych utworów, jak i też nowych wkładek¹. Wtedy też będzie można w sposób bardziej dokładny określić ich rolę jako poziomów przewodnich, którymi są one zapewne, jednak przy obecnej znajomości obszaru nie można tego w sposób ścisły sprecyzować.

Senońskie bentonity z okolicy Miechowa są materiałem stosunkowo czystym. W omówionych punktach ze względu na małą miąższość nie mogą one rzecz jasna posiadać żadnego znaczenia praktycznego. Nie można jednak wykluczyć istnienia rejonów, gdzie miąższości bentonitów mogłyby być większe, czego dowodem są wkładki bentonitów w Ludyni i Nowinach koło Włoszczowej mające, jak podają S. Alexandrowicz i W. Parachoniak (l. c.), 30 cm miąższości.

*Katedra Złóż Surowców Skalnych
Akademii Górniczo-Hutniczej
w Krakowie*

WYKAZ LITERATURY REFERENCES

- Alexandrowicz S., Parachoniak W. (1958), Utwory tufogeniczne w górnej kredzie niecki miechowskiej (Upper Cretaceous tuffogenic deposits in the Miechów syncline). *Acta geol. pol.*, 8, No. 2, pp. 213—244, Warszawa.
- Bukowy S. (1956), Geologia obszaru pomiędzy Krakowem a Korzkwią (Geology of the area between Cracow and Korzkwia). *Biul. Inst. Geol.*, 108, pp. 17—82. Warszawa.
- Grim R. E. (1953), Clay mineralogy. Mc Graw-Hill, New York.
- Gucwa I., Koszarski L. (1960), Występowanie bentonitów w warstwach krosnieńskich dolnych w Zagórzu koło Sanoka (Occurrence of bentonites in the Lower Krosno Beds at Zagórz near Sanok (Carpathians). *Kwart. Geol.* 4, 1, pp. 181—191. Warszawa.
- Iwanowa W. P. (1961), Termogramy minerałów. *Zapiski Wsiesojuz. Mineral. Obszczestwa. Wt. Ser.*, Cz. 90, Wyp. 1, pp. 50—90, Moskwa-Leningrad.
- Kraźewski S. R. (1958), O osadach górnokredowych okolic Proszowic (On the upper Chalk deposits in the region of Proszowice near Cracow) *Studia Soc. Sc. Tor.* 3 nr 3, sect. C, pp. 1—18, Toruń.
- Michalik A., Wieser T. (1959), Tufity we fliszu podhalańskim (Tuffites in the Podhale Flysch (Western Carpathians). *Kwart. Geol.* 3, 2, pp. 378—390. Warszawa.
- Petržela L. (1955), Slévárenské formovací látky. Praha.

¹ W czasie druku niniejszej pracy stwierdzono obecność bentonitów w opokach z czertami (kampan dolny) w Chlinie, Kolonii Brzozówce oraz Ściborzycach.

- Pożaryski W. (1938), Stratygrafia senonu w przełomie Wisły między Rachowem i Puławami (Senonstratigraphie im Durchbruch der Weichsel zwischen Rachów und Puławy in Mittelpolen). *Biul. P. I. G.* 6, pp. 1—94. Warszawa.
- Ross C. S., Hendricks S. B. (1945), Minerals of the montmorillonite group. U. S. *Geological Survey. Professional Paper* 205-B, pp. 23—77. Washington.
- Rutkowski J. (1960), O utworach piaszczystych w mastrychcie okolic Miechowa (Sandy deposits Mastrichtian age in the vicinity of Miechow). *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 30, z. 3, pp. 289—304. Kraków.
- Senkowicz E. (1959), Jura i kreda między Jędrzejowem a rzeką Nidą (The Jurassic and Cretaceous between Jędrzejów and Nida river (Święty Krzyż Mountains)). *Biul. Inst. Geol.* 159, pp. 106—147. Warszawa.
- Sikora W., Wieser T. (1959), The occurrence of bentonites in variegated shales of the Magura Nappe. *Biul. l'Acad. Pol. Sc. Ser. sci. chim., geol. et geogr.* 7, No. 7, pp. 491—496. Warszawa.
- Sujkowski Z. (1931), Petrografia kredy Polski. Kreda z głębokiego wiercenia w Lublinie w porównaniu z kredą niektórych innych obszarów Polski (*Étude pétrographique du Cretacé de Pologne. La série de Lublin et sa comparaison avec la craie blanche*). *Spraw. P. I. G.* 6, z. 3, pp. 485—628. Warszawa.
- Zima B. (1961), Utwory kredowe rejonu Wodzisławia jako materiał budowlany. Praca dypl. nie publ. *Arch. Katedry Złóż Surowców Skalnych AGH*, Kraków.

SUMMARY

Abstract. The authors describe Senonian bentonites occurring in the western limb of the Nida syncline. The oldest of the investigated bentonites, which is present near the boundary between the Lower and Upper Campanian is composed of almost pure montmorillonite. The Lower Mastrichtian bentonites have a more nontronitic character and contain admixtures of kaolinite.

Three new occurrences of bentonites of Campanian and Lower Mastrichtian age were found in the vicinity of Miechów, in the western limb of the Nida syncline. Bentonites of Cretaceous age are rarely met with outside the Carpathians, and until now were known to occur only in the vicinity of Włoszczowa in the lower part of the Upper Campanian (Alexandrowicz and Parachoniak, 1958).

The oldest bentonite layer (sample 1) was found in the Campanian at Jezówka (west of Miechów) in a well. Siliceous marls with cherts (Lower Campanian) with an uneven upper surface, recognised as a hard-ground by Dr. S. Bukowy (personal communication) are covered there by glauconitic marls containing pebbles of the underlying rocks. These marls are grading upwards into siliceous marls with rare cherts (Upper Campanian). The bentonite forms a layer 15 cm thick near the glauconitic marls. The stratigraphic position of this bentonite is similar to, or may be identical with that of the bentonites occurring at Włoszczowa (cf. Alexandrowicz and Parachoniak, l. c.).

The bentonites occurring at Piła north of Miechów (sample 2) are grey-brown and vary in thickness from a few mm up to 2 cm, forming an intercalation in sandy siliceous marls. These marls are covered by sandstones with intercalations of sandy limestones, containing pebbles of the underlying siliceous marls at the base. The microfauna of the latter indicates, according to Dr S. Alexandrowicz, the Campanian Mastrichtian boundary. The sandstones are similar to the sandstones occurring at Motkowice (30 km east-north-east of Piła) regarded by

Senkowicz (1959) as Lower Maestrichtian. It is concluded therefore, that the sandy and siliceous marls containing intercalations of bentonites are of Lower Maestrichtian age.

Several intercalations of dark-grey montmorillonite up to 2 cm thick are present at Muniakowice, (south of Miechów) (sample 3), in sandy siliceous marls of Lower Maestrichtian age, as indicated by the presence of *Belemnella lanceolata* (determined by Dr S. Cieśliński) and of *Pseudouvirina cristata* and *Pseudovalvulineria gracilis* (determined by Dr. S. Alexandrowicz). The clays were also pressed into perpendicular clefts or brought in by water.

All samples of bentonite contain quartz grains, rare feldspars and sporadically grains reminding volcanic glass. The bentonite from Jeżówka (sample 1) contains also muscovite, rare biotite, and foraminiferal tests.

Results of differential thermal analysis (Fig. 2) indicate that the investigated bentonites are composed of almost pure montmorillonite. A small admixture of calcium carbonate obscures somewhat the DTA curve of the bentonite from Jeżówka. The samples from Piła and from Muniakowice have a more nontronitic character and contain small amounts of kaolinite as indicated by the presence of an endothermic reaction at about 600 °C and of an exothermic reaction at about 1000 °C. Chemical analysis, ion exchange capacity, and structural formulas calculated according to Ross and Hendricks (1945) confirm the conclusions reached on the base of the DTA results.

Also the reactions with benzidine and malachite green (Grim, 1953) suggest that montmorillonite is the principal constituent of the investigated bentonites. The samples from Piła and Muniakowice are characterised by a higher content of iron than those from Jeżówka, and the staining reactions indicate the presence of admixtures of nontronite in them.

The character of the intercalations foreign to the sedimentary environment in which the Senonian sediments accumulated in the described region, the presence of montmorillonite, biotite, and rare grains of volcanic glass permit to regard the investigated rock from Jeżówka as bentonite. The montmorillonite clays from Piła and from Muniakowice have probably similar origin. The tufogenic material from which they probably originated came from the Carpathian geosyncline, in which volcanic rocks coeval with the described bentonites occur in many localities.

*Department of Non-Metallic Mineral Deposits
School of Mining and Metallurgy, Kraków.*