

Elżbieta MYŚLIŃSKA

Chemizm roztworów porowych gruntów spoiстых o różnej genezie

W artykule przedstawione są wstępne wyniki badań dotyczące ustalenia składu chemicznego wód porowych, uzyskanych przy zastosowaniu wysokich ciśnień. Celem badań było określenie wpływu tego składu na inżyniersko-geologiczne własności gruntów. Problem ten jest stosunkowo mało opracowany, zwłaszcza w literaturze krajowej, dotyczącej badań inżyniersko-geologicznych brak jest prac o charakterze metodycznym zajmujących się np. sposobem wydzielenia roztworów porowych metodami innymi niż wyciągi wodne. Wyciągi takie dają zaledwie przybliżony pogląd na skład chemiczny roztworów porowych ze względu na przechodzenie do roztworu soli rozpuszczalnych znajdujących się w badanej próbce. Stosowane są więc przede wszystkim w badaniach ceramicznych dla określenia zawartości substancji rozpuszczalnych zawartych w surowcach ilastych ceramiki budowlanej.

Sposobów wydzielenia roztworów porowych poszukiwano już od dawna, zwłaszcza w gleboznawstwie. W 1916 r. J. P. van Zyl otrzymał pewną część roztworu porowego z gleb, stosując ciśnienia nie przewyższające 30 kG/cm², a w 1918 r. G. B. Lipman otrzymał już roztwory porowe gleb stosując ciśnienia 3726 kG/cm². W Związku Radzieckim w latach czterdziestych gleboznawcy zaczęli powszechnie stosować wysokie ciśnienia (do 10 000 kG/cm²) w celu uzyskania roztworów porowych z gleb (P. A. Kriukow, 1947; P. A. Kriukow, N. A. Komarowa, 1954). Prowadzone są tam też prace nad wydzieleniem roztworów porowych przy zastosowaniu ultrawirówki. W Stanach Zjednoczonych (J. E. Sanders, G. M. Friedman, R. S. Bennin, 1968), a także w NRF (W. Engelhard, K. H. Galida, 1963; G. Müller, 1969) prowadzone są również obecnie badania dotyczące roztworów porowych, jednak odnoszą się one na ogół do osadów jeszcze nie zdiagnozowanych lub sztucznie przygotowanych past gruntowych.

Przedstawione niżej badania roztworów porowych nie są w pełni zakończone, a przedłożone wyniki określenia składu chemicznego roztworów porowych dotyczą utworów o różnym wieku lub genezie pobranych tylko z 15 odsłoneń. Do badań pobierano średnie próbki bruzdowe z badanego odsłonecia (w większości przypadków są to odkrywki przy cegielniach). Wyjątek stanowi odkrywka lessów z Kwaskowej Góry, z której

pobrano średnią próbkę ze stropu i średnią próbkę z przewarstwienia gliniastego, znajdującego się w spągu odkrywki. Badane były utwory czwarторzędowe i trzeciorzędowe (tab. 1 i 2).

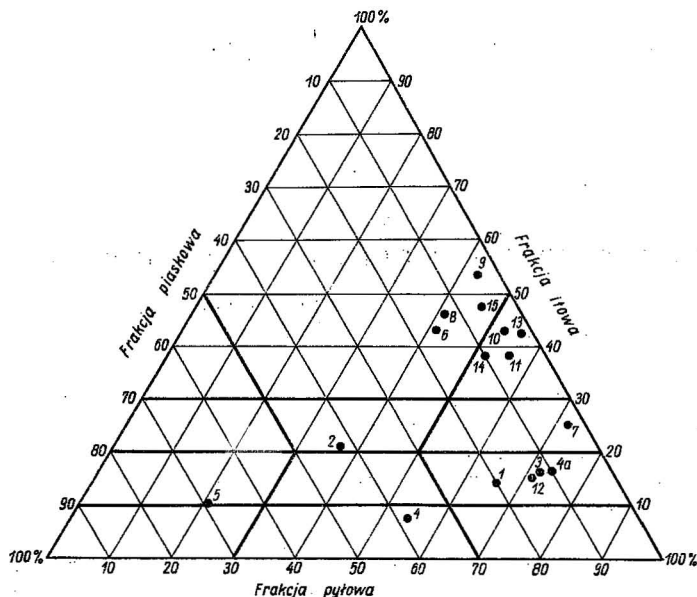


Fig. 1. Skład granulometryczny badanych próbek
Granulometric composition of soil samples

Pod względem składu granulometrycznego próbki są bardzo różnorodne — od pyłów do ilów, przy zawartości frakcji piaskowej od 1 do 69%, ilowej — od 7 do 53%. Skład granulometryczny badanych próbek przedstawiono w trójkącie Fereta (fig. 1). Najmniejszą zawartością frakcji ilowej (7—16%) charakteryzują się: glina zwałowa (próbka nr 5 — 10%), less (próbki nr 3, 4, 4a — 7—16%), „ił plioceniński” (próbka nr 12 — 15%), natomiast największą zawartością frakcji ilowej (ponad 40%) — ily zastoiszkowe z Zielonki (próbka nr 8), Baniochy (próbka nr 9), Kamiennej Góry (próbka nr 6), Monet (próbka nr 10) oraz ił mioceniński z Kantorii (próbka nr 13) i Tarnowianki (próbka nr 15).

Skład mineralny określano na podstawie analizy termicznej różnicowej (fig. 2), wykonanej zarówno dla próbek całych, jak i frakcji ilowej na derywatografie węgierskim. Na podstawie otrzymanych krzywych termicznych stwierdzono, że poza kwarcem (dominującym we frakcji piaskowej i pyłowej) w składzie mineralnym przeważają minerały grupy illitu (reakcje endotermiczne w przedziale temperatur 100—160°; 590—640° — dla próbek całych oraz ok. 150°, 570—640° i 860—900° dla frakcji ilowej). Możliwe są tu również domieszki montmorylonitu, na co wskazuje intensywność pierwszej reakcji endotermicznej oraz obecność reakcji egzotermicznej w temperaturze 910—950° na termogramach części próbek (próbki nr 2, 6, 12, 13, 14). Ponadto badane próbki zawierają domieszki węglanów, przy czym największą ich ilość zawiera gytia (próbka

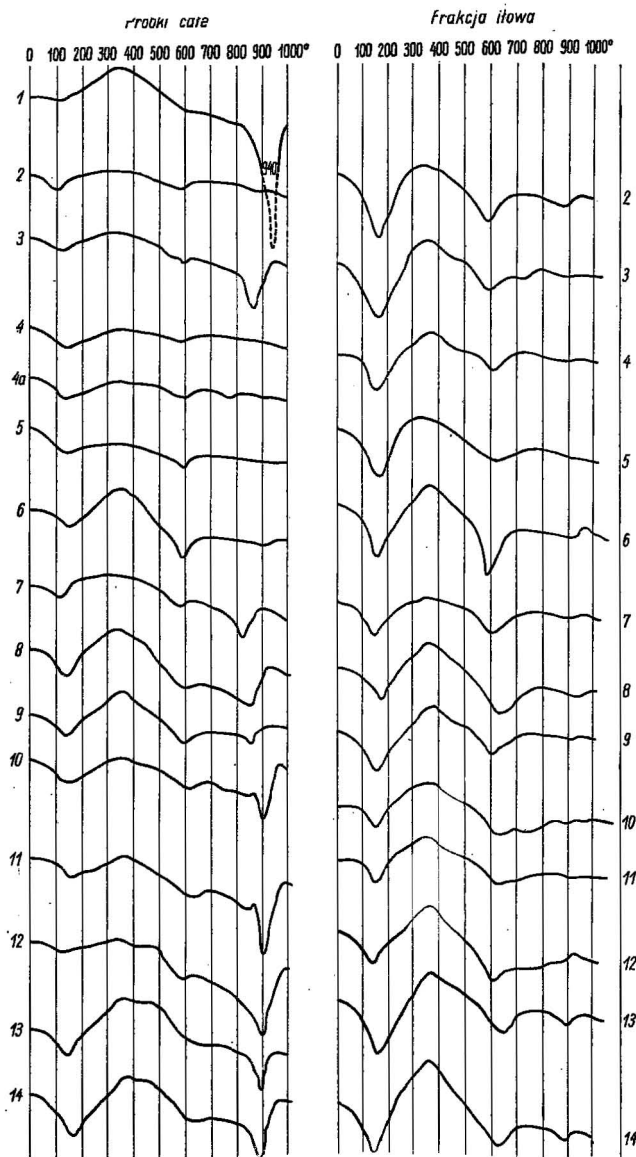


Fig. 2. Termogramy badanych próbek
Thermograms of soil samples

nr 1, silna reakcja endotermiczna w temperaturze 945°), a także substancji organicznej (reakcja egzotermiczna w temperaturze 350°), co potwierdzają dane uzyskane z oznaczenia zawartości substancji organicznej metodą Tiurina, według których ilość tej substancji waha się w badanych próbkach od 0,2% (less, próbka nr 3) do 1,67% (gytia, próbka nr 1).

Skład chemiczny całych próbek w % wagowych

Nr próbki	Miejsce pobrania	Rodzaj próbki		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	CO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	Str. praż.	Wilg.	
1	szurf wieś Gielan, pow. Mrągowo	Czwartorzęd	holocen	gytia	38,86	4,52	1,97	26,04	3,74	ślady	21,27	—	—	3,13	1,54
2	cegielnia Żyraków, woj. rzeszowskie			aluwia	78,96	8,51	3,89	1,23	0,59	0,24	0,97	—	—	1,62	5,71
3	cegielnia Czechówka w Lublinie		plejstocen	lessy	72,90	7,00	2,02	5,84	1,49	ślady	5,79	0,90	2,10	1,37	1,17
4	odslonięcie w wąwozie Kwaskowa Góra, Kazimierz n. Wisłą			lessy	80,10	9,42	3,41	0,60	0,72	ślady	1,01	—	—	2,53	2,21
5	wykop przy ul. Banacha w Warszawie			gliny zwałowe złodowacenia środkowopol.	87,23	6,05	2,50	1,60	0,97	ślady	0,82	—	—	0,73	1,30
7	cegielnia Boryszew k. Sochaczewa			iły zastoiskowe złodowacenia środkowopol- skiego	68,44	9,87	3,14	5,70	2,02	ślady	6,30	—	—	2,08	1,81
8	cegielnia Zielonka			60,14	12,43	3,60	8,06	1,45	1,36	7,67	—	—	3,12	5,37	
9	cegielnia Baniocha		56,35	10,15	6,05	8,17	3,02	1,02	9,20	—	—	3,14	3,80		
12	cegielnia Brwinów		Trzeciorzęd	pliocen	iły poznańskie	60,32	8,56	2,84	10,37	2,40	0,39	10,31	0,84	2,70	0,99
13	cegielnia Kantoria w Tarnowie	iły morskie			50,49	14,44	5,65	9,44	3,87	0,58	9,18	—	—	3,12	4,61
14	cegielnia Wolica w Dąbicy	miocen		iły morskie	51,64	14,30	5,60	8,13	3,00	0,39	9,16	0,79	2,85	3,64	5,41
15*	cegielnia Tarnowianka w Tarnowie			iły morskie	50,80	12,10	5,80	10,30	3,10	1,40	1,50	1,50	2,50	12,50	2,50

* Analiza chemiczna wg Z. Tokarskiego.

Analiza chemiczna wykonana dla próbek całych (tab. 1) wykazała, że zawierają one krzemionkę w ilości 50,5 do 87,2%, przy czym ilość ta zmienia się w zależności od zawartości frakcji piaskowej i pyłowej w badanych gruncie, a więc jest największa dla gliny zwałowej z Warszawy (próbka nr 5), a najmniejsza dla ilów miocenkich z Wolicy i Kantorii (próbka nr 13 i 14). Wyjątek stanowi próbka gytii (nr 1), w której przy zawartości frakcji piaskowej i pyłowej = 84% stwierdzona ilość krzemionki wynosi 36,8%. Jest to związane z obecnością znacznej zawartości węglanu wapnia (48,28%), grupującego się głównie we frakcji pyłowej. Badane próbki zawierają od 4,52 do 14,44% tlenku glinu, od 1,97 do 6,05% tlenków żelaza, co wiąże się ze składem granulometrycznym, a ściślej z zawartością frakcji ilowej, z której wzrostem zwiększa się zarówno zawartość tlenku glinu, jak i tlenku żelaza. Zawartość tlenku wapnia i dwutlenku węgla potwierdza dane uzyskane z analizy termicznej o domieszce węglanów w badanych próbkach, przy czym największą ich ilość zawiera próbka nr 1, najmniejszą — próbki nr 4 i 5 (bez efektu na krzywej termicznej). Zawartość tlenku magnezu wynosi od 0,59% (próbka nr 2) do 3,87% (próbka nr 13), a SO_3 — od śladów (próbki nr 3 i 4) do 1,40% (próbka nr 8).

Z omówionych wyżej próbek odciskano wodę porową w aparacie skonstruowanym na podstawie opisu konstrukcji przyrządu tego typu wykonanego przez P. A. Kriukowa (1947). Wprowadzono tutaj jednak pewne zmiany dotyczące wymiarów aparatu oraz głównie systemu uszczeltek. Opis aparatu, metody odciskania oraz niektóre problemy związane z procesem odciskania wody z utworów ilastych przedstawiono w artykule zamieszczonym w „Przeglądzie Geologicznym” (E. Myślińska, 1970).

Nacisk pionowy wywierany na próbki wynosił 4300 kG/cm². Czas odciskania wody dla próbek z jednego profilu wynosił: 1, 2, 5, 10, 24 i 30 godzin. Po każdym badaniu określana była wilgotność poszczególnych próbek, a woda z kolejnych badań zbierana do jednego pojemnika. Analiza chemiczna odcisniętej wody wykonana była metodami półmikroanalizy.

Przed przystąpieniem do omówienia chemizmu odcisniętych wód porowych należy przedstawić charakterystykę hydrofilności badanych gruntów. Zostanie ona określona poprzez wilgotność naturalną, ilość wody związanej, wilgotność higroskopijną i maksymalną higroskopijność (tab. 2).

Wilgotność naturalna próbek wynosiła od 11,8% (próbka nr 5 — glina zwałowa) do 29,7% (próbka nr 7 — il warwowy), z wyjątkiem próbki nr 1 (gytia), której wilgotność naturalna wynosiła 52,9%.

Opierając się na istnieniu podwójnej warstwy elektrycznej (L. Wiklander, 1964), która składa się z płaskiej, nieruchomej części (warstwa Sterna) oraz części ruchomej, dyfuzyjnej, i określając pierwszą nieruchomą warstwę (Sterna) jako wodę silnie związaną, starano się określić ilość poszczególnych typów wody w badanych gruntach. Ilość wody silnie związanej, wyliczona z pewnym przybliżeniem na podstawie wielkości ciepła zwilżania (N. P. Zatiacka, 1960) określonego dla badanych próbek, wynosi od 0,72% do 6,25%, a wilgotność higroskopijna, za którą przyjęto wilgotność próbek powietrzno-suchych — od 0,38% do 5,20%. Maksymalna wilgotność higroskopijna, określona przez R. I. Złoczewską, E. M. Siergiejewa, (1968) jako wilgotność, przy której kończą się procesy two-

Charakterystyka wody w badanych próbkach

Nr próbki	Miejsce pobrania	Rodzaj próbki		Zawartość frakcji < 0,002 mm %	Wilgotność naturalna %	Wilgotność po odciskaniu przy 4300 kG/cm ²	Woda silnie związana (z ciepła zwilżania) %	Wilgotność higroskopijna %	Maksymalna higroskopijność %
1	szurf wieś Gielan, pow. Mrągowo	holocen	gytia	14	52,9	4,60	2,00	0,38	2,27
2	cegielnia Żyraków, woj. rzeszowskie		aluwia	21	24,6	4,20	2,26	3,24	3,46
3	cegielnia Czechówka w Lublinie	plejstocen	lessy	16	15,5	4,85	—	1,24	—
4	odsłonięcie w wąwozie Kwaskowa Góra,		lessy	7	16,0	4,80	—	1,65	—
4a	Kazimierz nad Wisłą		lessy gliniaste	16	15,9	4,60	—	0,91	—
5	wykop przy ul. Banacha w Warszawie		gliny zwałowe	10	11,8	3,50	1,35	0,74	1,83
6	cegielnia Kamienna Góra		iłły warwowe	43	28,0	8,00	6,23	3,58	8,40
7	cegielnia Boryszew k. Sochaczewa		iłły zastoiskowe	25	29,7	4,85	0,72	1,90	3,46
8	cegielnia Zielonka	iłły zastoiskowe	46	26,4	5,40	4,85	2,94	8,45	
9	cegielnia Baniocha	iłły zastoiskowe	53	28,4	5,25	4,65	2,09	5,13	
10	cegielnia Monety pow. Olecko	iłły warwowe	42	24,7	5,95	3,97	2,05	5,34	
11	cegielnia Golubki pow. Olecko	iłły warwowe	38	22,4	5,20	3,48	2,06	5,32	
12	cegielnia Brwinów	pliocen	iłły poznańskie	15	16,7	4,40	1,61	0,87	2,06
13	cegielnia Kantoria	miocen	iłły morskie	42	17,2	10,45	2,32	4,66	5,43
14	cegielnia Wolica		iłły morskie	38	28,6	11,95	1,25	5,20	7,93
15	cegielnia Tarnowianka		iłły morskie	47	26,8	11,80	1,46	4,39	5,23

rzenia trwale związanej wody, wynosi dla badanych próbek od 1,83% do 8,45% (i rośnie ze wzrostem zawartości frakcji iłowej). Za maksymalną higroskopijność badanych gruntów przyjęto wilgotność osiągniętą przez próbki w eksykatorze z 10% H_2SO_4 przy ciśnieniu 10 mm Hg. Określa ona zdolność gruntu do pochłaniania największej ilości pary wodnej z powietrza, jeśli między powietrzem nasyconym parą wodną a gruntem nastąpi stan równowagi. Wilgotność określająca maksymalną higroskopijność gruntów jest więc wartością stałą dla danego gruntu. Wilgotność próbek po odciskaniu wody po 30 godzinach, przy ciśnieniu 200 atm wynosiła od 3,50% (próbka nr 5 — glina zwalowa) do 11,95% (ił mioceniński). Wilgotność próbek utworów czwartorzędowych i iłu plioceńskiego po odcisnięciu wody, nazwana wilgotnością końcową, zależy od zawartości frakcji iłowej w odciskanych próbkach i wzrasta ze wzrostem zawartości tej frakcji, co należy tłumaczyć zdolnością silnego wiązania wody na powierzchni cząstek ilastych. Niewielkie odchylenia od tej reguły spowodowane są zmienną ilością frakcji piaskowej w badanych próbkach, której obecność ułatwia filtrację wody, a więc powoduje osiągnięcie mniejszej wilgotności końcowej. Charakterystyczny jest fakt, że próbki iłów miocenińskich (próbki 13—15), przy zawartości frakcji iłowej 38—47% (a więc nie największej), osiągają wilgotność końcową najwyższą spośród wszystkich badanych próbek (10,45÷11,95%). Przyczyny trudniejszej „odsączalności” próbek należałoby więc przypuszczalnie szukać w chemizmie wód porowych. Problem ten zostanie jeszcze niżej poruszony.

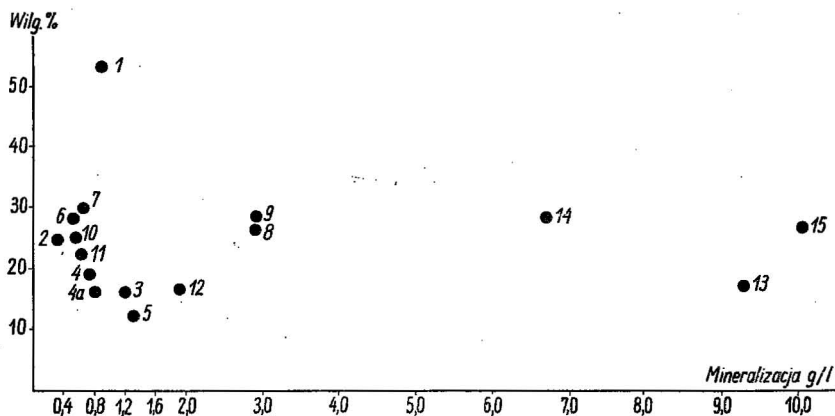


Fig. 3. Zależność mineralizacji roztworów porowych od wilgotności próbek

Dependence of mineralization of pore solutions upon water content of samples

W wodach odcisniętych z omawianych próbek oznaczono następujące składniki: Na, K, Mg, Ca, HCO_3 , Cl, SO_4 . Ogólna mineralizacja wód porowych wynosi od 0,3 do 10,7 g/l, przy czym najmniej zmineralizowane są wody porowe utworów holocenińskich, najbardziej — wody porowe trzeciorzędowych iłów miocenińskich (6,7÷10,7 g/l). Zależność mineralizacji od wilgotności próbki, z której woda została odcisnięta, zaznacza się (w pew-

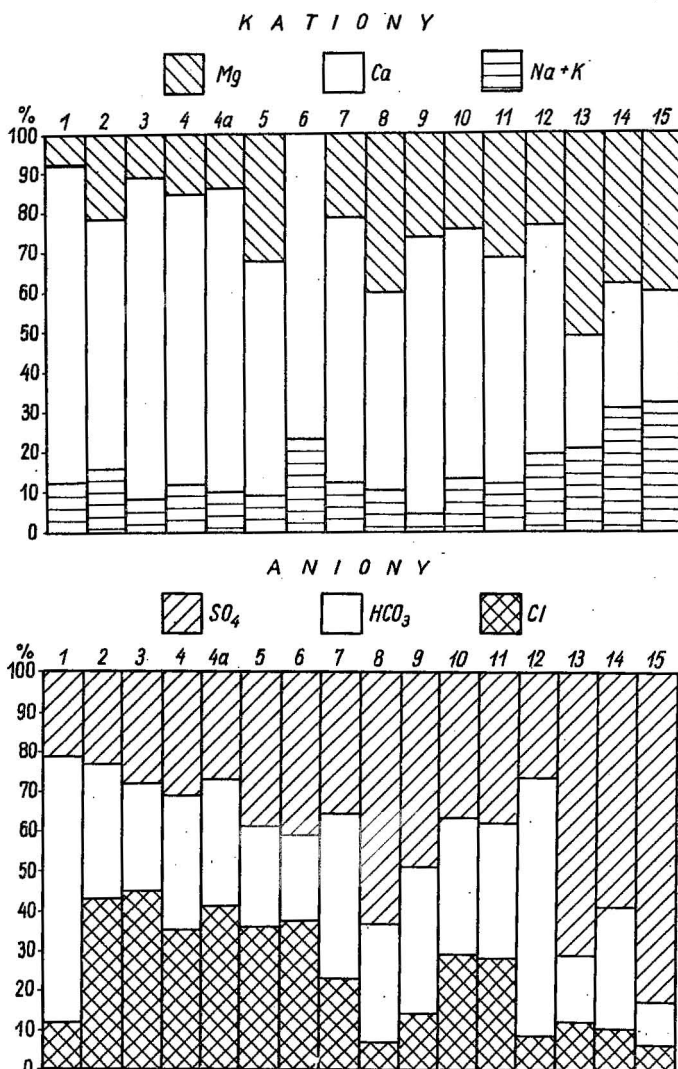


Fig. 4. Skład chemiczny roztworów porowych
Chemical composition of pore solutions

nym stopniu) tylko w wodach utworów czwartorzędowych (fig. 3), a więc w wodach o stosunkowo małej mineralizacji.

Zawartość wapnia w wodach porowych wynosi od 67 do 756 mg/l, sodu i potasu (łącznie) 30 do 1380 mg/l, magnezu 0 do 824 mg/l, jonów HCO₃ 134 do 1830 mg/l, chloru 49 do 580 mg/l, jonów siarczanowych 74 do 5007 mg/l. Wartości te nie charakteryzują rozkładu poszczególnych składników w wodach różnego typu, gdyż zależne są przede wszystkim od stopnia mineralizacji wody. Aby umożliwić ocenę składu chemicznego poszczególnych wód porowych i porównanie wód uzyskanych z różnych gruntów, przeliczono uzyskane wartości na ilość miligramów równoważni-

ków danego składnika, zawartych w jednym litrze roztworu, co pozwoliło na przesłedenie ilościowych stosunków poszczególnych jonów w badanych wodach (fig. 4). Jon wapnia stanowi 28 do 81% zawartości kationów badanych wód, przy czym jego procentowa zawartość większa jest dla wód słabo zmineralizowanych. Silnie zmineralizowane wody iłów mioceńskich zawierają wapń w ilości 28—31%.

Dla orientacyjnego wyobrażenia o jakościowym składzie soli, które przeszły w roztwory porowe, rezultaty analizy chemicznej tych roztworów przeliczono na hipotetyczne sole. Z wyliczeń tych wynika, że wapń pochodzi głównie z kwaśnych węglanów wapnia i siarczanu wapnia. Oczywiście, jon wapnia może również dostawać się do wód porowych w wyniku wymiany jonowej, zachodzącej przy zaistnieniu korzystnych dla tego zjawiska warunków, jak wysoka koncentracja elektrolitów, określone stężenie jonów wodorowych itp., między roztworem zawierającym NaCl a skałami wapnistymi.

Jon magnezu stanowi 7—51% oznaczonych w wodzie kationów, przy czym najmniejszą procentową zawartością magnezu charakteryzują się wody holocenu oraz wody utworów lessowych, najwyższą natomiast wody iłów mioceńskich (38—51%). Obecność zwiększonej ilości jonu magnezu w wodach porowych związana jest najczęściej z występowaniem również podwyższonej zawartości jonów siarczanowych w tych wodach.

Jony sodu i potasu stanowią 4—32% składu kationów badanych wód porowych. Stosunek jonów sodu do potasu wynosi od 3 : 1 do 12 : 1. Największą procentową zawartością jonów sodu i potasu charakteryzują się również wody iłów mioceńskich.

Jon siarczanowy stanowi 21—83% ilości oznaczonych anionów i, jak już wspomniano, zwiększeniu jego ilości towarzyszy zwiększenie ilości jonów magnezu, a także — w przypadku wód porowych utworów mioceńskich — jonów sodu.

Chlor stanowi stosunkowo najmniejszy procent wśród oznaczonych anionów (6—45%). Największa jego ilość znajduje się w wodach utworów lessowych i niektórych iłów warwowych, najmniejsza w wodach z utworów mioceńskich.

Jonów wodorowęglanowych stwierdzono 11 — 70%. Największą ich procentową zawartość wykazała woda z gytii, najmniejszą — wody iłów mioceńskich.

Porównując skład chemiczny wód porowych odcisniętych z gruntów o różnej genezie, wyróżniono wśród tych wód cztery główne typy: wody siarczanowo-magnezowe, wodorowęglanowo-wapniowe, siarczanowo-wapniowe i wodorowęglanowo-chlorkowo-wapniowe.

Do wód siarczanowo-magnezowych zaliczają się wody porowe trzeciorzędowych iłów mioceńskich (morskich), charakteryzujące się stosunkowo dużą mineralizacją. Ich skład chemiczny kształtować się mógł na skutek rozpuszczania siarczanów i soli podwójnych, takich jak kizeryt $MgSO_4 \cdot H_2O$, langbeinit $K_2Mg_2(SO_4)_3$, kainit $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ i innych, a także ługowania dolomitów. Wody te charakteryzują się również zwiększoną zawartością sodu, który może pochodzić z wietrzenia pierwotnych minerałów sodowych (albitu).

Drugi typ wód porowych, wody wodorowęglanowo-wapniowe, reprezentowany jest przez wody porowe gytii, co jest zjawiskiem wynikają-

cym ze składu tych utworów, wody porowe typowych ilów warwowych (z wyjątkiem wód ilów warwowych z Sudetów) oraz wody ilów plioceńskich, zawierających w swym składzie dość duże zawartości węgla wapnia. Należy przy tym zwrócić uwagę na fakt, że próbki utworów, których wody porowe są typu wodorowęglanowo-wapniowego, pobierane są ze stosunkowo małych głębokości (1—5,0 m).

Do typu trzeciego wód siarczanowo-wapniowych należą wody gliny zwałowej, ilów warwowych Sudetów oraz ilów zastoiskowych z Zielonki i Baniochy.

Czwarty typ, wody wodorowęglanowo-chlorkowo-wapniowe reprezentowane są przez wody osadów aluwialnych oraz utworów lessowych. Wydaje się, że podwyższona zawartość chloru w tych utworach, poza możliwością pochodzenia nieorganicznego, jest głównie pochodzenia organicznego. Możliwość tę zwiększa stosunkowo duża przepuszczalność utworów lessowych.

Na zakończenie trzeba powrócić jeszcze do faktu sygnalizowanego już wyżej. Różny skład chemiczny badanych roztworów porowych jest przyczyną różnej siły wiązania wody przez próbkę. W początkowym stadium badań stwierdzono, że dla próbek o zbliżonym składzie mineralnym szybkość odciskania wody i stopień jej odcisnięcia zależy od składu granulometrycznego próbek. Wniosek ten w trakcie dalszych badań został potwierdzony wyłącznie dla badanych próbek czwartorzędowych i ilu plioceńskiego, a więc utworów o koncentracji roztworów porowych do około 1 g/l. Z próbek tych uzyskiwano „pierwszą” wodę po upływie do 15 minut po przyłożeniu obciążenia, często nie osiągając jeszcze 4300 kG/cm², natomiast przy próbkach ilów mioceńskich o znacznym zasoleniu ich wody porowej i jej charakterystycznym składzie siarczanowo-magnezowym „pierwsza” woda ukazywała się po okresie 4 do 6 godzin po osiągnięciu ciśnienia 4300 kG/cm², a więc wskazuje to na fakt, że siła wiązania wody przez próbkę zależy od koncentracji soli w wodzie porowej, jak również i od składu chemicznego tej wody. Zgodne jest to z teorią przedstawioną m. in. przez H. van Olphena (1963), że na wielkość i rodzaj sił dominujących w układzie roztwór — grunt olbrzymi wpływ ma chemizm środowiska wodnego, a w głównej mierze koncentracja i skład chemiczny elektrolitów, z tym że jest to teoria udowodniona badaniami przede wszystkim nad zawiesinami koloidalnymi. Z badań tych wynika:

1) w miarę wzrostu koncentracji roztworów następuje kompresja warstwy podwójnej, co powoduje wzrost sił przyciągania (zachodzi flokulacja);

2) przy niskiej koncentracji tworzy się gruba warstwa podwójna, co powoduje występowanie głównie sił odpychania (zachodzi peptyzacja).

Ponadto wiadomo, że grubość warstwy podwójnej uwarunkowana jest, poza koncentracją elektrolitów w roztworze, również ich wartościowością. Wielowartościowe kationy o małym promieniu wskutek większej gęstości powierzchniowego ładunku intensywniej współdziałają z powierzchnią cząstek ilów. Im większa jest więc wartościowość jonów warstwy podwójnej, tym silniejsze przyciąganie jej do powierzchni cząstek, tym silniej ściśnięta warstwa dyfuzyjna i mniejsza jej grubość.

Zagadnienie wpływu koncentracji i składu chemicznego roztworów porowych na zdolności gruntów do wiązania wody wykazanego w bada-

niach nad utworami czwartorzędowymi i trzeciorzędowymi jest więc niezmienne ważne przy rozpatrywaniu inżyniersko-geologicznych własności gruntów. W świetle przedstawionych badań można już postawić wniosek, że wpływ na takie własności gruntów, jak ściśliwość, kąt tarcia wewnętrzznego i spójność, pęcznienie czy rozmakanie (poza znanymi już czynnikami, jak skład granulometryczny gruntów, porowatość, wilgotność, skład mineralny frakcji ilowej, kompleks wymienny), ma również skład chemiczny i koncentracja roztworów porowych. Badania dotyczące tych zagadnień są, oczywiście, nadal prowadzone.

Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej
Wydziału Geologii UW
Warszawa, Al. Żwirki i Wigury 93
Nadesłano dnia 20 kwietnia 1971 r.

PIŚMIENNICTWO

- ENGELHARDT W., GAIDA K. H. (1963) — Concentration changes of pore solutions during the compaction of clay sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, **33**, p. 919—930, No. 4. Menasha, Wisconsin.
- LIPMAN G. B. (1918) — New method of extracting the soil solution. *Univ. of California. Public in Agric. Sci.* **3**, nr 7.
- MYŚLIŃSKA E. (1970) — Wydzielanie roztworów porowych z gruntów spoistych metodą wysokich ciśnień. *Prz. geol.* **18**, p. 337—339, nr 7. Warszawa.
- MÜLLER G. (1969) — Diagenetic changes in interstitial waters of holocene Lake Constance sediments. *Nature*, **224**, p. 258—259, nr 5216. New York.
- OLPHEN H. (1963) — *An Introduction to Clay Colloid Chemistry*. New York, London.
- SANDERS J. E., FRIEDMAN G. M., BENNIN R. S. (1968) — Procedure for recovering bottom and interstitial waters from cores of sandy sediments from the continental shelf. *Journal of Sedimentary Petrology*, **38**, p. 683—684, No. 2. Menasha, Wisconsin.
- WIKLANDER L. (1964) — Cation and anion phenomena. *Chemistry of the Soil*, p. 163—203. New York.
- ZYL J. P. (1916) — Über die Bodenlösung, ihre Gewinnung, Zusammensetzung und Anwendung bei der Schlammanalyse. *J. f. Landwirtschaft*, **3**, p. 201—206. Berlin.
- КРЮКОВ П. А. (1947) — Методы выделения почвенных растворов. *Совр. методы иссл. физ.-хим. свойств почв. Вып. 2*, стр. 3—8. Москва.
- КРЮКОВ П. А., КОМАРОВА Н. А. (1954) — Об отжимании воды из глин при сверхвысоких давлениях. *Докл. АН СССР*, **99**, стр. 617—619. № 4. Москва.
- ЗАТЕНАЦКАЯ Н. П. (1960) — К вопросу о связанной воде в глинистых породах. *Докл. АН СССР*, **135**, стр. 944—947, № 4. Москва.
- ЗЛОЧЕВСКАЯ Р. И., СЕРГЕЕВ Е. М. (1968) — Общие представления о процессе гидратации глинистых грунтов. *Вопросы инженерной геологии и грунтоведения*, стр. 85—94. Москва.

Эльжбета МЫСЛИНЬСКА

ХИМИЗМ ПОРИСТЫХ РАСТВОРОВ ПЛОТНЫХ ГРУНТОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Резюме

В статье описываются предварительные результаты исследований химического состава поровых вод, вытесненных из 15 образцов глинистого грунта четвертичного и третичного возраста, при помощи высокого давления.

При сравнении химического состава поровых вод, полученных из грунтов различного происхождения, в них выделено четыре главных типа: сульфатно-магниевые (из образцов № 13—15), гидрокарбонатно-кальцевые (из образцов № 1, 7, 10, 11, 12), сульфатно-кальцевые (из образцов № 5, 6, 8, 9) и гидрокарбонатно-хлоридно-кальцевые (из образцов № 2, 3, 4, 4а).

В результате проведенных исследований отмечено, что на формирование инженерно-геологических свойств грунтов (сжимаемость, спойность, угол внутреннего трения, набухание и т. п.) оказывают влияние не только такие факторы, как гранулометрический состав грунтов, пористость, влажность, минеральный состав глинистой фракции или обменный комплекс, а также в значительной степени химический состав и концентрация поровых растворов.

Elżbieta MYŚLIŃSKA

CHEMICAL NATURE OF PORE SOLUTIONS IN CLAY SOILS OF VARIOUS GENESIS

Summary

The article discusses the preliminary results of the research carried on the determine chemical composition of pore waters pressed out of 15 samples taken from the Quaternary and Tertiary clay soils, using high pressure technique.

Comparing chemical composition of pore waters obtained from soils of various genesis the author distinguishes four main types of water: sulphate-magnesium water (samples Nos 13—15), hydrocarbonate-calcium water (samples Nos 1, 7, 10, 11, and 12), sulphate-calcium water (samples Nos 5, 6, 8 and 9), and hydrocarbonate-chloride-calcium water (samples Nos 2, 3, 4 and 4a).

The research has demonstrated that the engineering-geological properties of soils (compactness, cohesion, internal friction angle, swelling, a.o.) are influenced not only by such factors as granulometric composition of soils, porosity, humidity, mineral composition of clay fraction or exchange complex, but, to visible extent, also by chemical composition and concentration of pore solutions.