

UKD 556.314:539.215.3]:532.613.2:539.217.1/.2:552.523:551.78(438–12 Osiek–Baranów+430.2–15)

Jadwiga SZCZEPAŃSKA, Roland HÄHNE

Chemizm wód porowych morskich iłóv trzeciorzędowych występujących na terenie Polski i NRD

Przeanalizowano wpływ ciśnienia na skład chemiczny wód porowych wydzielanych z utworów ilastych. Ustalono optymalną metodykę wydzielania tych wód z morskich iłóv trzeciorzędowych. Przedstawiono wyniki badań chemizmu wód porowych iłóv krakowieckich z rejonu Osiek–Baranów (Polska) oraz iłóv rupelu z Vehlitz koło Magdeburga (NRD).

WSTĘP

Rozważanie współczesnych zagadnień hydrogeologii i geologii inżynierskiej wymaga szerszego spojrzenia na hydrosferę, a szczególnie zwrócenia uwagi na wody będące w bezpośrednim sąsiedztwie szkieletu gruntowego, tzw. wody porowe.

Podczas ostatnich kilkunastu lat wzrosło zainteresowanie problematyką wód porowych. Badania te mają szczególne znaczenie dla wyjaśnienia ich genezy, paleogeografii, paleohydrogeologii, a także zagadnień związanych z ochroną wód. Ustalenie związków zachodzących między wodami infiltracyjnymi, wodami porowymi i szkieletem mineralnym ma szczególne znaczenie z punktu widzenia geologii inżynierskiej, gdyż decydują one o własnościach fizyczno-mechanicznych gruntów.

Terminem wody porowe określa się wody wypełniające pory i szczeliny niezależnie od stopnia wiązania ze szkieletem mineralnym (J. Szczepańska, A. Szczepański, 1980). Przedmiotem badań autorów są morskie iły trzeciorzędowe z terenu Polski i NRD, w których, jak wiadomo, występuje praktycznie woda związana, złożona z wody silnie związanej i słabo związanej. Jednakże przy obecnie stosowanej technice wydzielania wód porowych rozdzielanie wody silnie i słabo związanej nie jest możliwe.

Niniejszy artykuł ma na celu ustalenie optymalnej metodyki wydzielania wód porowych z utworów ilastych, określenie charakteru chemicznego wód porowych morskich utworów trzeciorzędowych z obszaru Polski i NRD, strefowości hydro-

chemicznej w rozpatrywanych profilach, a także procesów kształtujących ich charakter.

Na obszarze Polski badaniami objęto ility krakowieckie tworzące nadkład złoża siarki Osiek – Baranów, natomiast na terytorium NRD opróbowano ility oligoceńskie rupelu, eksploatowane w kopalni odkrywkowej Vehlitz koło Magdeburga.

BUDOWA GEOLOGICZNA

Sarmackie ility krakowieckie, występujące w nadkładzie złoża siarki Osiek – Baranów, wykazują w profilu pionowym pewne zróżnicowanie. Seria stropowa generalnie wykształcona jest w postaci szarych iłów z dużą liczbą wkładek, przewarstwień oraz lamin piaszczystych, przy czym intensywność laminowania maleje z głębokością. Serię środkową stanowią ility, charakteryzujące się dużą jednorodnością wykształcenia litologicznego oraz większą konsolidacją niż ility serii stropowej. Mają one wyraźną laminację wyrażającą się naprzemianległym występowaniem lamin ilastych i pylasto-piaszczystych. Serię spagową tworzą iłolupki z wkładkami bentonitów i tufitów. Ponadto występują tu конкреcje barytu i pirytu. ility krakowieckie przykryte są przez utwory czwartorzędowe o miąższości ok. 10 m. Są to gliny zwałowe, piaski, pospółki, mady i torfy.

ility rupelu, eksploatowane w kopalni odkrywkowej Vehlitz koło Magdeburga, występują bezpośrednio na powierzchni terenu. W profilu pionowym zaznacza się wyraźnie ich zróżnicowanie litologiczne. Serię stropową tworzą żółtobrazowe ility plastyczne zawierające cienkie wkładki mułowców, niżej zalegają bardziej skonsolidowane szare ility z dużą ilością конкреcji septariowych, o średnicy dochodzącej niekiedy do 70 cm.

ility krakowieckie oraz ility rupelu charakteryzują się złożonym składem mineralnym (tab. 1). Spośród minerałów ilastych dominującym składnikiem jest mont-

Tabela 1

Skład mineralny iłów krakowieckich z rejonu Tarnobrzęga oraz ilu rupelu z Vehlitz k. Magdeburga

Składniki mineralne	Zawartość minerału w % wag.		
	ility krakowieckie (wg L. Stocha, E. Helios-Rybickiej, 1973)	ility rupelu	
		seria stropowa	seria spagowa
Montmorillonit	33	22	17
Mika i illit	4	11	16
Chloryt	19	0	1
Kaolinit	5	11	9
Kwarc	31	27	31
Plagioklaz	1	2	6
Kalcyt	5	16	17
Dolomit	2	2	4
Gips	0	7	0
Piryt	0	2	0

morillonit, w mniejszych ilościach występuje illit, chloryt i kaolinit. Badane ility zawierają ponadto znaczne ilości kwarcu, którego udział wynosi średnio 30%. Porównując skład mineralny iłów krakowieckich i iłów rupelu należy zauważyć, że istotnym składnikiem tych pierwszych jest chloryt (19%) występujący w ility rupelu w znikomych ilościach (1%). ility rupelu w porównaniu z ility krakowieckimi charakteryzują się dużo wyższą zawartością kalcytu w znacznym stopniu pochodzenia organicznego (liczna fauna). Obok niego stwierdzono niewielkie ilości dolomitu.

OPRÓBOWANIE

Na obszarze Polski próbki do badań uzyskano z otworu S-9 zlokalizowanego w rejonie pola wschodniego złoża Osiek – Baranów. Próbki pobierano z każdej wyróżniającej się litologicznie warstwy, a w obrębie warstw o zbliżonym wykształceniu średnio co 5 m. Ogółem pobrano 37 próbek o strukturze nienaruszonej, opróbowując strefę w przedziale głębokości 9–194 m poniżej poziomu terenu (fig. 2). Na terytorium NRD pobrano do badań 11 próbek o nienaruszonej strukturze ze skarpy roboczej kopalni odkrywkowej Vehlitz, ze strefy do głęb. 8 m poniżej poziomu terenu. Oznaczono podstawowe parametry fizyczne (wilgotność, porowatość) oraz główne jony (metodą półmikroanalityczną) w wydzielonych z tych iłów wodach porowych.

METODYKA WYDZIELANIA ROZTWORÓW POROWYCH

W praktyce stosowane są dwie podstawowe grupy metod wydzielania wód porowych: 1 – oparte na ciśnieniu oraz 2 – tzw. wyciągi. Do pierwszej grupy zalicza się metodę wyciskania w prasach oraz odwirowywania w wirówkach. Bazują one na tej samej zasadzie polegającej na wydzielaniu wody porowej, w wyniku wywieranego na próbkę ciśnienia, a różnią się jedynie wielkością tego ciśnienia.

Metody wyciągów polegają na przemywaniu próbek za pomocą różnych mediów, np. woda, spirytus. Przy sztucznym nawilgoceniu próbki podczas przemywania powstają nowe warunki równowagi między fazą stałą (szkieletem mineralnym) i wodą porową. W tych warunkach zasadniczą rolę odgrywa nie tylko dyfuzja, ale przede wszystkim procesy rozpuszczania, utleniania i wymiany jonowej. Procesy te prowadzą w konsekwencji do wzrostu mineralizacji i zmiany charakteru chemicznego fazy ciekłej.

Przeprowadzone w ostatnich latach badania (V. Marchig, 1973; S.B. Devine i in., 1973; J.K. Torrance, 1974) wskazują, że metoda wyciągów wodnych daje wyższe wartości mineralizacji, niekiedy nawet kilkakrotnie, niż metoda ciśnień. Metody ciśnieniowe nie są również pozbawione błędów. Przy wydzielaniu wód porowych metodą wysokich ciśnień liczyć się należy z niejednorodnością wody, co wynika z faktu, że w jej skład wchodzi różne rodzaje wód (J. Szczepańska, A. Szczepański, 1980), a przy obecnym stanie techniki wydzielenie całej wody porowej, jak też rozdzielenie poszczególnych rodzajów wód jest praktycznie niemożliwe.

Zagadnienie wpływu ciśnienia na mineralizację i skład chemiczny wód porowych było przedmiotem badań wielu autorów. Stopień jednorodności tych wód określono na podstawie badań składu chemicznego kolejno wydzielanych

frakcji przy wzrastającym ciśnieniu. Stwierdzono bądź to wzrost mineralizacji w miarę wzrostu ciśnienia (W.V. Engelhardt, K.H. Gaida, 1963), bądź stałą mineralizację niezależną od ciśnienia (O.W. Szyszkińska, 1972), bądź też najczęściej zmniejszanie się mineralizacji w wyniku wzrostu ciśnienia (W.D. Łomtadze, 1959; P.A. Kriukow, N.P. Cyba, 1959; J.S. Kotowa, A.N. Pawłow, 1968). Według przedstawicieli trzeciej grupy poglądów proces zmniejszania się mineralizacji pod wpływem ciśnienia nie przebiega równomiernie. Wody porowe wydzielone w pierwszym stadium przy niewielkich ciśnieniach cechują się na ogół stałą mineralizacją i składem jonowym. Po przekroczeniu pewnego ciśnienia (innego

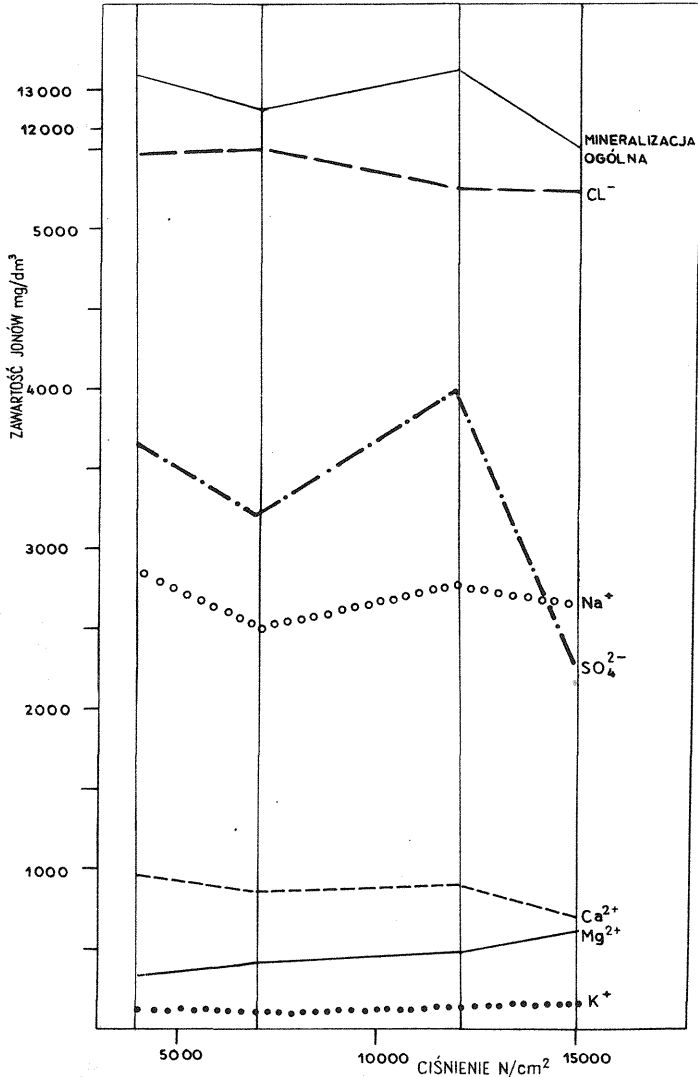


Fig. 1. Zmiany składu chemicznego wód porowych iltów rupelu w zależności od ciśnienia
Changes in chemical composition of pore water of Rupelian clays in dependence on pressure

dla każdego gruntu) następuje mniejszy lub większy spadek mineralizacji. Stwierdzone zjawisko zmian mineralizacji wód porowych przypisuje się niejednorodności wody związanej (S.B. Devine i in., 1973; N.P. Zatiénacka, 1974). Roztwór wokół cząstki mineralnej składa się z dwóch warstw: zewnętrznej i wewnętrznej. Warstwa zewnętrzna jest jednorodna pod względem składu chemicznego i przy jej wydzielaniu skład chemiczny w poszczególnych frakcjach jest w zasadzie stały. Warstwa wewnętrzna związana z powierzchnią cząstki jest pod względem składu chemicznego niejednorodna. Obserwuje się zmniejszenie mineralizacji w następujących po sobie frakcjach, gdyż zdolność wody do rozpuszczania maleje w kierunku do powierzchni cząstek mineralnych.

Dla uzyskania wód porowych o jednorodnym składzie nieodzowne jest zatem określenie maksymalnego ciśnienia, przy którym nie następują jeszcze zmiany mineralizacji. W tym celu z ilów rupelu o naturalnej wilgotności wydzielono kolejno cztery frakcje wód porowych przy różnych ciśnieniach. Zmiany mineralizacji oraz zawartości podstawowych jonów w zależności od stosowanych ciśnień przedstawiono na fig. 1. Z załączonego wykresu wynika, że mineralizacja wód porowych wyraźnie się obniża po przekroczeniu ciśnienia 12000 N/cm². Podczas wzrostu ciśnienia np. od 6500 do 12000 N/cm² zawartości Cl⁻ i Mg²⁺ zmniejsza się, podczas gdy zawartość SO₄²⁻, Na⁺ oraz Ca²⁺ zwiększa. Wahania te są prawdopodobnie spowodowane przemianą pirytu oraz rozpuszczaniem węglanów przez wody porowe, a także wymianą jonu Na⁺ na jon Mg²⁺, który ulega adsorpcji. Obniżenie zawartości Cl⁻ jest wynikiem wytwarzania bariery anionowej przez minerały ilaste. Po przekroczeniu ciśnienia 12000 N/cm² zawartość SO₄²⁻, Na⁺ i Ca²⁺ gwałtownie spada. Wskazuje to na fakt, że wydzielana jest część wody silnie związanej, zawierająca jony z warstwy adsorpcyjnej, na co z kolei wskazuje wzrost zawartości Mg²⁺.

Do wydzielenia z badanych ilów trzeciorzędowych wód porowych o jednorodnym składzie, najbardziej ruchliwych i interesujących z praktycznego punktu widzenia, należy zatem stosować maksymalne ciśnienia do 12000 N/cm².

Wyciskanie wód porowych prowadzono w aparacie typu Kriukowa (przystosowanym do ciśnień rzędu 50000 N/cm²) przy ustalonym maksymalnym ciśnieniu 12000 N/cm² do momentu uzyskania ok. 5–6 ml wody z 200 g ilu o wilgotności naturalnej. Ciecz zbierano do buteleczek, których specjalne zamknięcie uniemożliwiało kontakt z atmosferą.

ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Analizowany kompleks ilów krakowieckich pod względem granulometrycznym reprezentowany jest przez ility pylaste oraz gliny pylaste zwięzłe. W obrębie tych utworów obserwuje się generalnie spadek wilgotności z głębokością (fig. 2). Najwyższą wilgotność (30–20%) notowano w serii stropowej, niższą w serii środkowej (ok. 22%), a najniższą w serii spągowej (25–20%). Porowatość badanych ilów kształtuje się w granicach 48–29%. Podobnie jak w przypadku wilgotności obserwuje się spadek porowatości z głębokością oraz jej zróżnicowanie w trzech wydzielonych seriach (fig. 2).

Zróżnicowanie własności fizycznych w seriach (stropowej, środkowej i spągowej) ilów krakowieckich znajduje odzwierciedlenie w mineralizacji ogólnej i chemizmie wód porowych (tab. 2). Generalnie stwierdzono wzrost mineralizacji z głębokością (fig. 2). Charakter chemiczny wód porowych zmienia się również z głębokością. W serii stropowej, zwłaszcza w jej górnej części, dominują wody siarczanowo-sodowe, obok których występują wody siarczanowo-wodorowęgla-

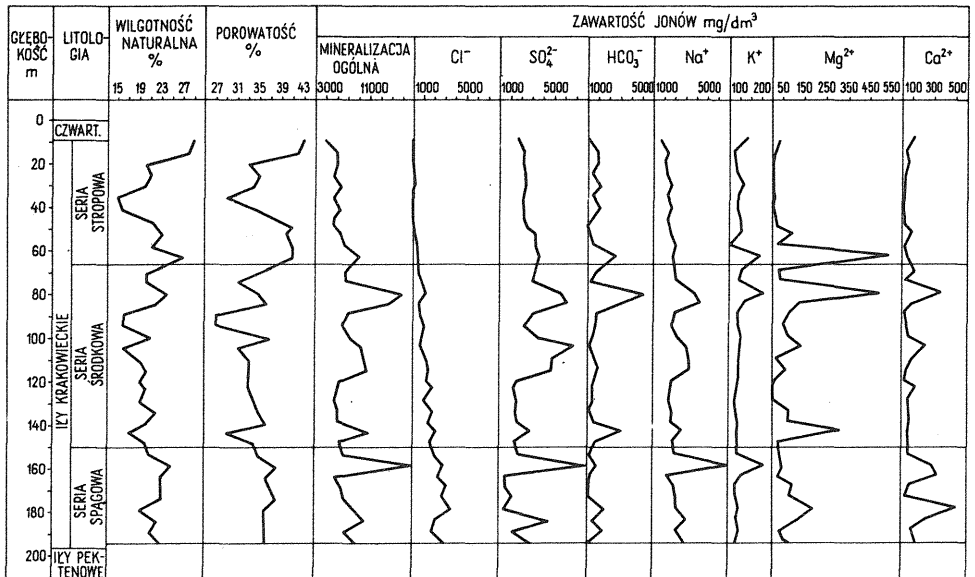


Fig. 2. Profil hydrochemiczny wód porowych iłów krakowieckich z rejonu Osiek – Baranów
Hydrochemical section of pore waters of Krakowiec Clays in the Osiek – Baranów area

nowo-sodowe. Seria środkowa iłów krakowieckich cechuje się wodami porowymi siarczanowo-chlorkowo-sodowymi, natomiast spągowa głównie chlorkowo-siarczanowo-sodowymi. W wodach tych jon Cl^- przeważa nad jodem SO_4^{2-} , co może być wynikiem frakcjonowania grawitacyjnego, w wyniku którego jon Cl^- przemieścił się ku spągowi.

Wysoka koncentracja jonu Na^+ w badanych wodach porowych świadczy o ich morskim pochodzeniu. Zawartość jonu Mg^{2+} nieznacznie wzrasta z głębokością, zaś Ca^{2+} wykazuje dość duże wahania w obrębie wydzielonych serii. W serii środkowej i spągowej obserwuje się zmianę stosunku $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ na korzyść Mg^{2+} . Zawartość jonu HCO_3^- w serii stropowej do głębokości ok. 12 m poniżej poziomu terenu jest niewielka, natomiast poniżej tej głębokości notuje się jej wzrost. Jest to zapewne wynikiem intensywnego ługowania węglanów w strefie przypowierzchniowej i przenoszenia jonu HCO_3^- głębiej.

Tabela 2

Mineralizacja oraz chemizm wód porowych iłów krakowieckich

Seria	Mineralizacja g/dm^3	Chemizm	Wilgotność naturalna °°	Porowatość °°
Stropowa	3.0 – 9.2	$\text{SO}_4 - \text{Na}$ ($\text{SCl}_4 - \text{HCO}_3 - \text{Na}$)	29.1 – 15.1 śr. 23.2	43 – 31 41
Środkowa	4.5 – 16.9	$\text{SO}_4 - \text{Cl} - \text{Na}$	24.4 – 16.1 śr. 22.1	36 – 29 33
Spągowa	4.6 – 22.1	$\text{Cl} - \text{SO}_4 - \text{Na}$	25.4 – 19.1 śr. 22.2	38 – 34 36

Sedymentacja iłůw krakowieckich odbywała się po osadzeniu utworůw chemicznych, głównie gipsůw. Wody w tym okresie były bogate w SO_4^{2-} , stąd w badanych wodach porowych wysokie koncentracje tego jonu. Wyższa zawartość jonu SO_4^{2-} w serii stropowej w porównaniu z iłami niżej zalegającymi może być także spowodowana uwalnianiem SO_4^{2-} w wyniku utleniania pirytu.

Obserwowane zmiany mineralizacji i składu chemicznego wód porowych wskazywać mogą na stopniowe wystładzanie zbiornika podczas sedymentacji iłůw. Zmian chemizmu wód porowych iłůw krakowieckich, a zwłaszcza w ich stropowej części, nie można jednakże przypisywać tylko zróżnicowaniu chemizmu wód podczas sedymentacji. W czwartorzędzie ta część utworůw podlegała intensywnej erozji i ługowaniu przez wody glacialne. Niewątpliwie procesy te doprowadziły do wzrostu koncentracji HCO_3^- w wodach porowych, w wyniku czego nastąpiła zmiana pierwotnego ich charakteru z typu siarczanowo-chlorkowo-sodowego na typ siarczanowo-wodorowęgłanowo-sodowy.

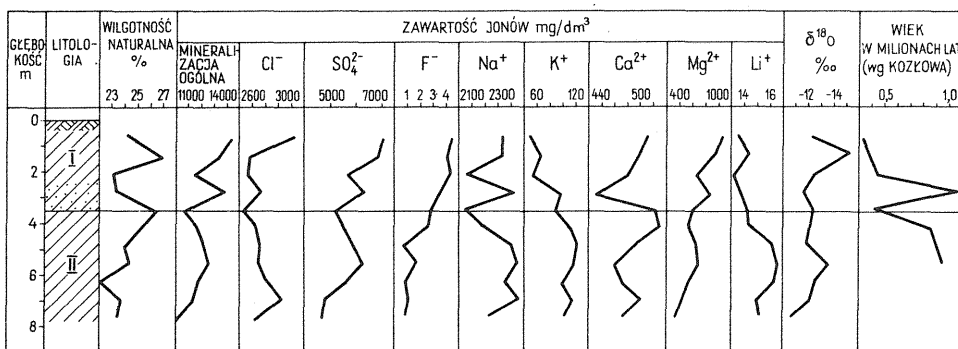


Fig. 3. Profil hydrochemiczny wód porowych iłůw rupelu z rejonu Vehlitz k. Magdeburga
Hydrochemical section of pore waters of Rupelian clays in the Vehlitz area near Magdeburg

I – ił żółto-brązowy, plastyczny; II – ił szary, twardeplastyczny, półwarty

I – yellow-brown plastic clay; II – gray hard-plastic semi-consistent clay

Iły rupelu w badanym profilu wykazują również zróżnicowanie wilgotności z głębokością. W stropowej części obejmującej żółto-brązowe ily plastyczne wilgotność waha się od 23 do 27%, podczas gdy niżej leżące szare ily mają wilgotność 22–24%. Badania chemizmu wód porowych tych iłůw (fig. 3) wskazują na obniżenie mineralizacji z głębokością i wyraźną demineralizację na głębokości 3,5 m poniżej poziomu terenu, tj. na kontakcie iłůw o odmiennym wykształceniu litologicznym. Wzrost mineralizacji w stropowej części profilu może być wynikiem przede wszystkim dyfuzji jonu Cl^- o małym promieniu hydratacji w kierunku strefy powierzchniowej, gdzie na skutek niskiego stopnia skonsolidowania wpływ bariery anionowej zaznacza się tylko w nieznacznym stopniu. Obniżenie mineralizacji z głębokością może być także spowodowane obecnością pirytu i gipsu w stropowej części profilu (tab. 1). W wyniku utleniania pirytu następuje uwolnienie SO_4^{2-} i stąd obserwowany jego wzrost w strefie przypowierzchniowej. Natomiast obniżanie zawartości Mg^{2+} jest wynikiem adsorpcji. Nie można jednakże wykluczyć, że obserwowane zmiany chemizmu wód porowych wynikają ze zróżnicowania składu chemicznego wód podczas sedymentacji iłůw. Jest prawdopodobne, że ily z dolnej części profilu osadzały się w peryferycznych partiach zbiornika o niższej mineralizacji i niższej zawartości Mg^{2+} , podczas gdy ily tworzące stropo-

wą partię osadzały się w centralnych partiach zbiornika, bardziej zasolonych, o wyższej mineralizacji i zawartości Mg^{2+} .

Wiek badanych wód porowych oceniono na $0,1 \cdot 10^6$ i $1,0 \cdot 10^6$ lat (fig. 3). Wskazuje on, że w górnej części profilu do głębokości 3,5 m poniżej poziomu terenu, gdzie występują utwory bardziej przepuszczalne, zaznacza się wpływ wód infiltracyjnych. Proces ten rozwijał się szczególnie intensywnie w okresie glacialnym, kiedy ta część utworów podlegała intensywnej erozji i ługowaniu przez wody infiltracyjne.

Wyniki badań zawartości trwałych izotopów tlenu $\delta^{18}O$ w wodach porowych ilów rupelu (fig. 3) wykazują, podobnie jak badania chemizmu i wieku, wyraźne zróżnicowanie wód porowych w analizowanym profilu. Wody przeobrażone ze stropowej partii mają niższe zawartości $\delta^{18}O$ w porównaniu z wodami porowymi ilów niżej zalegających.

Należy podkreślić, że wyniki badań chemizmu wód porowych morskich ilów trzeciorzędowych z terenu Polski i NRD pozbawione są pełnej porównywalności z uwagi na bardzo duże różnice miąższości opróbowanych serii. Dla ilów krakowieckich przyjęto jako podstawę otwór o głębokości ok. 200 m, podczas gdy dla ilów rupelu z rejonu Magdeburga niespełna 10 m.

Przedstawione wyniki badań chemizmu wód porowych ilów krakowieckich i ilów rupelu wskazują na związki zachodzące między ilami, wodami porowymi i wodami infiltracyjnymi. Jednakże ilościowe ustalenie wpływu poszczególnych procesów fizykochemicznych, takich jak: wymiana jonowa, dyfuzja, rozpuszczanie, utlenianie oraz wytrącanie nie jest możliwe.

Przeprowadzone badania stopnia jednorodności wód porowych pozwalają stwierdzić, że przy porównywaniu wyników składu chemicznego wód porowych, zwłaszcza z utworów ilastych, należy się liczyć z błędami wynikającymi z przyjętej metodyki wydzielania roztworów. Trzeba podkreślić, że do chwili obecnej nie znaleziono metody, za pomocą której można by uzyskać tę wodę bez zmiany jej składu chemicznego. Mimo braku pełnej porównywalności, wyniki badań składu chemicznego wód porowych wydzielanych z utworów ilastych mogą być podstawą do rozwiązywania zagadnień genezy wód i ich ochrony, a także problemów z zakresu geologii inżynierskiej.

Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH
Kraków, al. Mickiewicza 30
Bergakademie, Sektion Geowissenschaften
Freiberg, Gustaw Zeunerstrasse 19
Nadesłano dnia 6 sierpnia 1979 r.

PIŚMIENNICTWO

- DEVINE S.B., FERRELL R.E., BILLINGS G.K. (1973) – The significance of ion exchange to interstitial solutions in clayey sediments. *Chem. Geol.*, **12**, p. 219–228. Amsterdam.
- ENGELHARDT W.V., GAIDA K.H. (1963) – Concentration changes of pore solutions during the compaction of clay sediments. *J. Sediment. Petrol.*, **33**, p. 919–930, nr 4. Tulsa. Oklahoma.
- MARCHIG V. (1973) – Vergleichende Untersuchungen verschiedener Methoden der Porenwasser – gewinnung. *Geol. Jb.* **D3**, p. 3–12. Hannover.
- STOCH L., HELIOS-RYBICKA E. (1973) – Charakterystyka mineralogiczna ilów nadkładowych złoża siarki w Jeziorku. *Kwart. Geol.*, **17**, p. 106–117, nr 1. Warszawa.
- SZCZEPAŃSKA J., SZCZEPAŃSKI A. (1980) – Wody porowe w klasyfikacji i systematyce wód podziemnych. *Techn. Poszuk. Geol.*, **19**, p. 23–29, nr 1. Warszawa.

- TORRANCE J.K. (1974) — A laboratory investigation of the effect of leaching on the compressibility and shear strength of Norwegian marine clays. *Geotechnique*, **24**, p. 155–173. London.
- КОТОВА И.С., ПАВЛОВ А.Н. (1968) — О выщелачивании водоупоров при увеличении геостатического давления. В: Поровые растворы и методы их изучения, стр. 55–62. Изд. Наука и Техника. Минск.
- КРЮКОВ П.А., ЦЫБА Н.П. (1959) — Составление состава горных растворов и вод из скважин района строительства Волгоградской ГЭС. *Гидрохимические материалы*, **28**, стр. 136–150. Москва.
- ЛОМТАДЗЕ В.Д. (1959) — Результаты исследования воды, отжатой из глинистых отложений различной степени литификации. *Геология и разведка*, **9**, стр. 96–107. Москва.
- ШИШКИНА О.В. (1972) — Геохимия морских и океанических иловых вод. Изд. Наука, стр. 13–25. Москва.
- ЗАТЕНАЦКАЯ Н.П. (1974) — Поровые воды осадочных пород. Изд. Наука, стр. 8–15. Москва.

Ядвига ЩЕПАНЬСКА, Роланд ХЕНЕ

ХИМИЗМ ПОРОВЫХ ВОД МОРСКИХ ГЛИН ТРЕТИЧНОГО ВОЗРАСТА НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЬШИ И ГДР

Резюме

Предметом изучения служили поровые воды третичных морских глин в Польше (сарматские краковецкие глины) и ГДР (рюпельские глины) средний олигоцен.

Изучение поровых вод за последние годы показало, что верная интерпретация результатов исследований поровых вод возможна тогда, когда методика их выделения подобрана соответственно изучаемым породам. Установлено, что для изучения глинистых пород (минеральный состав приводится в таб. 1), высшей степени однородности поровых вод можно достичь, применяя для их выделения давление не выше 12000 н/см^2 (фиг. 1). Из анализа результатов изучения химизма поровых вод краковецких глин (фиг. 2) следует, что выделенные по макроскопным наблюдениям и изучению физических свойств серии: кровельная, средняя и подошвенная отличаются как по минерализации, так и по химическому составу. В целом наблюдается рост минерализации с глубиной. Химические свойства поровых вод также изменяются с глубиной (таб. 2). В кровельной серии поровые воды имеют состав $\text{SO}_4\text{-HCO}_3\text{-Na}$. Средняя серия характеризуется водами $\text{SO}_4\text{-Cl-Na}$, а подошвенная — $\text{Cl-SO}_4\text{-Na}$.

Рюпельские глины также разнородны по минерализации и химическому составу поровых вод, которые изменяются с глубиной (фиг. 3). Результаты изучения химизма поровых вод краковецких глин (фиг. 2) и рюпельских глин (фиг. 3) говорят о изменчивости гидрохимических условий во время седиментации этих глин. По ним можно также судить о процессах, в результате которых произошло преобразование поровых вод, особенно в приповерхностной зоне.

Jadwiga SZCZEPAŃSKA, Roland HÄHNE

CHEMISTRY OF PORE WATERS OF MARINE TERTIARY CLAYS IN POLAND AND GDR

S u m m a r y

The paper presents results of studies on pore water of marine tertiary clays from Poland (Sarmatian Krakowice Clays) and GDR (Middle Oligocene–Rupelian Clays). The studies, carried out in the last years, showed that the interpretation of results of analyses of chemistry of pore waters will not be satisfactory unless the methods of pore water extraction are appropriately chosen for a given rock type. In the case of the studied clay deposits (see Table 1 for their mineral composition) it was found that most homogeneous pore waters are obtained when the applied pressures not exceed $12,000 \text{ N/cm}^2$. The analysis of results of studies on chemistry of pore water extracted from the Krakowice Clays (Fig. 2) showed that three series recognized with reference to macroscopic observations and analyses of physical properties – the top, middle and basal series – differ in both mineralization and chemical composition of the pore water. The mineralization was found to increase generally along with depth, similarly as chemical composition of the water (Table 2). Waters of the $\text{SO}_4\text{--HCO}_3\text{--Na}$ type occur in the top series, those of the $\text{SO}_4\text{--Cl--Na}$ type in the middle, and those of the $\text{Cl--SO}_4\text{--Na}$ type – in the basal.

The Rupelian clays also display changes in mineralization and chemical composition of pore waters along with depth (Fig. 3). The results of studies on chemistry of pore waters from the Krakowice (Fig. 2) and Rupelian (Fig. 3) clays indicate differences in hydrochemical conditions in time of sedimentation of these deposits. The results obtained also cast some light on processes responsible for alteration of pore waters, especially of those occurring in subsurface zone.