

GLAUKONIT Z OSADÓW GÓRNEJ KREDY NIECKI ŚRÓDSUDECKIEJ

UKD 549.623.5:551.763.31(234.57)

Próbki wybrane do badań pochodzą z dwóch rejonów niecki śródsudeckiej, tj. niecki Krzeszowa stanowiącej NW jej część oraz niecki Batorowa (Góry Stołowe) w części SE (5, 6, 18).

W niecce Krzeszowa badano glaukonit pochodzący z poziomu glaukonitowego zaznaczającego się w geozach górnego cenomanu. Jest to stały poziom na tym obszarze, wyróżniony już przez Berga (fide 6). Występuje on w dolnej części poziomu geoz ok. 3 m powyżej kontaktu z piaskowcami wapnistymi i mułowcami górnego cenomanu. Miąższość jego wynosi ok. 20 cm. Dodatkowo analizie mikroskopowej poddano glaukonit z wapieni pelitycznych, występujących jako wkładki w górnej części poziomu geoz (6, 19).

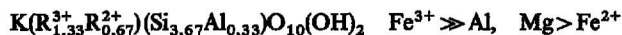
W niecce Batorowa zwrócono uwagę na glaukonit z dwóch poziomów (7, 8, 18): *Inoceramus labiatus* (turon dolny) i *Inoceramus lamarcki* (turon środkowy). Glaukonit z pierwszego poziomu pochodził głównie z mułowców o spoiwie krzemionkowym, wzbogaconych w glaukonit, a z drugiego z margli krzemionkowych (7, 10, 14).

Glaukonity poddano analizie mikroskopowej, rentgenowskiej i chemicznej. Analizę mikroskopową zarówno w mikroskopie polaryzacyjnym jak i skaningowym wykonano na glaukonitach ze wszystkich wyżej wymienionych osadów. Ze względu na trudności z uzyskaniem odpowiedniej ilości czystej próby do analizy rentgenowskiej i chemicznej wzięto jedynie glaukonit z geoz i mułowców, wydzielonych uprzednio magnetycznie ze skały. Dodatkowo wykonano analizę mikrosondą glaukonitu z mułowców i margli krzemionkowych.

UWAGI OGÓLNE O GLAUKONICIE

Według nomenklatury AIPEA Nomenclature Committee (1978) glaukonit jest bogatą w żelazo dioktaedrycz-

ną mika (12). Ogólny wzór glaukonitu można przedstawić następująco:



Na podstawie badań RTG wyróżnia się (2, 3, 12):

1) glaukonit uporządkowany — charakteryzujący się obecnością poniżej 10% pakietów pęczniejących, wysoką zawartością potasu oraz sekwencją 1M (wg 15, typ uporządkowania IMII),

2) glaukonit nieuporządkowany — mający 10% — 20% pakietów pęczniejących, znacznie mniej potasu niż poprzedni, strukturę 1Md (wg 15, typ uporządkowania alleverdytu),

3) glaukonit mieszanopakietowy — zawierający 20% — 60% pakietów pęczniejących, niewielkie ilości potasu (wg 11, dolna granica wynosi 5%), strukturę bardzo nieuporządkowaną (1Md lub <1Md), ponieważ warstwy glaukonitu i smektytu są zwykle przypadkowo przewarstwione.

Najpowszechniejszą formą glaukonitu są owalne agregaty (peloidy). Poza tym może występować w formie powłok na innych minerałach bądź jako warstwy w ich obrębie oraz jako pseudomorfozy po innych minerałach np. biotycie, skaleniach (4, 12).

G.S. Odin i A. Matter (11) wyróżnili dwa typy morfologiczne glaukonitu: ziarna, które mogą być reprezentowane przez wypełnienia muszli, zastępowanie pelletów fekalnych, zastępowanie biogenicznych, węglanowych szczątków organicznych, ziarn mineralnych, fragmentów skał oraz powłoki (film).

Triplehorn (fide 12) wyróżnił następujące formy glaukonitu bez względu na genezę: jajowate lub sferoidalne, płatkowe, płytkowe lub dyskooidalne, elipsoidalne, robaczkowe, mieszane, odlewy skamieniałości, odciski lub zastępowanie szczątków organicznych.

Boyer et al. (*vide* 12) wyróżnia natomiast cztery formy glaukonitu: jajowate, harmonijkowe, gronowate i łyszczkowe.

Glaukonityzacja jest procesem ewolucyjnym tzn. początkujący minerał glaukonit jest mieszanopakietowym glaukonitem – smektytem, który z czasem i wzrostem zawartości żelaza i potasu rozwija się do nieuporządkowanego 1Md glaukonitu, a następnie uporządkowanego 1M glaukonitu. Przy zmianie fizykochemicznych czynników proces ten, może być zatrzymany bądź utworzenie glaukonitu 1M może być bardzo gwałtowne. Proces glaukonityzacji zawsze wymaga rozpuszczenia poprzednika (materiału pierwotnego) i następnie jego strącenia (2, 4, 12, 16).

Według K. Smulikowskiego (13) natomiast ze wzrostem zawartości Fe^{3+} i K zachodzi następująca sekwencja mineralna illit – folioid – glaukonit glinowy – glaukonit typowy.

CHARAKTERYSTYKA PETROGRAFICZNA OSADÓW GÓRNEJ KREDY

W niecce Krzeszowa gezy wzbogacone w glaukonit są ciemnoszare, słabo porowate, silnie zaburzone przez działalność organizmów (bioturbacja) (6, 19). Na powierzchni gezy są widoczne makroskopowo ziarna glaukonitu. W kanałach żerowiskowych glaukonit nie jest widoczny. Natomiast często gromadzi się w większych ilościach wokół nich. W skład gezy wchodzi: krzemionka pochodzenia organicznego, krzemionkowe szczątki organiczne (igły gąbek, pojedyncze radiolarie), kwarc detrytyczny, fragmenty skał, skalenie, łyszczki, glaukonit, minerały ilaste (19).

Wapienie pelityczne występujące jako wkładki w gezach są skałami ciemnoszarymi, słabo zaburzonymi przez działalność organizmów. Dominującym składnikiem jest węglan wapnia (kalcyt). W mniejszych ilościach występuje krzemionka niedetrytyczna, minerały ilaste, kwarc detrytyczny, skalenie, fragmenty skał, łyszczki, glaukonit, minerały ciężkie, krzemionkowe igły gąbek, otwornice (19).

Mułowce poziomu *Inoceramus labiatus* niecki Batorowa są skałami żółtoszarymi, nielaminowanymi, miejscami silnie zaburzonymi przez zwierzęta mulożerne (8). Na powierzchni skały są widoczne makroskopowo drobne ziarna glaukonitu. Nie obserwowano glaukonitu w obrębie śladów żerowania. W skład mulowców wchodzi: kwarc detrytyczny, skalenie, fragmenty skał, łyszczki, glaukonit, fosforany, minerały ilaste, minerały ciężkie, krzemionkowe igły gąbek, otwornice. Spoiwo jest krzemionkowe.

Margle krzemionkowe poziomu *Inoceramus lamarcki* są ciemnoszarymi, nielaminowanymi skałami, czasem silnie zaburzonymi (bioturbacja). W składzie tych skał wyróżniono: węglan wapnia (kalcyt), minerały ilaste, niedetrytyczna krzemionka, kwarc detrytyczny, skalenie, fragmenty skał, łyszczki, glaukonit, minerały ciężkie, krzemionkowe i węglanowe igły gąbek i skorupki otwornic (8, 10).

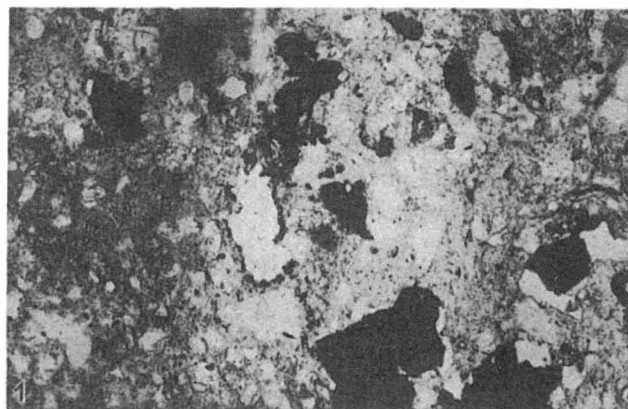
ANALIZA MIKROSKOPOWA GLAUKONITU

We wszystkich badanych skałach wyróżniono następujące formy glaukonitu:

1. Ovalne, czasem lekko wydłużone ziarna (peloidy) o zabarwieniu bladozielonym-trawiaściezielonym-zielonym,

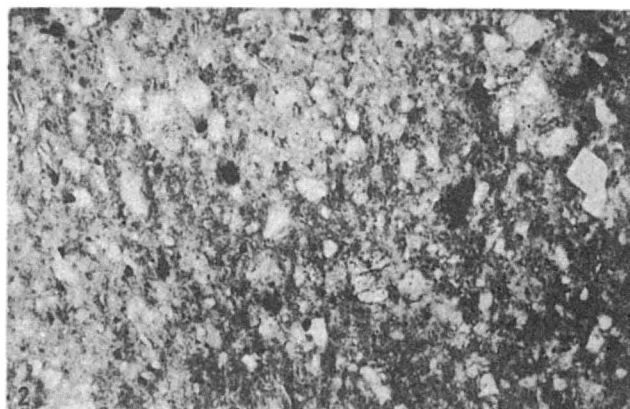
nobrunatnym, bardzo słabym pleochroizmem. Część tych ziarn zawiera szczeliny kontrakcyjne.

2. Ziarna glaukonitu powstałe w wyniku glaukonityzacji biotyty. Są one zielone, z wyraźnym pleochroizmem, z widocznymi śladami łupliwości. Czasem w ich obrębie są widoczne relikty biotyty. Proces glaukonityzacji (3, 10) biotyty przebiega od zewnętrznej części blaszki ku jej środkowi oraz wzdłuż płaszczyzn łupliwości (ryc. 1).



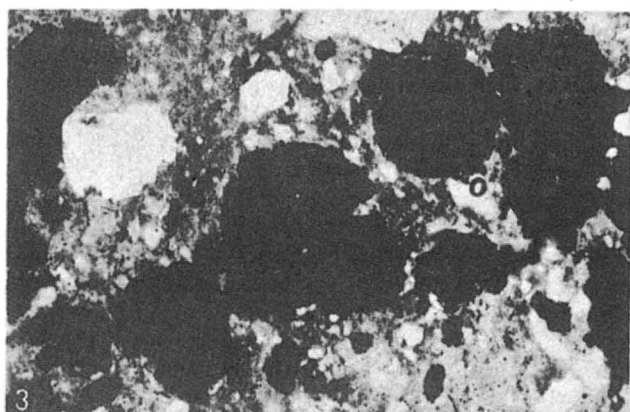
Ryc. 1. Relikt łyszczki w glaukonicie (R); bez analizatora, pow. 175 ×

Fig. 1. Mica remain in glauconite (R); analyser absent, 175 ×



Ryc. 2. Drobne pellety glaukonitu w kanale żerowiskowym; bez analizatora, pow. 204 ×

Fig. 2. Fine glauconite pelloids in Fendichnia channel; analyser absent, 204 ×



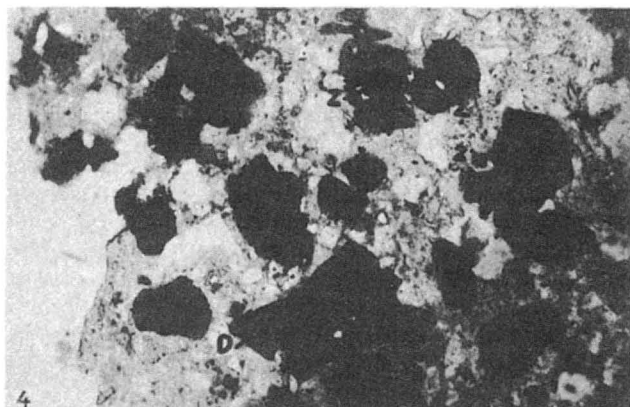
Ryc. 3. Ovalne pellety glaukonitu z brunatną obwódką (O); bez analizatora, pow. 117 ×

Fig. 3. Oval glauconite pelloids with brown fringes (O); analyser absent, 117 ×

Jedynie w gezach i mułowcach dolnego turonu zaobserwowano następujące typy glaukonitu:

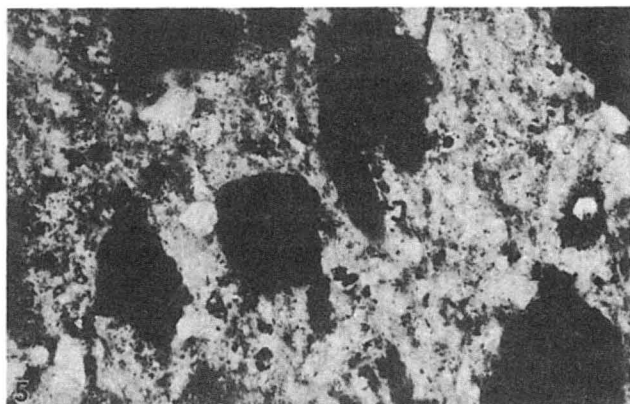
1. Jasnozielony glaukonit wypełniający kanaliki igieł gąbek i skorupki otwornic (ryc. 5, 6).

2. Jasnozielony glaukonit o zarysie ziarn detrytycz-



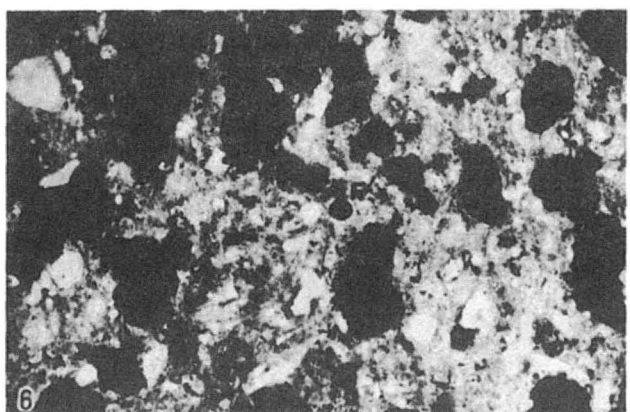
Ryc. 4. Pellety glaukonitu zawierające „zanieczyszczenia (Z). Glaukonit o zarysie detrytycznych ziarn, np. kwarcu, skalenia (D); bez analizatora, pow. 134 ×

Fig. 4. Glauconite pelloids with „Impurities” (Z). Glauconite with shape of detrital grains as quartz, feldspar (D); analyser absent, 134 ×



Ryc. 5. Wypełniony glaukonitem kanalik igły gąbki (I); bez analizatora, pow. 204 ×

Fig. 5. Sponge spine channel (I), glauconite infilled; analyser absent, 204 ×



Ryc. 6. Wypełniona glaukonitem skorupa otwornicy (F); bez analizatora, pow. 175 ×

Fig. 6. Forams valve (F), glauconite infilled; analyser absent, 175 ×

nych np. kwarcu, skaleni. Powstał on prawdopodobnie w wyniku glaukonityzacji tych ziarn (4). Wniosek ten zdaje się potwierdzać obserwacja zielonego zabarwienia na zewnętrznej części ziarn kwarcu i skaleni. Poza tym zielone zabarwienie jest widoczne w obrębie spękań i płaszczyzn łupliwości w skaleniach (ryc. 4).

3. Bardzo drobne, pojedyncze ziarna zielonego glaukonitu w obrębie kanałów żerowiskowych (ryc. 2).

Charakterystycznymi typami glaukonitu dla obszaru niecki Batorowa są:

1. Występujące w mułowcach:

a) owalne zielone-zielonobrunatne ziarna z brunatną obwódką o miąższości 0,02 mm—0,03 mm. Powstanie tych obwódek jest częstym zjawiskiem w glaukonitach (16) i polega na wtórnym wytrąceniu Fe^{3+} jako getytu w postaci powłok na powierzchni ziarna (ryc. 3),

b) owalne ziarna zawierające niewielkie ilości detrytycznych zanieczyszczeń, głównie ziarn kwarcu oraz próżnie o ostrokrawędzistych zarysach (ryc. 4). Są to prawdopodobnie tzw. „pre-pelletowe detrytyczne inkluzje” (pre-pelletal detrital inclusions) (16). Obok ziarn kwarcu obserwowanych w badanych preparatach, zanieczyszczenia te mogą stanowić wszystkie rodzaje minerałów żelaza, łuszczyki, apatyt. Glaukonity bogate w te „inkluzje” charakteryzują się niską zawartością potasu. Nazywa się je „niedojrzałymi pelletami” (immature pellets). Obecność tych zanieczyszczeń może być efektem niecałkowitego rozpuszczenia materiału pierwotnego. Przyczyny tego mogą być różne np. zmiana warunków środowiska podczas glaukonityzacji. Ostrokrawędziste próżnie są przypuszczalnie efektem rozpuszczania węglanów.

2. Spotykane w marglach krzemionkowych owalne, jasnozielone ziarna, na powierzchni których występują czarne, nieprzezroczyste ziarna minerałów rudnych (piryt?). Są to „synpelletowe inkluzje” (synpelletal inclusions), tworzące się z nadwyżki żelaza podczas bardzo wczesnego etapu diagenety (13).

W ziarnach glaukonitów z wapieni i margli krzemionkowych obserwuje się proces rekrystalizacji węglanów. W glaukonitach z geż i mułowców widoczny jest proces sylikfikacji. Glaukonit ma wtedy nieregularne zarysy i zmniejsza się w części objętej tym procesem, intensywność zielonego zabarwienia.

W gezach dominującym typem glaukonitu są owalne ziarna (peloidy). W mułowcach i marglach krzemionkowych udział ziarn z „inkluzjami” i bez „inkluzji” jest podobny. Natomiast glaukonity z brunatnymi obwódkami występują w podrzędnych ilościach. Porównując wielkość ziarn glaukonitu z wielkością składników detrytycznych głównie ziarn kwarcu widać, że ziarna glaukonitu są ponad dwa razy większe. Taki stosunek wskazywać może na autogeniczne pochodzenie glaukonitu (9, 10).

Badania w mikroskopie skaningowym wykazały, że analizowane glaukonity mają strukturę bezładną. Są to agregaty zbudowane z bardzo drobnych łuseczek. Ziarna w formie blaszek mają zachowaną strukturę blaszkową, z wyraźnie widocznymi powierzchniami łupliwości.

ANALIZA RENTGENOWSKA

Wykonano analizę proszkową glaukonitu na aparacie DRON-2, promieniowanie CuK_{α} . Identyfikowano na podstawie kartoteki ASTM-kartoteka 9.439. Analizie poddano glaukonit z geż niecki Krzeszowa oraz mułowców dolnego turonu niecki Batorowa (tab. I).

Dyfraktogramy glaukonitu z geż i mułowców są

Tabela I
ANALIZA RENTGENOWSKA GLAUKONITU

Glaukonit z gez g. cenomanu niecka Krzeszowa		Glaukonit z mułowców d. turonu niecka Batorowa	
d	hkl	d	hkl
10,4	001	10,1	001
4,53	020	4,53	020
4,26	111	4,35	111
3,34	003, 022	3,65	112
3,09	112	3,34	003, 022
2,68	023	3,09	112
2,586	130, 131, 200	2,69	-023
2,27	040, 221	2,58	130, 131, 200
1,99	005	2,399	132, 201
1,82	224	2,265	040, 221
1,67	240, 312, 310	2,21	220, 041
	241		
1,51	060, 331	1,98	005
1,494	330	1,816	224
		1,68	240, 312, 310
			241

podobne. Refleksy są rozmazane, poszerzone, słabo odróżniające się od tła. Wskazywałoby to, że badany glaukonit jest słabo wykrystalizowany. Refleksy 3,09 Å (112) i 3,63 Å (112) są bardzo słabo rozwinięte, a w próbce z niecki Krzeszowa 3,63 Å jest nieobecny. Refleksy 10,1 Å (001), 4,53 Å (020), 3,3 Å (003, 022) są bardzo słabo zaznaczone, niesymetryczne. Wyżej wymienione cechy wskazują, że badany glaukonit można zaliczyć do nieuporządkowanych o strukturze 1Md (9, 12). Z dyfraktogramów uzyskanych po nasyceniu glikolem wynika, że badane glaukonity zawierają powyżej 10% pakietów pęczniących, co również wskazuje na możliwość zaliczania ich do glaukonitów nieuporządkowanych.

ANALIZA CHEMICZNA

Analizę chemiczną wykonano na próbkach glaukonitów z gez i mułowców (tab. II). Glaukonitów z margli krzemionkowych nie poddano analizie ze względu na trudności z uzyskaniem odpowiedniej ilości czystej próby. W celu zaobserwowania zróżnicowania w składzie chemicznym w obrębie pojedynczego ziarna glaukonitu wykonano analizę mikrosondą glaukonitu z mułowców i margli krzemionkowych. Z porównania składu chemicznego glaukonitów wynika:

Tabela II
ANALIZA CHEMICZNA GLAUKONITU

Skład	Glauk. z gezy g. cenomanu	Glauk. z mułowca p. <i>L. labiatus</i>	Glauk. z margla krzem. p. <i>I. lamarcki</i> *
SiO ₂	51,73	52,11	54,46
Al ₂ O ₃	8,32	11,37	14,56
TiO ₂	0,03	0,03	0,33
FeO	1,63	2,49	
Fe ₂ O ₃	19,10	12,14	10,49
MnO	0,15	0,08	0,03
CaO	0,57	0,55	0,31
MgO	3,30	3,87	6,10
Na ₂ O	0,20	0,15	0,08
K ₂ O	7,45	7,63	7,50
P ₂ O ₅	nie ozn.	nie ozn.	
CO ₂			
H ₂ O ⁺	7,91	9,69	
H ₂ O ⁻			

* uśrednione wyniki analizy mikrosondą

1. Ze względu na zawartość K₂O wg klasyfikacji G.S. Odin i A. Matter (11) badane glaukonity można zaliczyć do rozwiniętych.

2. Widoczna jest zależność między składem chemicznym glaukonitu a składem osadu, w którym występuje (13) tzn.:

a) glaukonity z margli krzemionkowych cechują się wyższą zawartością MgO od pozostałych glaukonitów,
b) im osad bardziej wapnisty tym zawiera mniej Fe³⁺, a więcej Al.

3. Na uwagę zasługuje fakt, że zawartość Al₂O₃ w glaukonitach z niecki Batorowa jest znacznie wyższa niż w glaukonitach z niecki Krzeszowa. Zbadano jednak za małą liczbę próbek, aby można wyciągnąć z tego konkretne wnioski dotyczące przyczyny takiego zróżnicowania.

4. Na podstawie wykresu Veldego (*vide* 17), o zależności między sumą tlenków K i Na a ilością pakietów pęczniących, określono że badane glaukonity zawierają ponad 10% pakietów pęczniących.

Z analizy mikrosondą wykonanej na glaukonitach z mułowców i margli krzemionkowych wynika:

1. Pod względem składu chemicznego glaukonit z „inkluzjami”, bez „inkluzji”, w formie blaszek (bez reliktów biotyту) oraz wypełniający szczątki organiczne jest homogeniczny. Zróżnicowane pod względem składu chemicznego są natomiast glaukonity z obwódkami oraz te, na których obserwuje się proces sylikacji i kalcytacji. W brunatnych obwódkach obserwuje się wyższą zawartość Fe³⁺ niż w pozostałej części ziarna. W częściach ziarn objętych procesem kalcytacji i sylikacji zaznacza się niższa zawartość K i Fe³⁺ niż w pozostałej części ziarna.

2. Intensywność zielonego zabarwienia zależy od ilości Al i Fe, tzn. ziarna o przewodze Al nad Fe są blade zabarwione (13, 17).

3. Nie zaobserwowano niższej zawartości K w glaukonitach z „inkluzjami” w porównaniu z glaukonitami bez „inkluzji” (16).

PODSUMOWANIE

1. Badania mikroskopowe glaukonitów z gez i wapieni niecki Krzeszowa oraz mułowców i margli krzemionkowych niecki Batorowa pozwoliły na wydzielenie różnych typów glaukonitów. Stwierdzono, że dominującą formą glaukonitu są owalne agregaty zbudowane z bardzo drobnych łuseczek (peloidy), z pojedynczymi szczelinami. W niecce Batorowa część tych ziarn zawiera różnego typu zanieczyszczenia (kwarc detrytyczny, pirit).

2. Na podstawie analizy rentgenowskiej glaukonity gez i mułowców zaliczono do glaukonitów nieuporządkowanych 1Md, o zawartości ponad 10% pakietów pęczniących.

3. Zawartość K₂O w badanych ziarnach pozwoliła na zaliczenie ich do glaukonitów rozwiniętych.

4. Obserwuje się zależność między składem chemicznym osadu i glaukonitu w nim występującego. Agregaty z osadów wapnistych charakteryzują się wyższą zawartością Al niż Fe³⁺.

LITERATURA

- Bjerkli K., Ostmo-Saeter J.S. — Marine Geology, 1973 nr 14 s. 169—178.
- Burst J., F. — Bull. of Americ. Ass. of Petroleum Geol., 1958 vol. 42 nr 2 s. 310—327.

3. Hower J. — The American Mineralogist, 1961 vol. 46 s. 313—334.
4. Hughes A.D., Whitehead D. — Sedimentology, 1987 nr 34 s. 825—835.
5. Jerzykiewicz T. — Geol. Sud., 1968 vol. 4 s. 409—462.
6. Jerzykiewicz T. — Ibidem, 1971 vol. 5 s. 281—327.
7. Jerzykiewicz T. — Przewodnik XLVII Zjazdu PTG-Świdnica, 1975 s. 225—240.
8. Jerzykiewicz T., Wojewoda J. — Shelf Sand and Sandstone. Canadian Society of Petroleum Geologist, 1986.
9. Kohler E.E., Koster H.M. — Geol. Jb., 1982 D. 52 s. 89—100.
10. Łacka B. — Arch. Miner., 1986 nr 1 s. 15—112.
11. Odin G.S., Matter A. — Sedimentology, 1981 nr 28 s. 611—641.
12. Odom E. — Reviews in Mineralogy, 1985 nr 10 s. 545—572.
13. Smulikowski K. — Arch. Miner., 1954 nr 1 s. 21—120.
14. Szczegółowa Mapa Geologiczna Sudetów, arkusz Wambierzyce, Kudowa.
15. Thompson G.R., Hower J. — Clays and Clay Minerals, 1975 vol. 23 s. 289—300.
16. Valetton J., Abdul-Razzak, Klusmann D. — Geol. Jb., 1982 D. 52 s. 5—87.
17. Wiewióra A., Łacka B. — Arch. Miner., 1980 nr 1 s. 37—72.
18. Wojewoda J. — IAS 7-th European Regional Meeting. Excursion Guidebook Kraków, Poland, 1986 s. 31—52.
19. Ziółkowska M. — Acta Univer. Wratislaviensis (w druku).

SUMMARY

Here are presented preliminary reports of investigations on glauconite from the Upper Cretaceous deposits of the Inner-Sudetic depression. Studied glauconite come from gaizes and pelitic limestones of the Upper Cenomanian age from the Krzeszów depression and from silts-tones of *Inoceramus labiatus* horizon as well as from siliceous marls of *Inoceramus lamarcki*, occurred in the Batorów depression. Microscopic, RTG, chemical and microsound analyses were done. Dominant glauconite form from both areas are oval aggregates (pelloids),

composed of very fine flakes. Typical glauconite forms from the Batorów depression are oval aggregates, containing fine quartz detrital grains or voids of pre-pelletal detrital inclusion type as well as fine grains of ore minerals, mainly pyrite, in shape of synpelloidal inclusions. Some other oval grains with brown fringes were also found there. In both areas were distinguished glauconite, infilling spine channels of sponges and forams valves and also glauconite, originated due transphormation of biotite and other mineral grains. Data of K_2O content proved studied glauconite forms as developed type and contain over 10 percent of heaving bundles (after Velde graph). According diffraction analysis investigated glauconite from gaizes and siltstones are of an ordered 1 Md type

РЕЗЮМЕ

В статье представлены предварительные результаты исследований глауконита из отложений верхнего мела Межсудетской мульды.

Аналізу были подвергнут глауконит из гёзов и пелитовых известняков верхнего сеномана мульды Кшешова, а также из алевролитов горизонта *Inoceramus labiatus* и кремнистых мергелей горизонта *Inoceramus lamarcki* мульды Баторова. Были проведены анализы: микроскопический, рентгеновский и на микрозонде.

Доминирующей формой глауконита обоих районов являются овальные агрегаты (пеллоиды), сложенные очень мелкими чешуйками. Характерными формами глауконита из мульды Баторова являются овальные агрегаты содержащие мелкие зерна обломочного кварца, или небольшие острогранные пустоты, а также мелкие зерна рудных минералов, главным образом пирита. В мульде Баторова в небольшом количестве находятся также овальные зерна с бурыми каемками.

Кроме упомянутых форм глауконита в обоих районах находится также глауконит, выполняющий каналы в иглах губок и створки фораминифер, а также глауконит образованный в результате глауконитизации биотита и других минеральных зерн.

На основании содержания K_2O исследованные глаукониты отнесены к хорошо развитым. На диаграмме Вельде видно, что они содержат свыше 10% набухающих пакетов. Анализ дифрактограмм показал, что глаукониты из гёзов и алевролитов это неупорядоченные глаукониты 1 Md.