

Jan CZERMIŃSKI, Wacław RYKA

## Bentonity mioceńskie z Machowa

Nadkład serii siarkonośnej w Machowie w przeważającej części jest reprezentowany przez ility krakowieckie. W ilitych tych w czasie zdejmowania nadkładu i przygotowywania serii siarkonośnej do eksploatacji napotkano kilka wkładek bentonitowych. Na opisane wkładki bentonitowe jako pierwszy zwrócił uwagę mgr inż. K. Smuszkiewicz — geolog kopalni siarki *Machów*, któremu składamy serdeczne podziękowanie za ich wskazanie. Występowanie tych bentonitów jest oryginalne, ponieważ współwystępują z nimi baryty.

Jednym z miejsc występowania wkładek bentonitowych jest zachodnia skarpa odkrywki, w której na poziomie 125—128, czyli 14÷17 m poniżej stropu ility krakowieckich napotkano dwie blisko siebie leżące warstewki bentonitu. Miąższość tych warstewek wynosi 7—10 mm, a odległości między nimi około 9 cm. Są one łatwo dostarczalne. Na tle ciemnoszarych, a w stanie wilgotnym prawie czarnych ilitych zaznaczają się dzięki swej jasnokremowej barwie. Nawet po wyschnięciu ilitych, które stają się wtedy jasnopopielate, wkładki bentonitów wyróżniają się, gdyż i one wysychając stają się jaśniejsze i przyjmują prawie białą barwę. Sposób rozmieszczenia tych warstewek w profilu ilustruje fig. 1.

Warstewki bentonitu makroskopowo wyraźnie odcinają się zarówno w spągu, jak i w stropie od ilitych, wśród których występują. Szczególnie w świeżej, wilgotnej skale dają się one łatwo oddzielić od ilitych. Bentonity są drobno laminowane i przy rozdrabnianiu rozpadają się na drobne łuski. W ich obrębie tkwią dyskoidalne formy barytu, których większe okazy (średnica) waha się od 6 do 12 mm. Wybrane z warstewki skupienia barytu przedstawione są na tabl. II.

Baryt w postaci form dyskoidalnych występuje na ogół na kontakcie stropowej części warstewek bentonitu z wyżej leżącymi ilitych krakowieckimi. Jeżeli jednak grubość dysku jest znaczna, tkwi on w całości w obrębie warstewki bentonitu. Sposób rozmieszczenia barytu w profilu ilustruje fig. 1. Laminy bentonitu opływają brzeżne części dysków. W rozmieszczeniu przestrzennym dysków barytu nie zauważa się żadnej prawidłowości, jest ono raczej przypadkowe, a odległości między nimi są niewielkie — od kilku mm do kilku cm. Sposób ich rozmieszczenia jest podobny do przedstawionego na tabl. II.

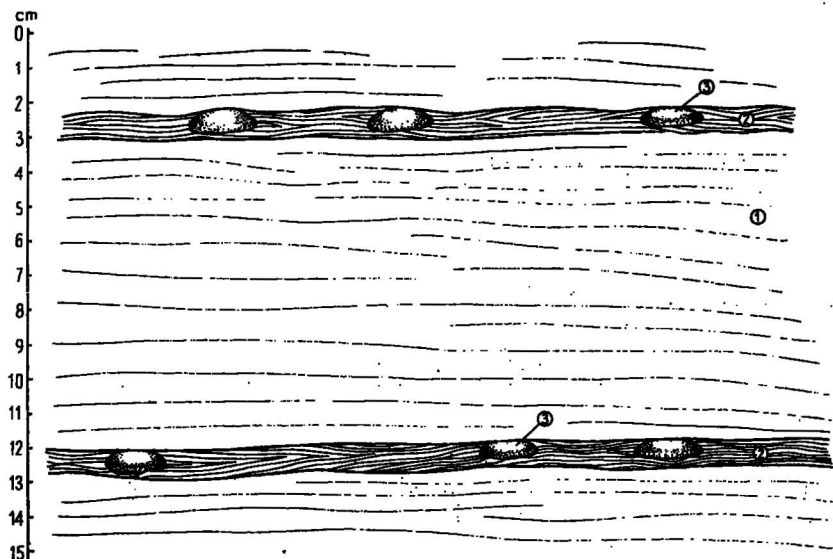


Fig. 1. Rozmieszczenie dwu wkładek bentonitów z Machowa; 14—17 m poniżej stropu ilów krakowieckich

Situation of two bentonite intercalations at Machów. 14—17 m below the top of the Krakowiec clays

1 — ility; 2 — bentonit; 3 — baryt

1 — clays, 2 — bentonite, 3 — barite

Warstewki bentonitu są bardzo pomocne przy obserwacjach tektonicznych. W obrębie jednorodnej, miększej serii ilów krakowieckich drobne przesunięcia warstw są trudno zauważalne. Są one natomiast łatwo dostrzegalne we fragmentach profilów z występującymi wkładkami bentonitowymi.

\*

Omawiany bentonit poddano analizie mikroskopowej, rentgenograficznej, termicznej i chemicznej.

Badania mikroskopowe płytek cienkich ujawniły bezładną lub słabo uporządkowaną teksturę skały, złożonej prawie z monomineralnej masy, którą tworzą słabej dwójłomności drobne blaszki o długości poniżej 0,001 mm, zbite w agregaty o wymiarach do 0,03 mm. Agregaty są miejscami zrekrystalizowane zgodnie z kierunkowością skały w zespołach o wymiarach do 0,02 mm, jednorodnie wygaszających i dwójłomności 0,018—0,020, a przypuszczalnie nawet jeszcze wyższej, gdyż maskowanej zielonkawą barwą i małymi wymiarami ziarn. W masie tych minerałów sporadycznie występują pojedyncze blaszki miłki, nie przekraczające długości 0,005 mm. Nie dostrzeżono natomiast form szkliwa i jego pseudomorfoz. Fakturę powierzchni bentonitu uzyskano przy użyciu japońskiego mikroskopu skanningowego produkcji f-my Jeol Co., Ltd. przez fotografowanie powierzchni równoległej do uławicenia skały (tabl. I, fig. 5—7) oraz prostopadłej do niej (tabl. I, fig. 8—10).

Zespół minerałów detrytycznych bentonitu reprezentowany jest głównie przez kwarc, skalenie i biotyt. Minerale te występują w objętości kilku procentów. Przeważa kwarc w postaci odłamków (kryształów lub form wiórkowatych, średnicy do 0,1 mm. Wśród skaleni stwierdzono sanidyn i zasadowy oligoklaz. W zdecydowanej większości skaleni są spękane, przeobrażone w minerale ilaste oraz przyprószone produktami uwodnienia i utlenienia związków żelaza, co wyklucza możliwość przeprowadzenia ich szczegółowych badań. Biotyt tworzy cienkie, częściowo postrzępione na brzegach, słabo przejrzyste pakiety średnicy do 0,2 mm. Odnacza się on pleochroizmem w odcieniach:  $\alpha$  — bladżółtawy,  $\gamma$  — brunatnooliwkowy. Analiza minerałów tonących w bromoformie wykazała, że biotyt wraz z niewielką ilością minerałów nieprzejrzystych stanowi bezwzględną większość badanej frakcji mineralnej. W niewielkiej ilości stwierdzono idiomorficzny cyrkon, czasami spękany, osiągający długość 0,015 mm. Sporadyczne są: turmalin, granat i amfibol. Minerale nieprzejrzyste należą do pirytu, skupionego zwykle na płaszczyznach spękań bentonitu.

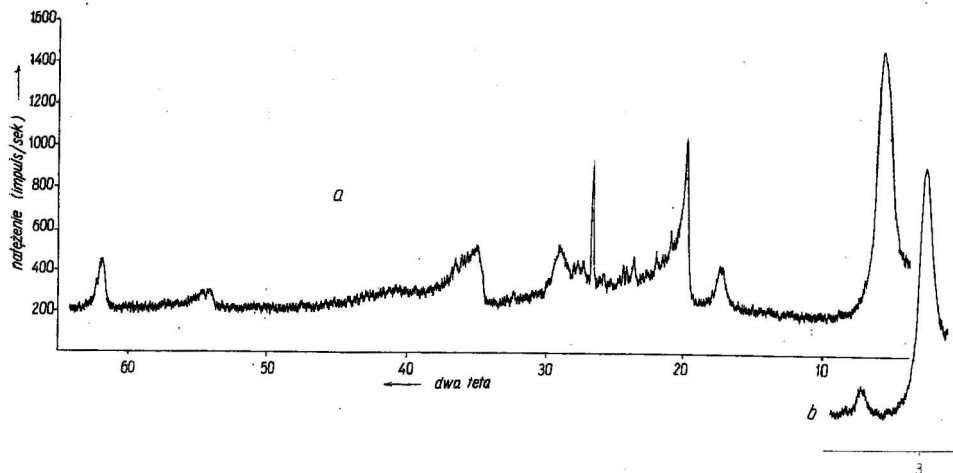


Fig. 2. Dyfraktogram bentonitu z Machowa (a) + glikol (b)  
Diffraction pattern of bentonite from Machów (a) + glycol (b)

Wyniki analizy dyfraktometrycznej wskazują na prawie monomineralny skład bentonitu (fig. 2). Analizę wykonał mgr M. Stępniewski na dyfraktometrze japońskim f-my Rigaku Denki Co., Ltd. stosując jako antykatodę promieniowanie Cu, filtr Ni, napięcie 35 kV oraz natężenie 10 mA. Obecność typowych dla montmorylonitu refleksów o odległościach płaszczyznowych 15,5; 4,48 i 2,56 Å, a także 5,12; 4,25; 3,08; 2,77; 2,45; 1,69 i 1,49 Å wskazuje na montmorylonit. Niewielką domieszkę kwarcu potwierdzają refleksy o odległościach płaszczyznowych 3,69 i 3,34 Å, a być może także 4,05 Å — cacholongu (W. Michejew, 1957), a o obecności biotyту wnioskować można na podstawie obecności refleksu odległości płaszczyznowej równej 10,04 Å. Po wysyceniu glikolem otrzymano typowe dla montmorylonitu przesunięcie refleksu odległości płaszczyznowej z 15,5 Å na 19,2 Å, a 4,48 Å na 9,6 Å.

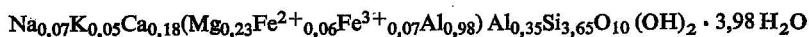
Analizę termogravimetryczną bentonitu wykonała doc. dr A. Kuźniarowa na derywatografie węgierskim konstrukcji F. Paulik, J. Paulik, L. Erdey, w czasie 100 minut i atmosferze powietrza (fig. 3). Wyniki analizy wykazują również prawie monomineralny skład bentonitu zbudowanego z montmorylonitu. Reakcje endotermiczne zaznaczyły się oddawaniem wody w temperaturach 80—260°C w ilości 15,20% wag. i temperaturach 740—850°C w ilości 3,60% wag. Suma wody uwolnionej z bentonitu podczas ogrzewania do temp. 1020°C sięga 19,78% wag. Ponadto na krzywej DTA widoczne są ślady słabych reakcji egzotermicznych w temperaturach 420°C i 570°C; pierwsza związana być może z obecnością pirytu, druga zaś kwarcu.

Tabela 1  
Wyniki analizy chemicznej bentonitu z Machowa i ich przeliczenia  
na stosunki molekularne

Składniki	% wag.	stos. mol.
SiO <sub>2</sub>	55,46	9229
TiO <sub>2</sub>	0,12	15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,20	1785
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,38	86
FeO	1,38	159
MnO	0,00	
MgO	2,35	583
CaO	2,50	446
Na <sub>2</sub> O	0,54	87
K <sub>2</sub> O	0,60	64
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	5
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	5,53	3069
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	12,24	6794
CO <sub>2</sub>	0,00	
S	0,00	
Razem	100,13	—

Analizował mgr A. Chabło.

Wyniki analizy chemicznej bentonitu zamieszczono w tab. 1 wraz z jej przeliczeniami na stosunki molekularne. Pomijając niewielką ilość domieszek obcych w bentonicie, analizowaną skałę można rozpatrywać jako prawie czysty montmorylonit. Stąd też wyprowadzono wzór tego minerału w oparciu o przeliczenia na 10 atomów tlenu:



Stosunek jonów Si : Al w bentonicie 3,65 : 1,33 = 2,74 jest dodatni dla krzemu i wskazywać może na brak przejawów starzenia się montmorylonitu, związanego z jego przekształceniem w illit. Procesy starzenia się montmorylonitu są typowe w bentonitach paleozoicznych, w których wspomniany stosunek jonów równa się 2,0 w przypadku bentonitów de-

wońskich oraz około 1,0 w bentonitach sylurskich i ordowickich (J. Czermiński, W. Ryka, 1962). W bentonicie z Andrzejówki natomiast stosunek Si i Al jest prawie identyczny jak w bentonicie z Machowa ( $3,56 : 1,31 = 2,72$ ) i bentonitach z okolic Szydłowa ( $3,61 : 1,33 = 2,71$ ). Skala z Machowa jest odmianą bentonitu wapniowego. Stwierdzona chemicznie ilość 2,50% wag. CaO w bentonicie z Machowa ma odzwierciedlenie w bentonitach mioceńskich z Chmielnika (CaO = 4,50% wag.) i Szydłowca (CaO = 3,70% wag.), a zwłaszcza w analizie szkliwa wulkanicznego z Ciecierz, w którym W. Heflik (1959) stwierdził zawartość 4,16% wag. CaO.

Proces osadzania się szkliwa wulkanicznego, przeobrażonego w późniejszym czasie w bentonit, nie był krótkotrwałym epizodem geologicznym. Na obecność montmorylonitu wskazuje bowiem analiza iłowców otaczających cienką warstewkę bentonitu. Iłowce powyższe odznaczają się słabo kierunkową teksturą i pelitową strukturą. Podstawową masą tej skały są oliwkowej barwy minerały ilaste, kierunkowo wygaszające światło, przetkane hydromnikami, chlorytem i węglanami. Analiza termiczna iłowca wykazała, iż jego podstawową treść stanowią montmorylonit i hydromniki, których proces termicznego ogrzewania spowodował uwolnienie 15,85% wody, w tym 270°C stratę równą 5,58% wag. H<sub>2</sub>O, w zakresie 520–620°C ubytek 4,48% wag. H<sub>2</sub>O, a w interwale 670–820°C ucieczkę dalszych 5,39% wag. H<sub>2</sub>O. Montmorylonitowi i hydromnikom towarzyszą w iłowcu biotyt, glaukonit, kwarc, skalenie i szczątki otwornic, a sporadycznie kolofan, getyt, amfibol oraz produkty rozkładu związków żelaza.

Na granicy bentonitu z iłowcem występują spłaszczone, dyskoidalne formy o wymiarach od 25 × 12 mm do 14 × 6 mm (tabl. III, fig. 11). Badania mikroskopowe ujawniły jednorodność mineralną form oraz ich strefową budowę. Ich części wewnętrzne składają się z beładnie ułożonych drobnych ziarn barytu, któremu towarzyszyć mogą pojedyncze osobniki pirytu. W części zewnętrznej form dyskoidalnych baryt ma strukturę

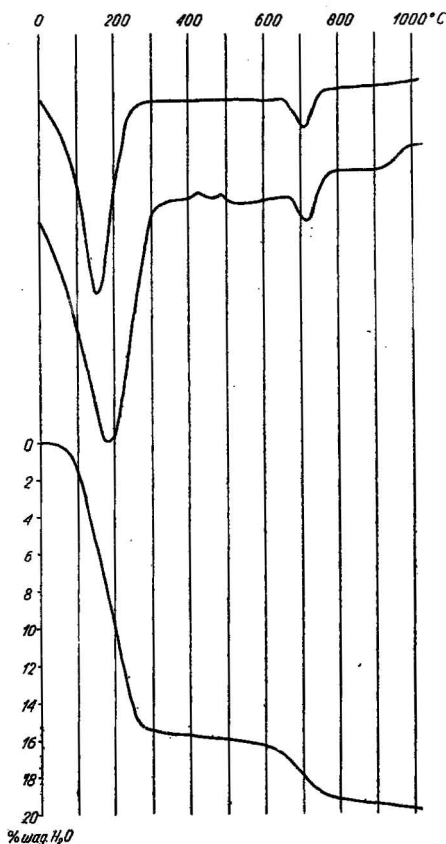


Fig. 3. Wykres DTA, DTG i krzywa odwodnienia próbki bentonitu otrzymane na derywatografie

DTA diagram, DTG diagram and curve of bentonite sample dehydration, obtained by means of deryvatograph

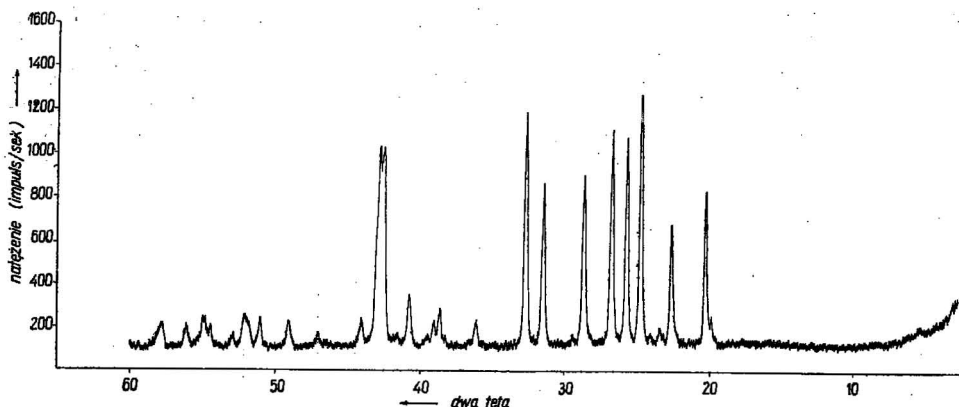


Fig. 4. Dyfraktogram barytu z Machowa  
Diffractogram of barite from Machów

włóknistą, snopowatą i równoległe rozbieżną, a poszczególne jego wiązki ułożone są współśrodkowo, prostopadle do brzegów konkrecji. Na granicy sąsiadujących sektorów wiązek snopowych barytu obecne są miejscami drobne skupienia montmorylonitu lub ilowca, czasami zaś biotyt, glaukoniit i apatyt. Płósciowo nie mają one żadnego znaczenia i dlatego formy dyskoidalne są praktycznie monomineralne. Ośrodkami krystalizacji barytu były drobne ziarna pirytu i apatytu, stanowiące treść jego domieszki detrytycznej.

Tabela 2

Wyniki analizy chemicznej barytu z Machowa i ich przeliczenia na stosunki molekularne

Składniki	% wag.	stos. mol.
BaO	62,68	392
SrO	0,60	6
SO <sub>3</sub>	32,31	404
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,30	17
CO <sub>2</sub>	0,00	—
SiO <sub>2</sub>	4,09	68
Razem	99,98	—

Analizą rentgenograficzną barytu (fig. 4) wykonał mgr M. Stępniewski na dyfraktometrze japońskim f-my Rigaku Denki Co., Ltd., stosując jako antykatodę promieniowanie Cu, filtr Ni, napięcie 35 kV i natężenie 10 mA. Na dyfraktogramie zaznaczone są głównie refleksy barytu o następujących odległościach sieciowych: 4,34; 3,90; 3,58; 3,44; 3,32; 3,10; 2,83; 2,73; 2,48; 2,32; 2,20; 2,11; 2,05; 1,93; 1,85; 1,75; 1,67; 1,64; 1,59 i 1,53 Å. Po-

nadto w próbie stwierdzono obecność montmorylonitu zaznaczonego słabymi refleksami o odległościach sieciowych 15,8 i 4,42 Å oraz podrzędne ilości skalenia potasowego (sanidynu).

Obserwacje mikroskopowe i wyniki badań rentgenograficznych barytu uzupełniono analizą chemiczną wykonaną przez mgra A. Chabło, której rezultaty podano w tab. 2.

Stosunkowo wysoka zawartość krzemionki w barycie nie została potwierdzona obecnością kwarcu. Należy stąd wnioskować, iż reprezentowana jest ona przez formy słabo przekryształizowane, na co wskazuje również brak typowych dla kwarcu refleksów o odległościach sieciowych 3,34 Å i 3,69 Å. Zawartość barytu w formach dyskoidalnych jest wysoka i wynosi prawie 96% wag. Wzór barytu wyliczony na podstawie wyników analizy chemicznej jest następujący:  $Ba_{0,985}Sr_{0,015}SO_4$ .

Występowanie dyskoidalnych form pomiędzy łowcem i bentonitem wskazywać może, iż baryt wykształcił się na pograniczu dwóch zróżnicowanych pod względem przepuszczalności wody ośrodków. Łowiec stanowił przypuszczalnie warstwę izolującą, wzdłuż której migrowały roztwory wymywające z bentonitu jony baru i strontu. Podobne zjawisko zostało opisane przez Z. Michałka (1965, 1966), który na ociosach warstw bentonitu w kopalni w Radzinkowie zaobserwował naloty barytowe jako rezultat wykwitów substancji wymywanych z bentonitu. Według Z. Michałka pochodzenie baru i strontu w bentonitach radzionkowych związane jest z obecnością skaleni w pierwotnej skale, zasobnych w powyższe składniki. Zawartość baru w wysokotemperaturowym skaleniu potasowym (sanidynie) osiąga zdaniem K. S. Heiera (1962) wysokie koncentracje, które W. Engelhardt (1936) określił na 14 330 ppm, podczas gdy w ortoklawie granitu wynosi ona tylko 4 390 ppm. Natomiast W. A. Deer, R. A. Howie i J. Zussman (1963) stwierdzają, iż ilość oznaczeń baru w sanidynie nie była dotąd przedmiotem wnikliwej analizy, a z nielicznych danych wynika zakres zawartości tego pierwiastka w granicach 1,56—0,27% wag. Wprawdzie znane są skalenie barowe pod nazwami celzjanu, hialofanu, paracelzjanu, banalsytu i innymi, zawierające w swym składzie nawet ponad 40% wag. BaO, lecz są to minerały związane głównie z asocjacją złóż manganowych lub parametamorficznymi produktami ich przeobrażeń.

Bar został uruchomiony podczas rozkładu skalenia potasowego i przypuszczalnie obsadził pozycje wymienne w montmorylonicie, który już wcześniej wykształcił się w wyniku bentonityzacji szkliwa wulkanicznego. Ponowne uruchomienie baru nastąpiło pod wpływem migracji roztworów wodnych zasobnych w jony  $[SO_4]^{-2}$ . Pod wpływem zetknięcia się tych roztworów z bentonitem, już w bezpośrednim kontakcie z łowcem, wytracił się kryptokrystaliczny baryt, stanowiący treść centralnych części form dyskoidalnych. Przenikające do bentonitu roztwory, zubożone o jony  $[SO_4]^{2-}$ , które weszły do budowy barytu, spowodowały dalsze uruchomienie jonów baru. Uwolnione jony baru reagowały z nowymi porcjami migrującej z roztworami siarki i stopniowo krystalizował włóknisty baryt o strukturze równoległe rozbieżnej. Dyskoidalne formy barytu informują również o krystalizacji, która zachodziła w warunkach znacznego ciśnienia nadkładu warstw, a tym samym o znacznie młodszym od bentonitu czasie powstania.



## WNIOSKI

1. Analizowany bentonit złożony jest prawie wyłącznie z czystego montmorylonitu wapniowego oraz odznacza się wysokim stopniem zbentonizowania, zaznaczonym brakiem form szkliwa. Składem chemicznym odpowiada on bentonitom chmielnickim oraz bentonitom z okolic Szydłowa (A. Langier-Kuźniarowa, 1967).

2. Powstanie dyskoidalnych form barytu, występujących na pograniczu bentonitu z iłowcem, związane jest z uwolnieniem baru podczas rozkładu skałeni potasowych (sanidynu) i jego krystalizacją pod wpływem działania descenzyjnych wód zasobnych w siarkę.

3. Bentonit pochodzi z efuzji kwaśnej magmy typu granitowego z ośrodkiem w Karpatach. Zgodnie z przypuszczeniami dotychczasowych badaczy zajmujących się problemami mioceńskich bentonitów, stwierdzonych na południe od Gór Świętokrzyskich, wywodzą się one z erupcji andezytów. Wydaje się nam jednak, iż zespoły powyższe zbyt różnią się asocjacjami mineralnymi i składami chemicznymi, aby można je było wiązać genetycznie. Bentonity są zasobne w kwarc, skałen potasowy oraz oligoklaz — kwaśny andezyn, podczas gdy andezyty składają się głównie z amfibolu, piroksenu, biotyty i labradoru. W związku z powyższym andezyty odznaczają się znacznymi zawartościami wapnia, magnezu i żelaza, w sumie do 10% wag., gdy tymczasem w bentonitach suma tych składników nie przekracza połowy tej wartości, a zwykle nawet jest znacznie mniejsza. Wiele analogii do bentonitów wykazują natomiast porfiryty karpackie z Sułowa opisane przez A. Gawła (1958).

Instytut Geologiczny  
Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
Nadesłano dnia 20 kwietnia 1970 r.

## PIŚMIENNICTWO

- CZERMINSKI J., RYKA W. (1962) — Bentonit w dolomitach eiflu w Jurkowicach koło Klimontowa. *Kwart. geol.*, 6, p. 8—20, nr 1. Warszawa.
- DEER W. A., HOWIE R. A., ZUSSMAN J. (1963) — *Rock-forming minerals*. 4. Framework silicates. London.
- ENGELHARD W. (1936) — Die Geochemie des Bariums. *Chemie der Erde*, 10, p. 187—246, nr 2. Jena.
- GAWŁA A. (1958) — Przeobrażenia porfiryty z Sułowa koło Wieliczki. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 27, (1957), p. 151—162, nr 1/4. Kraków.
- HEFLIK W. (1959) — Petrografia szkliwa wulkanicznego iłów bentonitowych z miejscowości Ciecierz koło Chmielnika. *Kwart. geol.*, 3, p. 778—789, nr 4. Warszawa.
- HEIER K. S. (1962) — Trace elements in feldspars. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, 42, p. 415—454, nr 2. Oslo.
- LANGIER-KUŹNIAROWA A. (1967) — Bentonity mioceńskie z wierceń okolic Szydłowa (woj. kieleckie). *Biul. Inst. Geol.*, 207, p. 223—244. Warszawa.
- MICHAŁEK Z. (1965) — Iły montmorylonitowe z Radzionkowa na Górnym Śląsku. *Zesz. nauk AGH*, nr 103, Rozpr. 39. Kraków.



MICHAŁEK Z. (1966) — Zagadnienie baru w górnośląskich osadach montmorylonitowych. Spraw. Posiedz. Kom. PAN, Oddz. w Krakowie, styczeń-czerwiec 1965, p. 261—263. Kraków.

МИХЕЕВ В. И. (1957) — Рентгенометрический определитель минералов. Гос. Научно-Техн. Изд. Лит. по Геол. и Охр. Недр. Москва.

Ян ЧЕРМИНЬСКИ, Вацлав РЫКА

## МИОЦЕНОВЫЕ БЕНТОНИТЫ МАХОВА

### Резюме

В серных копиях Махова, во время вскрышных работ, в краковецких глинах встречено несколько пропластков бентонита. Пропластки очень тонкие, их мощность составляет 7—10 мм. Образцы для исследований, описываемых в статье, были взяты из 2 пропластков, лежащих на 14—17 м ниже кровли краковецких глин. Расстояние между этими двумя пропластками равняется 9 см. Кроме этих двух близко лежащих пропластков в глинистом покрове сероносной серии залегают также другие одиночные пропластки бентонита.

В пределах прослоек бентонита „лежат” дискообразные формы барита размером от 25×12 до 14×6 мм. Барит обычно находится на контакте кровельной части бентонитовой прослойки с вышележащей глиной. Однако, если баритовый диск имеет значительную толщину (10—12 мм), то он целиком лежит в пределах бентонитовой прослойки. В пространственном расположении дисков барита не наблюдается никакой закономерности. Плотность рассеивания дисков почти такая, как показано в табл. II.

Бентонит был подвергнут химическим (табл. 1), микроскопическим, рентгеноструктурным (фиг. 2) и термогравиметрическим (фиг. 3) исследованиям и были проведены исследования под электронным микроскопом (табл. I, фиг. 5—10). Барит же был подвергнут химическим (табл. 2), рентгеноструктурным (фиг. 4) и микроскопическим исследованиям.

Эти исследования привели к следующим утверждениям и выводам: анализированный бентонит состоит почти исключительно из чистого известкового монтмориллонита, а также отличается высокой степенью бентонитизации, и заметным отсутствием форм стекловидной массы. По своему химическому составу он соответствует хмельницким бентонитам, а также бентонитам окрестностей Шидлова (А. Лангер-Кузнярова, 1967).

Образование дискообразных форм барита, имеющих место на границе бентонита и глин, связано с высвобождением бария во время распада калийных полевых шпатов (санидин) и его кристаллизацией под влиянием поверхностных вод, обогащенных серой.

Бентонит происходит от эффузии кислой магмы гранитного типа с центром в Карпатах. Согласно с предположениями исследователей, занимающихся до настоящего времени проблемой миоценовых бентонитов, отмеченных к югу от Свентокшиских гор, они берут начало от извержения андезитов. Однако, нам кажется, что вышеперечисленные группы слишком отличаются друг от друга минеральными ассоциациями и химическим составом, чтобы их можно было генетически связывать. Бентониты изобилуют кварцем, калиевыми полевыми шпатами, а также олигоклазом — кислым андезитом, в то время как андезиты состоят главным образом из амфибола, пироксена, биотита и лабрадора. В связи с этим андезиты отличаются значительным содержанием кальция, магния и железа, в сумме до 10% веса, в то время как в бентонитах сумма этих компонентов не превышает и половины этой величины, а обычно является много меньше. Зато карпатские порфириды Сулова, описанные А. Гавлом (1958) проявляют много признаков, аналогичных бентонитам.

Jan CZERWIŃSKI, Waclaw RYKA

## MIOCENE BENTONITES AT MACHÓW

## Summary

Several bentonite intercalations have been found to occur in the Krakowiec clays in the overburden of the sulphur mine at Machów. The intercalations are thin, their thickness amounting to 7—10 mm. Samples for the examinations discussed in this paper have been taken from two intercalations, about 14—17 m below the top of the Krakowiec clays. The distance between these two intercalations amounts to 9 cm. Beside the two closely situated intercalations, the clay overburden of the sulphur-bearing series discloses other single intercalations, too.

Within the bentonite intercalations there "rest" discoidal forms of baryte, from 25×12 to 14×6 mm in diameter. As a rule, the baryte occurs here at the top part of the bentonite layer, near the contact with the overlying clay. Although the thickness of the baryte disc is considerable (10—12 mm), the disc as a whole sticks in the bentonite layer. Spatial distribution of the baryte discs is irregular. The distribution density of the discs resembles that shown in Table II.

The bentonite underwent chemical examinations (Tab. I), microscope analysis, X-ray examinations (Fig. 2) and thermogravimetric measurements (Fig. 3). Additionally, it was examined also under electron microscope (Tab. I, Figs. 5—10).

On the other hand, the baryte underwent chemical (Tab. III), X-ray (Fig. 4), and microscope examinations that led to the following conclusions.

The bentonite in study almost completely consists of pure calcium montmorillonite, and is characterized by a high degree of bentonitization proved by the lack of any forms of glass. As far as its chemical composition is concerned, it corresponds to the Chmielnik bentonites and to these from the vicinity of Szydłów (A. Langier-Kuźniarowa, 1967).

The development of the baryte discoidal forms at the contact of bentonite and claystone is related to the liberation of barium during the decomposition of potassium feldspar (sanidine) and to its crystallization, due to the descending water rich in sulphur.

The bentonite comes from the effusion of a granite-type acid magma in the Carpathian area. According to the supposition of previous scientists working on the Miocene bentonites ascertained south of the Świętokrzyskie Mountains, they derive from the eruption of andesites. It seems, however, that the above groups considerably differ in their mineral associations and chemical compositions so that they cannot be genetically linked together. The bentonites are rich in quartz, potassium feldspar and oligoclase (acid andesine), whereas the andesites consist mainly of amphibole, pyroxene, biotite and labradorite. As a consequence of this the andesites are rich in calcium, magnesium and iron (up to 10% by weight), whereas in bentonites the sum of these constituents does not exceed a half this quantity, usually being even lower. Highly analogous to bentonites are the Carpathian porphyries from Sułów, described by A. Gaweł (1958).

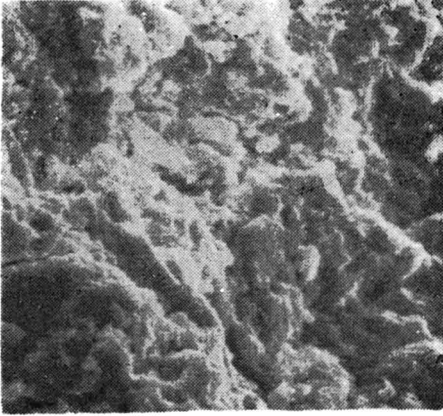


Fig. 5

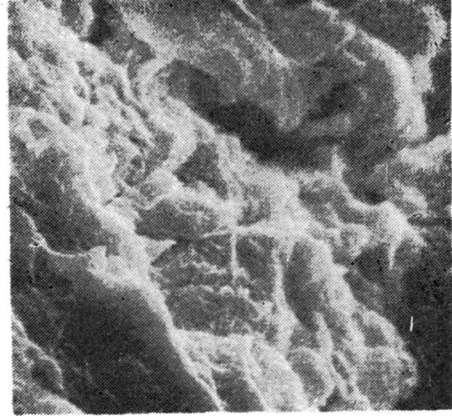


Fig. 6

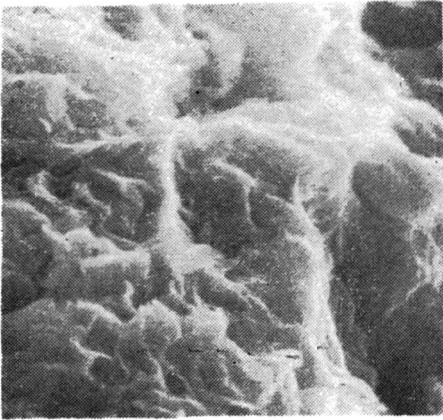


Fig. 7

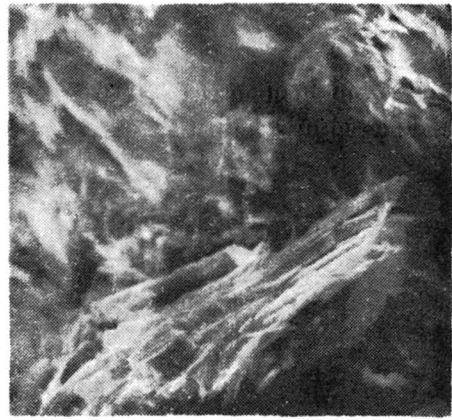


Fig. 8



Fig. 9

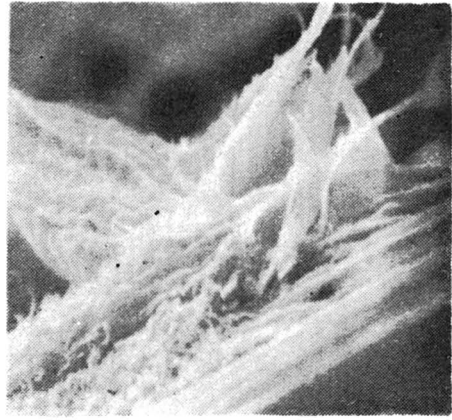
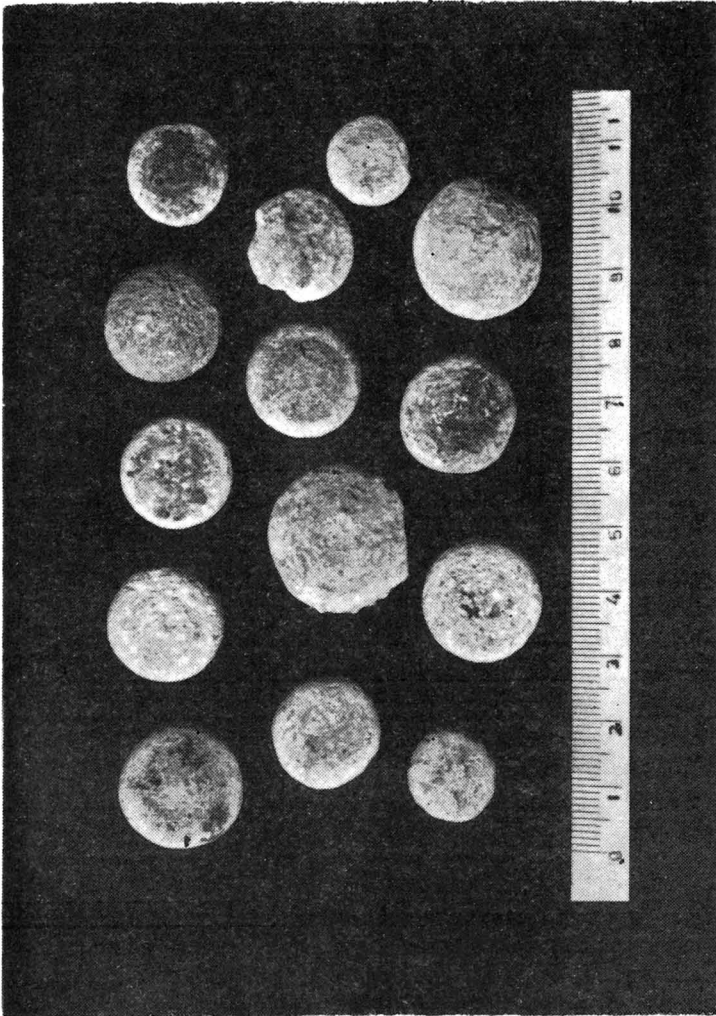


Fig. 10

#### TABLICA I

Faktura powierzchni bentonitu zgodna z uławiceniem skały otrzymana na mikroskopie skanningowym; fig. 5 pow. 1000  $\times$ , fig. 6 pow. 3000  $\times$ , fig. 7 pow. 10 000  $\times$   
Bentonite surface, conformable with the rock bedding, seen under scanning microscope; Fig. 5 enl.  $\times$  1000, Fig. 6. enl.  $\times$  3000, Fig. 7 enl.  $\times$  10 000

Faktura powierzchni bentonitu prostopadła do uławicenia skały otrzymana na mikroskopie skanningowym; fig. 8 pow. 1000  $\times$ , fig. 9 pow. 3000  $\times$ , fig. 10 pow. 10 000  $\times$   
Bentonite surface perpendicular to rock bedding, seen under scanning microscope; Fig. 8 enl.  $\times$  1000, Fig. 9 enl.  $\times$  3000, fig. 10 enl.  $\times$  10 000



Jan CZERMINSKI, Waclaw RYKA — Bentonity miocenne z Machowa

**TABLICA III**

**Fig. 11. Dyskoidalne formy barytu występujące na styku bentonitu z iłowcem**  
**Discoidal forms of baryte found to occur at the contact of bentonite and**  
**claystone**