

Ryszard WYRWICKI, Andrzej WIEWIORA

Minerały ilaste miocenu morskiego z profilu Kobylniki (zapadlisko przedkarpackie)

WSTĘP

Osady ilaste morskiego miocenu zapadliska przedkarpackiego odznaczają się bogactwem składników mineralnych i różnymi proporcjami zawartości tych składników. Badania omawianych osadów z różnych miejsc ich występowania — wykonane przez J. J. Głogoczowskiego (1954), L. Stocha i J. Walszela (1964), Z. Tokarskiego i in. (1964), B. Grabowską-Olszewską (1968), a ostatnio przez L. Stocha i E. Helios-Rybicką (1973) — wykazały zawartość kwarcu, minerałów montmorylonitowych i węglanów jako głównych składników, a ponadto illitu, kaolinitu, chlorytów, glaukonitu, muskowitu, pirytu, substancji organicznej i w śladowych ilościach skaleni. Z węglanów stwierdzono głównie kalcyt, częściowo skupiony w detrytusie organicznym, szczególnie liczny w warstwach pektenowych, oraz w podrzędnych ilościach dolomit.

Z dotychczasowego piśmiennictwa można wnosić, że niektóre partie osadów ilastych miocenu morskiego są bogatsze w illity, niektóre zaś w minerały montmorylonitowe, przy czym wymieniany jest zarówno montmorylonit, jak też beidelit, a ściślej minerały szeregu beidelit-nontronit. Według L. Stocha i E. Helios-Rybickiej (1973) w omawianych osadach występują również struktury mieszane: mika-montmorylonit i chloryt-montmorylonit.

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań minerałów ilastych z ilów krakowieckich i pektenowych, udostępnionych wierceniem Kobylniki 3/S.

Panu doc. drowi T. Osmólskiemu pragniemy wyrazić serdeczne podziękowania za próbki do badań oraz określenie ich pozycji stratygraficznej.

KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA PROFILU

Miejscowość Kobylniki znajduje się ok. 3 km na wschód od Skalbierza w powiecie Kazimierza Wielka. W odwierconym tu otworze występują utwory czwartorzędowe oraz osady ilaste sarmatu i tortonu, których profil przedstawia się następująco:

Głębokość w m	Opis litologiczny
0,0— 4,0	Czwartorzęd. Trzeciorzęd — miocen:
4,0— 5,1	Mułek zwięzły, ciemnoszary, ku dołowi z brunatnymi plamami. W spągu okruchy wapieni.
5,1— 12,5	Ił miejscami mułkowaty, zwięzły, szary z laminami piasku b. drobnoziarnistego.
12,5— 25,5	Ił mułkowaty, szary z przejściami do jaśniejszego mułowca oraz piaskowca bardzo drobnoziarnistego, przewarstwionego szarym iłem. Miejscami bardzo drobne kongrecje pirytowe.
25,5— 36,3	Ił mułkowaty, z przejściami do mułku, szary z liczniejszymi muskowitami i detrytem zwęglonych roślin.
36,3— 50,4	Ił mułkowy szary, zwięzły, jednolity.
50,4— 67,0	Ił mułkowy jasnoszary, zwięzły, złupkowany z detrytem i ułamkami zwęglonych roślin.
67,0— 88,6	Ił zwięzły, jasnoszary, złupkowany, z licznymi kongrecjami pirytu i detrytem zwęglonych roślin. W dolnej części mułkowaty.
88,6— 93,4	Ił zwięzły, szary, złupkowany.
93,4—102,8	Mułowiec w różnym stopniu zailony, szary, zwięzły. W dolnej części pojedyncze laminy białego piasku pylastego.
102,8—106,7	Mułowiec ilasty przechodzący miejscami w ił szary, z bardzo rzadkimi wkładkami jasnoszarego tufitu grubości do paru centymetrów.
106,7—110,0	Mułowiec szary, zwięzły, przechodzący ku dołowi w białą skałę gipsową.

Próbki do badań pobrano bruzdowo z iłów krakowieckich (4,0—67,0 m) oraz z warstw pektenowych (67,0—102,8 m). Głębokość pobrania poszczególnych próbek, z podaniem ich pozycji stratygraficznej, przedstawiono w tab. 1.

METODY I WYNIKI BADAŃ

W badaniach zastosowano: analizę granulometryczną, analizę termiczną różnicową wydzielonych frakcji oraz analizę rentgenostrukturalną frakcji poniżej 2 μ m.

ANALIZA GRANULOMETRYCZNA

Analizę granulometryczną zastosowano do określenia składu ziarnowego osadów ilastych oraz do rozdzielenia próbek na frakcje ziarnowe, które poddano badaniom mineralogicznym. Analizę wykonano metodą sedymentacyjną w zlewkach o objętości 3 l, stosując naważkę 100 g i amoniak jako dyspergator. Wysokość opadania cząstek wynosiła 20 cm.

Na sicie 0,06 mm wydzielono frakcje powyżej 60 μm , a z pozostałości: poniżej 2 μm , 2–5 μm , 5–10 μm i 10–60 μm — lewarując poszczególne frakcje wielokrotnie, po czasie wynikającym z wzoru Stockesa. Zawartość otrzymanych frakcji określono wagowo. Skład granulometryczny badanych próbek przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Skład granulometryczny osadów miocenu w profilu Kobylniki 3/S

Nr próbki	Warstwy	Głębokość w m	Zawartość frakcji w % wagowych					iłowej < 2 μm
			piaszkowej > 60 μm	mułkowej				
				10–60 μm	5–10 μm	2–5 μm	Razem μm	
1	iły krakowieckie	5,1–12,0	9,0	32,9	9,9	13,4	56,2	34,8
2		12,0–25,2	7,6	30,9	11,4	13,4	55,7	36,7
3		25,2–36,3	7,5	29,8	12,3	14,3	56,4	36,1
4		36,3–50,4	0,4	22,5	12,4	16,4	51,3	48,3
5		50,4–62,6	0,5	14,1	8,8	22,9	45,8	53,7
6	iły	72,2–88,6	0,9	8,0	10,3	15,1	33,4	65,7
7	pektenowe	93,4–102,8	0,9	20,8	14,7	19,7	55,2	43,9

TERMICZNA ANALIZA RÓŻNICOWA

Termicznej analizie różnicowej poddano próbki osadów ilastych oraz wydzielonych z nich frakcji. Analizy te wykonano na aparacie z ciągłym zapisem, produkcji Instytutu Przemysłu Szkła i Ceramiki, stosując nawagę około 0,5 g, szybkość grzania 9°/min i jednakowe wzmocnienie dla wszystkich próbek i ich frakcji.

Rozdzielanie próbek na frakcje i wykonanie krzywych DTA poszczególnych frakcji daje bardzo czytelny obraz składu mineralnego w porównaniu do tego, jaki otrzymuje się wykonując analizę termiczną całkowitych próbek osadów ilastych. Ilustracją tego niech będą przykładowo krzywe DTA próbki 2 z iłów krakowieckich i ich frakcji (fig. 1) oraz próbki 6 z iłów pektenowych i ich frakcji (fig. 2).

Krzywe DTA surowych próbek 2 i 5, wobec małego zróżnicowania wielkości efektów endotermicznych z maksimum w temp. 130–140°C i 580–600°C, nie pozwalają na ściślejszą diagnozę występujących w nich minerałów ilastych i nawet można by było wnosić, że przeważa wśród nich illit. Jednakże krzywe frakcji poniżej 2 μm rejestrują bardzo silny efekt endotermiczny w temp. 140–160°C wskazujący, że przeważający jest minerał z grupy montmorylonitu o stosunkowo niskiej temperaturze dehidroksylacji, a więc najprawdopodobniej beidelit. Ponadto we frakcji tej kalcyt występuje jedynie w ilości śladowej, wobec czego efekt dyso-

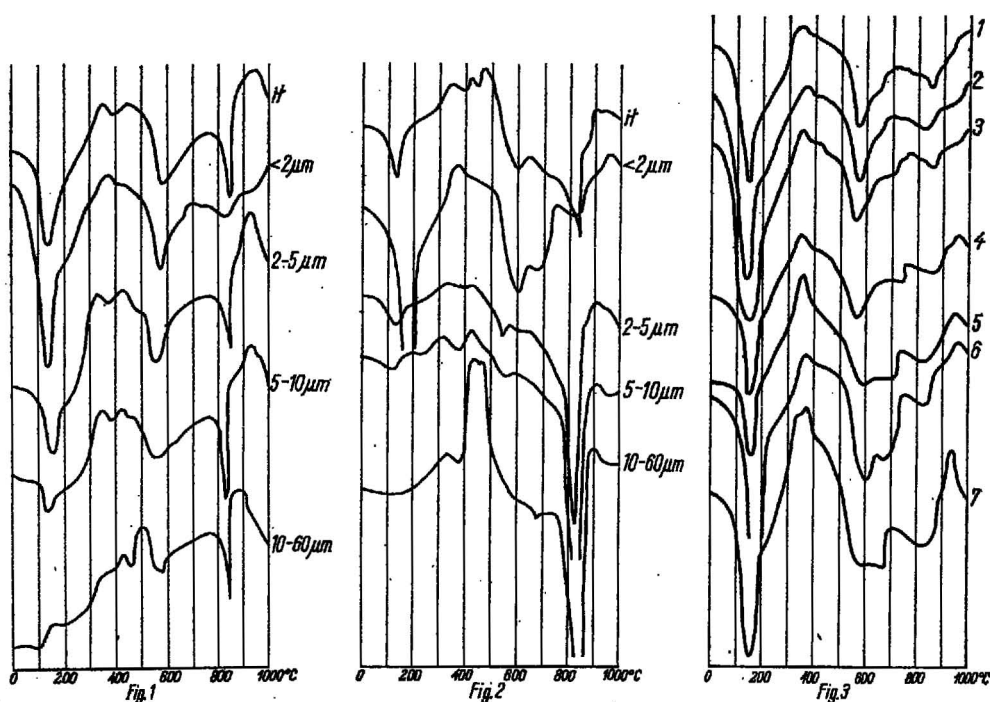


Fig. 1. Krzywe DTA próbki nr 2 łu krakowieckiego i jego frakcji
DTA curves of sample no 2 of the Krakowiec clay and its grades

Fig. 2. Krzywe DTA próbki nr 6 łu pektenowego i jego frakcji
DTA curves of sample no 6 of the Pecten clay and its grades

Fig. 3. Krzywe DTA frakcji poniżej $2\mu\text{m}$ próbek 1—7
DTA curves of grades below $2\mu\text{m}$ of samples nos 1—7

cji kalcytu nie maskuje efektów endotermicznych minerałów ilastych, jak to ma miejsce na krzywych DTA próbek surowych.

Krzywe DTA frakcji $>2\mu\text{m}$ ujawniają obecność substancji organicznej i siarczków żelaza (szczególnie licznych we frakcjach $10-60\mu\text{m}$ próbki 6), kwarcu oraz węglanów — prawie wyłącznie kalcytu. Analiza krzywych DTA całkowitych próbek łą i poszczególnych ich frakcji wykazuje, że minerały ilaste grupują się w ogromnej przewadze we frakcji $<2\mu\text{m}$, a tylko niewielkie ich ilości występują we frakcjach większych, zapewne w formie agregatów. Węglany (prawie wyłącznie kalcyt) i kwarc skupiają się we frakcjach $>2\mu\text{m}$, przy czym proporcjonalnie najwięcej kalcytu ujawnia próbka 5 z dolnej części łą krakowieckich i próbka 6 z górnej części warstw pektenowych. Siarczki żelaza koncentrują się we frakcjach najgrubszych $5-10\mu\text{m}$ i $10-60\mu\text{m}$, a największe ich ilości wykazują krzywe DTA próbek 5 oraz 6 i 7 z warstw pektenowych.

Na krzywych DTA frakcji $<2\mu\text{m}$ (fig. 3) obserwuje się następujące efekty endotermiczne: pierwszy — bardzo silny, dwudzielny z maksimum w temp. $140-160^\circ\text{C}$, drugi — z rozciągniętym maksimum w temp.

560—600°C i 650—700°C oraz trzeci — najslabszy z maksimum w temp. 820—880°C. Efekty te pozwalają sądzić, że we frakcji $< 2 \mu\text{m}$ występują minerały ilaste z grupy smektytu: beidelit (o niższej temperaturze dehydroksylacji) i prawdopodobnie montmorylonit (o wyższej temperaturze dehydroksylacji) oraz chloryty.

Ponadto krzywe DTA frakcji $< 2 \mu\text{m}$ wykazują: wyraźny, choć rozległy efekt egzotermiczny spalania substancji organicznej z maksimum w temp. 340—360°C; bardzo słaby, lecz ostry od strony wyższych temperatur efekt endotermiczny w granicach temp. 700—800°C, szczególnie dobrze widoczny w próbce 4, pochodzący od śladowych ilości kalcytu; efekt egzotermiczny w granicach temp. 900—1000°C, sugerujący obecność kaolinitu.

ANALIZA RENTGENOSTRUKTURALNA

Do badań iłów krakowieckich i iłów pektenowych zastosowano technikę preparatów orientowanych sedymentacyjnie, wspomaganą techniką preparatów nieorientowanych, zachowując procedurę identyczną jak w pracach poprzednich (R. Wyrwicki, A. Wiewióra, 1972; A. Wiewióra, R. Wyrwicki, 1974).

IŁY KRAKOWIECKIE

Dyfraktogramy iłów krakowieckich (próbki 1—5) zestawiono na fig. 4. Na wszystkich dyfraktogramach próbek surowych (a) występują intensywne refleksy podstawowe smektytu, illitu, kaolinitu i chlorytu oraz tylko najintensywniejsze refleksy kwarcu i kalcytu. Refleks podstawowy smektytu 001 o wartości $d \approx 15,5 \text{ \AA}$ (przy wilgotności względnej 50—60%) wskazuje na kationy wymienne o dużym polu elektrycznym, takie jak Ca i Mg w przestrzeni międzypakietowej smektytu. Glikolowanie próbki powoduje zwiększenie odległości $d_{(001)}$ do około 17 Å, przy czym pojawiają się maksima 002, 003 i 005. Badania orientowanych preparatów nasyconych Li (fig. 5) wykazały, iż po wygrzaniu w 300°C smektyt jest w dalszym ciągu zdolny do solwatacji gliceryny i glikolu etylenowego. Mimo niedoskonałości tego testu — wynikającej ze złożonego wpływu wielu czynników na ekspansję, przede wszystkim wielkości ładunku i jego źródła w warstwie oktaedrycznej bądź tetraedrycznej oraz symetrii jego rozmieszczenia w stosunku do przestrzeni międzypakietowej (R. Tettenhorst, W. D. Johns, 1965) — można przyjąć z dużym prawdopodobieństwem, że ładunek pakietu badanego smektytu pochodzi z warstwy tetraedrycznej. Potwierdzenie tego wniosku znajdujemy na krzywych DTA (fig. 3). We wszystkich próbkach obserwuje się występowanie silnego efektu endotermicznego w temp. ok. 570°C, który (wobec niewielkich zawartości kaolinitu w próbkach) należy przypisać beidelitowi (R. Green-Kelly, 1957; A. H. Weir, R. Green-Kelly, 1962; B. Čičel, 1963; M. Gregor, B. Čičel, 1969). Illit występuje we wszystkich próbkach w swej najczęściej spotykanej formie dioktaedrycznej, jako polityp $2M_1$ i charakteryzuje się wartością $d_{(001)} = 10,15 \text{ \AA}$ oraz wartością $b = 8,994 \text{ \AA}$. Dopatrzyć się również można domieszki fazy mieszano-

chlorytu (820—850°C). W próbce 5 ilów krakowieckich, jak również w próbkach ilów pektenowych (7,8) te dwa efekty wykazują znaczną intensywność. Na podstawie stosunkowo niewielkiej zawartości chlorytu w tych próbkach można by sądzić, że oprócz beidelitu w badanych próbkach występuje również montmorylonit. Jednakże badania rentgenowskie nie dostarczają dowodów na potwierdzenie takiego wniosku, chociaż z drugiej strony nie ma pewności, że 100% pakietów obarczone jest ładunkiem elektrycznym pochodzącym z warstwy tetraedrycznej. Dotychczasowe badania ilów krakowieckich wykazują obecność w nich beidelitu (L. Stoch, E. Helios-Rybicka, 1973), beidelitu i montmorylonitu (J. J. Głogoczowski, 1954) lub montmorylonitu (B. Grabowska-Olszewska, 1968; Z. Tokarski i inni, 1964). Wydaje się jednak, iż taka niejedno-

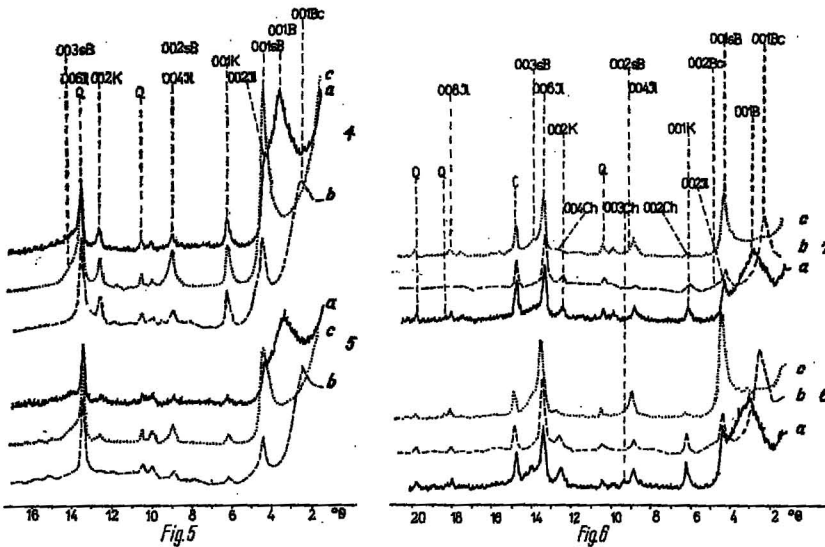


Fig. 5. Dyfraktogramy orientowanych preparatów z próbek 4 i 5 nasyconych Li

Diffraction patterns of Li saturated samples nos 4 and 5

a — próbka surowa, b — próbka glikolowana po prażeniu w 300°C, c — próbka prażona w 300°C; refleksy podstawowe jak na fig. 4

Fig. 6. Dyfraktogramy orientowanych preparatów z próbek 6 i 7 ilów pektenowych

Diffraction patterns of oriented aggregates of samples nos 6 and 7 of Pecten clays

Oznaczenia jak na fig. 4
 Explanations see Fig. 4

myślność jest w dużej mierze spowodowana stosowaniem nazwy montmorylonit w takim znaczeniu, w jakim obecnie stosuje się smektyt (G. W. Brindley, 1966; S. W. Bailey i inni, 1971). W rzeczywistości chodzi tu jednak o minerał, który w przewadze posiada podstawienia w warstwie tetraedrycznej a nie oktaedrycznej, a więc o beidelit — nontronit,

z uwagi na ewentualną jego żelazistość. Beidelit jest lepiej wykształcony strukturalnie w próbkach 3—5, a zwłaszcza 4—5, niż w próbkach 1—2.

Wykonanie wszystkich dyfraktogramów w identycznych warunkach umożliwi porównanie składu mineralnego badanych próbek. We wszystkich próbkach beidelit przeważa nad pozostałymi składnikami, a na drugim miejscu pod względem ilościowym znajduje się illit. Najuboższa w beidelit jest próbka 1—2, aczkolwiek jest on w niej wciąż składnikiem głównym. Najuboższa w chloryt jest próbka 5. Najuboższe w kaolinit są próbki 1—2. Z minerałów stanowiących domieszki we frakcji $< 2 \mu\text{m}$ są śladowe ilości kalcytu.

ILY PEKTENOWE

Dyfraktogramy iłów pektenowych przedstawiono na fig. 6. Skład mineralny frakcji ilastej tych skał jest bardzo podobny do składu mineralnego próbek 1—2 iłów krakowieckich. Głównym minerałem jest beidelit z kationem (Mg i Ca) o dużym polu elektrycznym na pozycjach wymiennych. Oprócz beidelitu występują illit, w mniejszych ilościach chloryt i nieomal w śladowych ilościach kaolinit. Z minerałów akcesorycznych we frakcji $< 2 \mu\text{m}$ zwraca uwagę kalcyt i śladowe ilości kwarcu.

WNIOSKI

Z analizy przeprowadzonych badań wynikają następujące wnioski:

1. Skład minerałów ilastych w iłach krakowieckich i pektenowych jest bardzo podobny. Głównym minerałem jest beidelit, któremu towarzyszą: illit, chloryt, kaolinit i faza mieszano-pakietowa: illit — beidelit.

2. Struktura beidelitu i jego ilość w profilu Kobylniki są nieco zróżnicowane. Proporcjonalnie najmniej beidelitu i o najslabiej wykształconej strukturze zawierają próbki z górnej części profilu. Najlepiej wykształcony beidelit i w proporcjonalnie największej ilości występuje w dolnej części iłów krakowieckich.

3. Drugim co do ilości składnikiem jest illit, a trzecim — kaolinit lub chloryt. Najbogatsze w illit są próbki 1 i 2 z iłów krakowieckich i próbki 6 i 7 z iłów pektenowych; proporcjonalnie najmniej tego minerału zawierają próbki z dolnej części iłów krakowieckich. Zawartość kaolinitu jest największa w dolnej części profilu iłów krakowieckich, mniejsza w górnej części, a najmniejsza w iłach pektenowych.

4. Potwierdza się beidelitowy (montmorylonitowy *sensu lato*) charakter osadów ilastych miocenu morskiego zapadliska przedkarpackiego i, jak można wnosić z piśmiennictwa, nader stały ich skład mineralny w poszczególnych profilach, nieraz bardzo znacznie oddalonych od siebie.

PIŚMIENNICTWO

- BAILEY S. W., BRINDLEY G. W., JOHNS W. D., MARTIN R. T., ROSS M. (1971) — Summary of national and international recommendation on clay mineral nomenclature, 1969—70 MCS Nomenclature Committee. *Clays and Clay Minerals*, 19, p. 129—132, nr 2.
- BRINDLEY G. W. (1966) — Discussion and recommendations concerning the nomenclature of clay minerals and related phyllosilicates. Proc. 14-th Nat. Conf. Clays and Clay Minerals, p. 27—34.
- ČIČEL B. (1963) — On the problem of band strenght of OH group in layer silicates. *Geol. Práce zprávy*, 30, p. 249—272.
- GŁOGOCZOWSKI J. J. (1954) — Badania krajowych skał ilastych przy pomocy analizy termicznej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 22, p. 289—318 nr 3. Kraków.
- GRABOWSKA-OLSZEWSKA B. (1968) — Wpływ własności sorpcyjnych wybranych typów gruntów spoistych na ich hydrofilność. *Biul. geol. Wydz. Geol. UW*, 10, p. 5—104. Warszawa.
- GREEN-KELLY R. (1957) — The differential thermal investigation of clays. London.
- GREGOR M., ČIČEL B. (1969) — Bentonit a jeho vyuzite. *Wyd. Slov. A. V. Bratislava*.
- STOCH L., WALSZEL J. (1964) — Skład mineralny ilów miocennskich występujących w podłożu Krakowa. *Spraw. z Posiedzenia Komisji PAN.*, I—VI, p. 278—280. Kraków.
- STOCH L., HELIOS-RYBICKA E. (1973) — Charakterystyka mineralogiczna ilów nadkładowych złoża siarki w Jeziórku. *Kwart. geol.*, 17, p. 106—117, nr 1. Warszawa.
- TETTENHORST R., JOHNS W. D. (1965) — Interstratification in montmorillonite. *Proc. 13-the Nat. Conf. Clays and Clay Minerals*, p. 85—93.
- TOKARSKI Z., KAŁWA M., PRZYBYŁEK A., ROPSKA H., WOLFKE S. (1964) — Surowce ceramiki budowlanej. *Pr. Kom. Nauk. Techn. PAN, Zesz. Ceramika*, nr 1. Warszawa.
- WEIR A. H., GREEN-KELLY R. (1962) — Beidellite. *Amer. Mineralogist*, 47, p. 137—146, nr 1—2.
- WIEWIÓRA A., WYRWICKI R. (1974) — Minerały ilaste poziomu ilów płomiennych serii poznańskiej. *Kwart. geol.*, 18, p. 615—635, nr 3. Warszawa.
- WYRWICKI R., WIEWIÓRA A. (1972) — Minerały ilaste osadów serii poznańskiej z profilu Mastki. *Kwart. geol.*, 16, p. 695—723, nr 2. Warszawa.

Рышард ВYРВYЦКY, Анджей ВЕВYОРА

ГЛИНИСТЫЕ МИНЕРАЛЫ МОРСКОГО МИОЦЕНА В РАЗРЕЗЕ КОБЫЛЬНИКИ
(ПРЕДКАРПАТСКИЙ ПРОГИБ)

Резюме

В разрезе скважины, пробуренной в Кобыльниках (Предкарпатский прогиб) под четвертичными отложениями (4 м), залегают глинистые морские отложения. На глубине 4,0—

67,0 м залегают краковецкие глины (сармат), 67,0—102,8 м — пектеновые глины (тортон), а ниже ходеницкие пласты (тортон).

Краковецкие и пектеновые глины имеют сближенное строение. Они представляют собой глины и суглинки часто с прослоями песков, серые с макроскопически видимым обугленным растительным детритом, пластинками спиод, мелким рассеянным или в виде конкреций пиритом и дополнительно — в пектеновых глинах — детритом кальцитовых раковин.

Исследовано пять образцов краковецких глин и два образца пектеновых глин. Глубина, с которой они были отобраны и гранулометрический состав представлены в таблице 1. Все образцы и их фракции были подвергнуты дифференционному анализу. Приведенные в качестве примера кривые DTA двух образцов (фиг. 1 и 2) показывают значительную дифференцированность минерального состава отдельных фракций. Изучение глинистых минералов основывалось на анализе фракций $< 2 \mu\text{m}$; кривые DTA представлены на фиг. 3, дифрактограммы на фиг. 4—6. Результаты исследований следующие: состав глинистых минералов краковецких и пектеновых глин является весьма сближенным. Главным минералом является бейделлит, которому сопутствуют: иллит, хлорит, каолинит и смешано-слоистая фаза иллит-бейделлит. Пропорционально меньше всего бейделлита с более слабой структурой содержат образцы 1 и 2. Бейделлит с лучшим структурным строением и в большем количестве содержится в нижней части краковецких глин (образцы 4 и 5). Больше всего иллита содержат образцы 1 и 2, 6 и 7, меньше всего — образцы 4 и 5. Меньше всего каолинита содержится в пектеновых глинах (образцы 6 и 7), а больше всего в нижней части краковецких глин.

Исследованиями подтверждается смектитовый характер глинистых отложений морского миоцена, залегающих в Предкарпатском прогибе.

Ryszard WYRWICKI, Andrzej WIEWIÓRA

CLAY MINERALS OF THE MARINE MIOCENE IN THE KOBYLNIKI COLUMN (CARPATHIAN FORE-DEEP)

Summary

In the Kobylniki borehole (Carpathian Fore-Deep) marine clay sediments have been encountered underneath the Quaternary (4 m). At the depth of 4.0—67.0 m they are represented by the Krakowiec clays (Sarmatian), from 67.0 to 102.8 m — by Pecten clays (Tortonian), and below — by the Chodenice beds (Tortonian).

The Krakowiec and Pecten clays are similar in appearance. These are grey clays and silts frequently with sand laminae and with macroscopically visible carbonified plant detritus, mica scales, and with pyrite either dispersed or in the form of concentrations. Additionally — in the Pecten clays — calcite shells detritus has been noticed.

Five samples of the Krakowiec clays and two of the Pecten clays have been examined. The depth of the samples and their granulometric composition is given.

in Table 1. All the samples and their grades have been subject to DTA. Examples of DTA curves of two samples (Figs. 1 and 2) reveal a considerable differentiation of the mineral composition of the individual grades. Clay minerals have been examined in grades below 2 μm ; the DTA curves are presented in Fig. 3, the diffraction patterns in Figs. 4—6.

The results of the present studies are reviewed below. The clay minerals assemblage in the Krakowiec and the Pecten clays is much the same. Beidellite is the main constituent and it is accompanied by illite, chlorite, kaolinite, and an illite-beidellite mixed-layer phase. Samples 1 and 2 contain the smallest proportion of beidellite of poorly developed structure. Structurally best developed and most abundant beidellite is reported from the lower portion of the Krakowiec clays (samples 4 and 5). The biggest illite content has been found in samples 1, 2, 6 and 7, while samples 4 and 5 show the lowest amounts of this mineral. Pecten clays contain the smallest amounts of kaolinite (samples 6 and 7), whereas the biggest kaolinite content has been found in the lower portion of the Krakowiec clays.

The present results have confirmed the smectitic character of the clay deposits of the marine Miocene from the Carpathian Fore-Deep.