

Genowefa Nina KOTLIČKA

Zasolenie skał karbońskich północnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego

WSTĘP

Oddział Górnośląski Instytutu Geologicznego w Sosnowcu od 1964 r. prowadzi badania geologiczne we wschodniej części województwa lubelskiego, na obszarze położonym między Parczewem na północny a Dołhobyczowem na południu. Celem tych badań jest poznanie profilu utworów karbońskich i ich nadkładu oraz innych zagadnień geologii tego obszaru. Prace te od 1967 r. objęły wykonanie i opracowanie ponad 20 otworów wiertniczych, w kilku z nich przeprowadzono również badania hydrogeologiczne (J. Porzycki, Z. Dembowski, X. Derdzińska, A. Rózkowski, 1966; J. Porzycki, G. N. Kotlicka, 1967).

W 1967 r. rozpoczęłam badania mające na celu określenie składu kompleksu jonowo-solnego skał karbońskich północnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego, tj. obszaru od Parczewa na północy do Kumowa na południu. Badania wykonałam na próbkach pochodzących z osadów karbońskich pięciu wybranych otworów, zlokalizowanych niemal w linii prostej z północnego zachodu na południowy wschód. W otworach tych wykonano bezpośrednie badania hydrogeologiczne oraz pobrano z nich wody do analizy chemicznej (fig. 1). Zbadano 43 próbki, które litologicznie reprezentowane były przez piaskowce, mułowce i ilowce, należące do namuru i westfalu. Próbki pobrane zostały z głębokości 627÷1300 m (fig. 3, 4).

Badania wykonałam jednolitą metodą ekstrahowania skał wodą destylowaną, co pozwoliło na porównanie uzyskanych wyników, zarówno między poszczególnymi otworami badanego obszaru, jak i z wynikami analogicznych badań przeprowadzonych przeze mnie na terenie Górnego Śląska.

ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

Omawiany obszar leży na południowo-wschodnich krańcach platformy wschodnioeuropejskiej. W podłożu osadów karbońskich występują utwory staropaleozoiczne o słabym zaburzeniu i o ogólnym zapadaniu w kierunku południowo-zachodnim (J. Porzycki, G. N. Kotlicka, 1967).

Najstarsze ogniwa osadów karbońskich zaliczane do wizenu leżą tu niezgodnie i przekraczają na zerodowanej powierzchni utworów starszych. Miąższość tego ogniwa wzrasta stopniowo z północy na południe — od kilku metrów do 150 m w okolicy Kumowa i Dorohuczy oraz do 430 m w kierunku południowo-zachodnim (J. Porzycki, G. N. Kotlicka, 1967). Są to w 90% osady typowo morskie, wykształcone jako wapień organogeniczne, krystaliczne, z liczną fauną (K. Bojkowski, 1966).

Fig. 1. Mapa sytuacyjna badanego obszaru

Situation map of the area in study

1 — miejsca przeprowadzonych badań; 2 — linia przekroju; 3 — przybliżony zasięg piaskowców albskich

1 — areas of study; 2 — line of cross section; 3 — approximate extent of Albian sandstones



Na utworach wizenu leżą zgodnie osady namuru. Dolna część namuru reprezentowana jest jeszcze w dużym stopniu przez utwory pochodzenia morskiego. Są to przeważnie szare iłowce i mułowce z licznymi wkładkami i ławicami wapieni, których ilość wyraźnie maleje w górę profilu. Występuje jednak także znaczny procent utworów limnicznych. Miąższość omawianego ogniwa waha się od 80 m w części północnej (okolice Parczewa) do 160 m koło Kumowa na południu. Osady namuru górnego charakteryzują się już przewagą osadów jeziornych i rzecznych, reprezentowanych głównie przez mułowce i iłowce z ławicami piaskowców. Miąższość namuru górnego na omawianym obszarze wynosi od 120 m w części północnej do 220 m w południowej (J. Porzycki, G. N. Kotlicka, 1967). Z ławicami piaskowcowymi związane jest występowanie wód, które znajdują się tu pod znacznym ciśnieniem (fig. 2).

Osady westfalu reprezentowane są głównie przez osady klastyczne z przewagą w profilu utworów mułowcowo-iłowcowych nad piaskowcowymi. Według J. Porzyckiego (J. Porzycki, G. N. Kotlicka, 1967) obecna miąższość tych osadów nie jest pełna, gdyż uległy one częściowemu zniszczeniu w wyniku erozji działającej tu przez dłuższy czas poprzedzającej sedimentację jury. Miąższość tego ogniwa wykazuje bardzo szybką redukcję w kierunku północnym i wynosi od około 500 m na południu do 150 m na linii Parczew—Michałów—Sawin aż do całkowitego ich braku w skrajnie północnej i północno-wschodniej części omawianego obszaru. W profilu tych utworów występuje kilka warstw

wodonośnych związanych z drobnymi wkładkami i przewarstwieniami piaskowców, lecz ogólnie cały kompleks charakteryzuje się słabą wodoprzepuszczalnością i małym zawodnieniem.

Bezpośrednio na osadach karbonu (westfalu) leżą utwory jury, reprezentowane przez piaski i piaskowce doggeru o maksymalnej miąższości 40 m, których występowanie ograniczone jest jednak do skrajnie północnej i północno-zachodniej części omawianego rejonu oraz przez osady malmu występujące na całym obszarze (T. Niemczycka, 1966). Te ostatnie wykształcone są w postaci wapieni organodetrytycznych, piaskczysto-oolitowych, często rafowych z cienkimi wkładkami dolomitów, piaskowców i zlepieńców. Łączna miąższość jury wynosi od 50 m na południu do 167 m w części północno-zachodniej (okolice Brzeźnicy). Wody tu występujące związane są głównie z systemem spękań i szczelin i znajdują się pod znacznym ciśnieniem. Zasilanie tego poziomu jest dość utrudnione ze względu na znaczną głębokość jego występowania, jak i dużą odległość od wychodni tych utworów.

Osady kredy występują na całym omawianym obszarze i reprezentowane są przez kredę środkową i górną (A. Krassowska, 1966). Jest to mało urozmaicona seria kredy piaszkiej lub wapieni białych, kredopodobnych oraz margli. Odmienne wykształcenie posiadają lokalnie występujące osady albu. Reprezentowane są one przez osady piaszczyste i piaskowcowe, glaukonitowo-kwarcowe. Miąższość ich wynosi od kilku do 19 m w rejonie Parczewa. Zasięg występowania tej serii zaznaczono w przybliżeniu na fig. 1. Ogólna miąższość osadów kredy wynosi od 410 m w części północnej do 665 m w rejonie Kumowa—Dorohuczy. Cały kompleks kredy piaszkiej stanowi warstwę wodonieprzepuszczalną i izolacyjną dla osadów niżej leżących. Jedynie wspomniane wyżej piaskowce albu stanowią warstwę wodonośną, której wody znajdują się w związku hydraulicznym z niżej leżącym poziomem jurajskim. Na osadach kredy leżą w postaci izolowanych płytów osady trzeciorzędowe, wykształcone jako ropy, piaski i piaskowce niekiedy margliste, zaliczane do miocenu morskiego. Cały omawiany obszar pokryty jest osadami czwartorzędowymi o miąższości od kilku do 60 m w rejonie Parczewa. Utwory te reprezentowane są przez lessy oraz piaski różnoziarniste z wkładkami mułków i żwirków. Występujące tu wody posiadają przeważnie charakter swobodny i w wielu wypadkach stanowią źródło alimentacji dla stropowej, zwietrzałej serii utworów kredy (J. Porzycki, Z. Dembowski, X. Derdzińska, A. Rózkowski, 1966).

CHEMIZM WÓD PODZIEMNYCH

Chemizm wód podziemnych omawianego obszaru poznany został na podstawie kilkunastu analiz chemicznych wody pobranej z otworów wiertniczych oraz pewnych wskaźników uzyskanych metodami geofizycznymi.

Jak wynika z analiz chemicznych wody, ogólna mineralizacja wód podziemnych tego obszaru. Badanej głębokości około 1000 m jest stosunkowo nieduża, gdyż oscyła około 1 g/l, a jedynie w dwu przypadkach stwierdzono podwyższoną jej wartość do 3,6 g/l. Należy przy tym zwrócić uwagę, że badane wody zawierały duży procent jonów OH, co

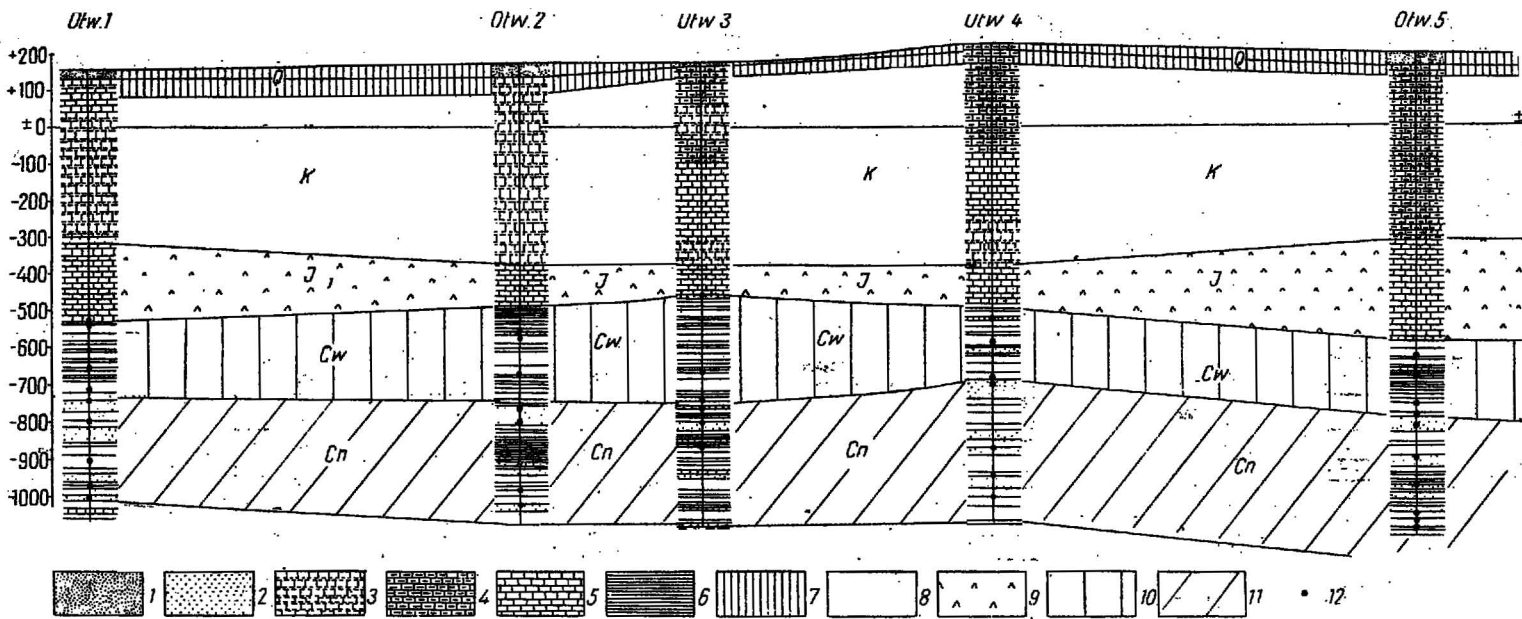


Fig. 2. Schematyczny przekrój geologiczny
Diagrammatic geological section

1 — piaski; 2 — piaskowce; 3 — kreda; 4 — margle; 5 — wapienie; 6 — łupki, mułowce i węgle; 7 — utwory przepuszczalne i wodonośne; 8 — utwory na ogół wodonioprzepuszczalne; 9 — utwory dobrze przepuszczalne i wodonośne (występowanie wody związane z systemem szczelin i spękań); 10 — utwory słabo przepuszczalne i słabo zawodnione; 11 — zawodnienie związane z występowaniem piaskowców; 12 — miejsca opróbowania; Q — czwartorzęd; K — kreda; J — jura; Cw — karbon (westfal); Cn — karbon (namur)
1 — sands; 2 — sandstones; 3 — chalk; 4 — marls; 5 — limestones; 6 — shales, siltstones and coals; 7 — permeable and water-bearing formations; 8 — generally non-permeable formations; 9 — highly permeable and water-bearing formations (occurrence of water is related to fissure and fracture system); 10 — low-permeable and feebly water-bearing formations; 11 — water content connected with sandstone occurrence; 12 — sampling site; Q — Quaternary, K — Cretaceous, J — Jurassic, Cw — Carboniferous (Westphalian), Cn — Carboniferous (Namurian)

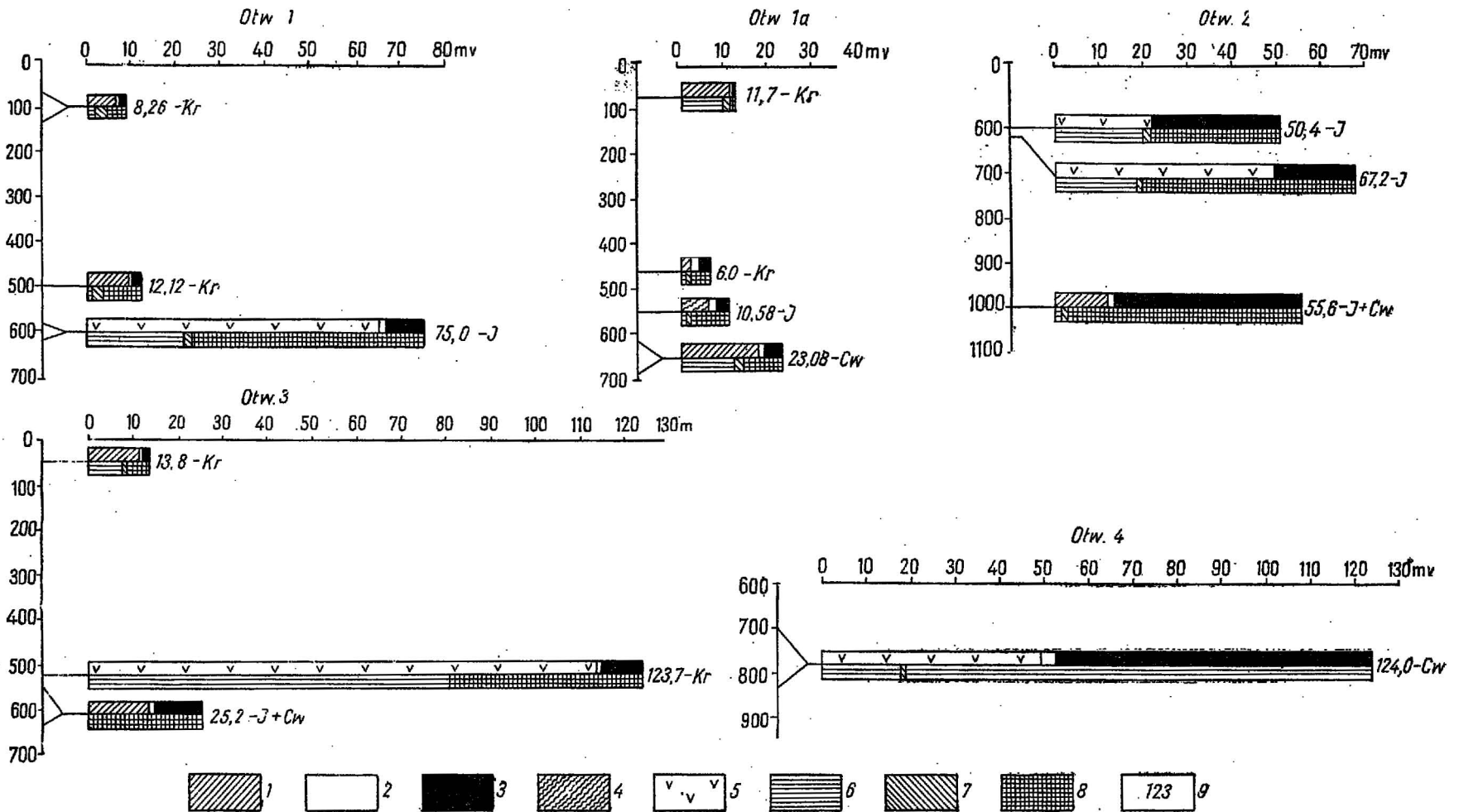


Fig. 3. Wykresy mineralizacji wód podziemnych
Diagrams of mineralization

Skład chemiczny w mv/l: 1 — HCO_3^- , 2 — SO_4^{2-} , 3 — Cl^- , 4 — CO_3^- , 5 — OH^- , 6 — Ca^{2+} , 7 — Mg^{2+} , 8 — $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, 9 — wielkość ogólnej mineralizacji w mv; Kr — kreda; J — jura; Cw — karbon (westfal)
Chemical composition in mv/l: 1 — HCO_3^- , 2 — SO_4^{2-} , 3 — Cl^- , 4 — CO_3^- , 5 — OH^- , 6 — Ca^{2+} , 7 — Mg^{2+} , 8 — $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, 9 — general mineralization in mv, Kr — Cretaceous, J — Jurassic, Cw — Carboniferous (Westphalian)

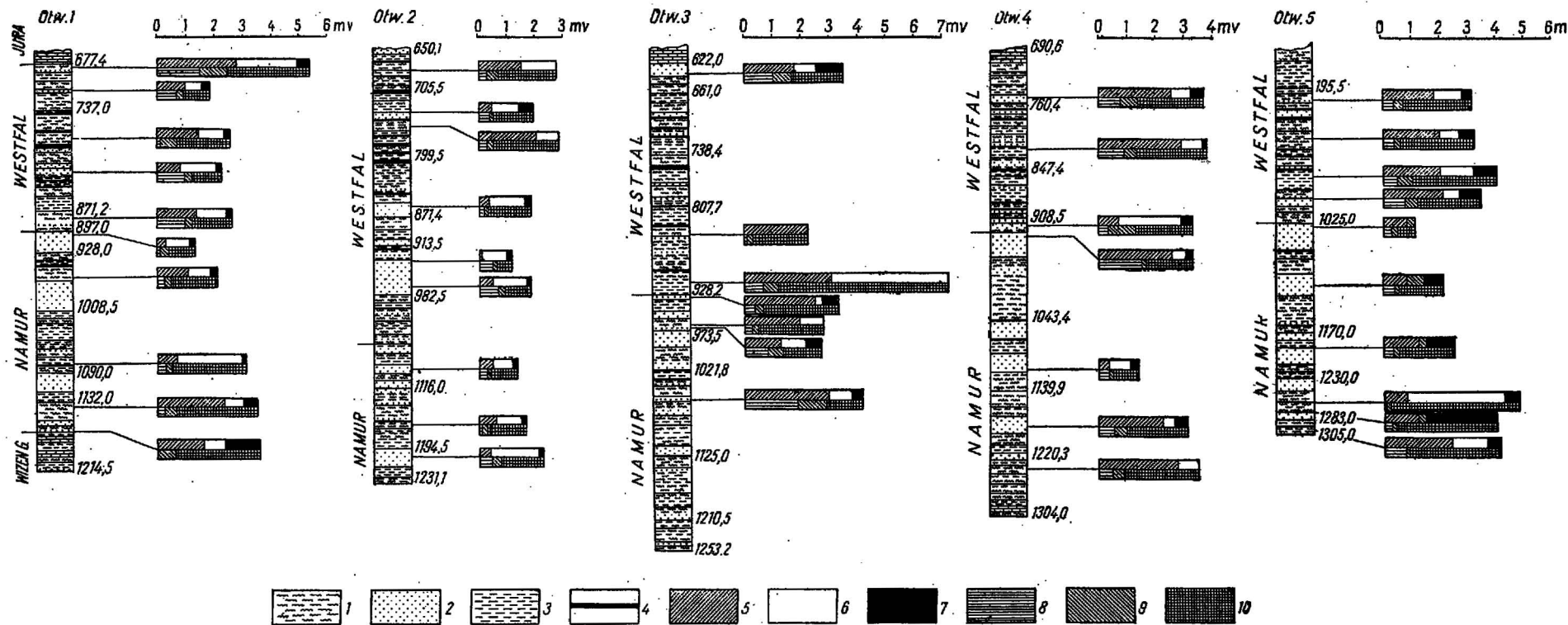


Fig. 4. Wykresy mineralizacji kompleksu jonowo-solnego osadów karbońskich
 Diagrams of mineralization of ionic-salt complex of Carboniferous deposits

1 - mułowce, 2 - piaskowce, 3 - ily i ilitupki, 4 - węgle, skład chemiczny w mv/100 g skały, 5 - HCO_3^- , 6 - SO_4^{2-} , 7 - Cl^- , 8 - Ca^{2+} , 9 - Mg^{2+} , 10 - $\text{Na}^+ + \text{K}^+$

1 - siltstones, 2 - sandstones, 3 - clays and clay shales, 4 - coals, chemical composition in mv/100 g of rock, 5 - HCO_3^- , 6 - SO_4^{2-} , 7 - Cl^- , 8 - Ca^{2+} , 9 - Mg^{2+} , 10 - $\text{Na}^+ + \text{K}^+$

przemawiałoby za tym, iż pierwotny ich skład uległ zmianom przypuszczalnie pod wpływem cementu użytego do cementacji dolnych odcinków otworów. Rozpatrując jednak uzyskane wyniki analiz można wyciągnąć ogólne wnioski, że chemizm wód z utworów poszczególnych formacji różni się zarówno składem chemicznym, jak i ogólną mineralizacją (fig. 3).

Wody z utworów kredy posiadają ogólną mineralizację około 0,5 g/l, z tym że w południowej części obszaru mogą lokalnie przekraczać tę wartość, dochodząc do 1 g/l. Skład chemiczny tych wód charakteryzuje się procentową przewagą jonów HCO_3^- nad pozostałymi anionami, a wśród kationów zaznacza się zmienność i rywalizacja w dominowaniu między jonami Ca^{2+} i $\text{Na}^+ + \text{K}^+$.

Ogólna mineralizacja wód z utworów jury jest wyższa niż wód z utworów kredy, gdyż waha się w granicach 1–2 g/l, a w składzie kationowym ustaliła się przewaga jonu sodowego nad pozostałymi.

Najsłabiej rozpoznany jest chemizm wód utworów karbońskich. Z czterech wykonanych dla tych wód analiz chemicznych dwie odnoszą się do wód mieszanych, z karbonu i jury łącznie, a tylko dwie pozostałe charakteryzują wody karbońskie, przy czym wyniki analiz są bardzo rozbieżne. Wyniki badań geofizycznych wskazują, że w większości mineralizacja wód karbońskich do głębokości 1000 m nie przekracza na ogół wartości 10 g/l, a w wielu przypadkach jest nawet niższa.

Według X. Derdzińskiej i A. Rózkowskiego (J. Porzycki, Z. Dembowski, X. Derdzińska, A. Rózkowski, 1966) szybkość wzrostu mineralizacji wraz z głębokością najwolniej przebiega w utworach kredy, a najszybciej w utworach jury. Strefa aktywnej wymiany wód podziemnych, charakteryzująca się występowaniem wód słodkich typu wodorowęglanowo-wapniowo-sodowego o mineralizacji do 1 g/l, według wymienionych wyżej autorów sięga do głębokości 500 m i obejmuje przeważnie całą serię osadów kredy. Strefa utrudnionej wymiany przekracza głębokość 1000 m i reprezentowana jest przez wody typu wodorowęglanowo-chlorkowo-wapniowo-sodowego lub chlorkowo-sodowego. Podobny pogląd wypowiadają H. Jarząbek-Gałązkowa i B. Wrotnowska (1967).

WYNIKI BADAŃ ZASOLENIA SKAŁ

Pewnym przyczynkiem do poznania geochemicznych warunków środowiska, w którym występują omawiane wody są wyniki badań zasolenia skał. Badaniami objęto w pierwszej fazie tylko utwory karbońskie z pięciu wybranych otworów wiertniczych, jako serii najsłabiej poznanej pod względem hydrochemicznym.

Z ogólnej liczby 43 przebadanych próbek — 10 próbek pochodziło z otworu nr 1, 9 próbek z otworu nr 2, po 7 próbek z otworu nr 3 i 4 i 10 próbek z otworu nr 5, 21 próbek reprezentowało utwory westfalu, a 22 próbki utwory namuru. Wśród badanych skał przeważały piaskowce, które stanowiły 60,4% ogólnej liczby badanych próbek (26 próbek piaskowców, z czego 12 próbek reprezentowało westfal, a 14 namur), następnie osady mułowcowe — 10 próbek (23,3%) oraz ilowce — 7 próbek (16,3%), z czego 4 próbki pochodziły z westfalu, a 3 z namuru.

Badania wykonano na rozdrobnionych skałach, biorąc do analizy frakcję ziarn < 1 mm (100 g) stosując metodę ekstrahowania skał wodą destylowaną w ciągu 24 godz. Metodę tę omówiono w pracach wcześniejszych (G. N. Kotlicka, 1964; S. Kotlicki, G. N. Kotlicka, 1967).

OGÓLNA MINERALIZACJA KOMPLEKSU JONOWO-SOLNEGO

Wyniki wykonanych badań wskazują, że wielkość ogólnej mineralizacji badanego kompleksu waha się w granicach $1,10 \div 7,36$ mv/100 g skały. Większość jednak przebadanych próbek (95,3%) odznaczało się mineralizacją w granicach $1 \div 4$ mv/100 g, co przedstawia poniższe zestawienie:

Ogólna mineralizacja w mv/100 g skały	Liczba próbek
poniżej 1	—
1÷2	10
2÷3	12
3÷4	14
4÷5	5
5÷6	1
6÷7	—
powyżej 7	1

Wielkość ogólnej mineralizacji kompleksu jonowo-solnego w całym badanym profilu, wyliczona jako średnia arytmetyczna oddzielnie dla każdego otworu, kształtowała się w granicach $1,94 \div 3,74$ mv/100 g skały, a przy uwzględnieniu stratygrafii badanych próbek $1,74 \div 4,38$ mv. Średnia wartość ogólnej mineralizacji w mv/100 g skały jest następująca:

Otwór	Dla całego profilu	Dla westfalu	Dla namuru
1	2,80	2,80	2,72
2	1,94	2,04	1,74
3	3,74	3,38	3,22
4	3,28	4,61	3,03
5	3,28	3,55	2,93

Jak wynika z powyższego zestawienia, większym zasoleniem odznaczają się osady westfalu niż namuru, aczkolwiek różnice nie są duże i na obecnym etapie rozpoznania nie można faktu tego uznać za pewnik. Poza tym uzyskane wyniki wykazały największe zasolenie utworów karbonu w profilu otworu 3, a najmniejsze w profilu otworu 2. Nie stwierdzono zależności kształtowania się ogólnej mineralizacji kompleksu solnego od głębokości występowania badanych próbek. Zauważono natomiast pewne różnice wielkości ogólnej mineralizacji kompleksu jonowo-solnego, wynikające z wykształcenia litologicznego badanych próbek. Najwyższym zasoleniem oznaczają się osady ilowcowe, nieco mniejszym mułowcowe, najniższym piaskowcowe.

Średnia ogólna mineralizacja w mv/100 g skały przedstawia się dla poszczególnych kompleksów następująco:

Otwór	Westfal			Namur		
	piaskowce	mułowce	iłowce	piaskowce	mułowce	iłowce
1	2,93	3,47	—	1,30	3,08	3,10
2	1,67	2,80	2,77	1,75	—	—
3	2,90	—	7,36	3,35	2,78	—
4	3,52	—	3,80	2,57	4,41	—
5	3,23	3,22	4,54	2,39	—	4,50
Średnio	2,67	3,16	4,62	2,27	3,42	3,80

Z otworu 1 przedstawiono 2 próbki piaskowców westfalu. Jedna wykazała ogólną mineralizację 1,8 mv, druga 2,26 mv/100 g skały, wobec czego przyjęto, że średnia ogólna mineralizacja kompleksu solnego tych piaskowców wynosi 2,03 mv/100 g skały. Piaskowce namuru w tym profilu, reprezentowane tylko przez 1 próbkę pochodzącą ze stropowej części tego ogniwa, wykazały niską mineralizację kompleksu solnego — 1,30 mv/100 g skały.

Z otworu 2 analizie poddano 4 próbki piaskowców westfalu i 2 namuru. W pierwszym przypadku ogólna mineralizacja kompleksu solnego wahała się w granicach 1,16÷1,86 mv/100 g, przy czym 3 próbki miały wynik bardzo zbliżony, gdyż 1,82÷1,86 mv, a tylko jedna mniejszy (1,16 mv). Średnia arytmetyczna wynosi w tym przypadku 1,67 mv/100 g skały. W piaskowcach namuru ogólna mineralizacja kompleksu solnego wynosiła 1,32÷2,26 mv, co daje średnią 1,75 mv/100 g skały.

W otworze 3 przebadano 2 próbki piaskowców westfalskich. Jedna (strop westfalu) posiadała mineralizację 3,54 mv, druga 2,26 mv. Średnia wynosi 2,90 mv/100 g skały. Namur reprezentowany był przez trzy próbki piaskowców, które charakteryzowały się mineralizacją kompleksu jonowo-solnego 2,68÷4,16 mv/100 g, co daje średnią 3,35 mv.

W otworze 4 mineralizacja kompleksu solnego wynosiła 3,72 i 3,32 mv (dla piaskowców westfalu). Średnia wynosi 3,52 mv/100 g skały. Dla piaskowców namuru (3 próbki) dwukrotnie stwierdzono zbieżne wartości ogólnej mineralizacji (3,10 i 3,24 mv), a tylko raz znacznie niższą, która wynosiła 1,38 mv/100 g skały. Średnia wartość ogólnej mineralizacji kompleksu solnego piaskowców tego ogniwa karbonu wynosi tutaj 2,57 mv/100 g skały.

Z otworu 5 pobrano dwie próbki piaskowców westfalu ze stropowej i spągowej części tego ogniwa. W obu przypadkach mineralizacja kompleksu solnego była zbliżona, gdyż wyniosła 3,10 i 3,36 mv (średnia 3,23 mv/100 g skały). Należy przy tym zaznaczyć, że badane piaskowce stanowiły wkładki w osadach mułowcowych. W osadach namuru przebadano cztery próbki piaskowca. Ogólna mineralizacja kształtowała się tu od 1,10 mv w najbardziej stropowej części tego ogniwa, następnie 2,04 mv i 2,46 mv do 3,98 mv/100 g skały w partii spągowej. Średnia arytmetyczna ogólnej mineralizacji kompleksu solnego piaskowców namuru w tym otworze wynosi 2,39 mv/100 g skały.

Jak z powyższego wynika, ogólna mineralizacja kompleksu solnego osadów piaskowcowych wykazuje dość duże wahania w poszczególnych profilach, a średnia dla wszystkich badanych piaskowców westfalskich omawianego obszaru jest nieco wyższa niż namurskich, gdyż w pierwszym przypadku wynosi 2,67 mv, w drugim natomiast 2,27 mv/100 g skały.

Podobnie przeprowadzona analiza wyników zasolenia osadów mułowcowych wykazała, że zarówno w osadach westfalu, jak i namuru charakteryzują się one wyższą mineralizacją kompleksu solnego niż osady piaskowcowe. Najwyższą jednak mineralizację kompleksu solnego wykazały osady iłowcowe.

SKŁAD CHEMICZNY KOMPLEKSU JONOWO-SOLNEGO

Skład chemiczny badanego kompleksu solnego rozpatrywany był pod kątem występowania sześciu podstawowych jonów: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} i $\text{Na}^+ + \text{K}^+$.

Rozpatrując procentowe występowanie poszczególnych jonów zauważa się wyraźną przewagę jonu HCO_3^- i $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ nad pozostałymi składnikami (fig. 4). W składzie anionowym widać, że na 43 wykonane analizy w 29 przypadkach dominuje jon HCO_3^- , zajmując w 25 przypadkach ponad 50% ogólnej sumy anionów (50—77%), a w czterech analizach nieco poniżej 50%. Drugie miejsce zajmuje jon SO_4^{2-} . Najstąbiej reprezentowany jest jon Cl^- , gdyż jedynie w jednym przypadku stwierdzono większą jego zawartość, stanowiącą 62% ogólnej sumy anionów (otwór 5, analiza 9). W sześciu przypadkach stwierdzono całkowity jego brak lub tylko ślady jego występowania.

Jak z powyższego wynika, charakterystycznym typem anionowym dla badanego kompleksu jonowo-solnego jest typ wodorowęglanowo-siarczanowy przy minimalnej ilości jonu chlorkowego. Dalsza analiza składu anionowego wydaje się wskazywać, że podwyższona zawartość jonu siarczanowego cechuje utwory piaskowcowe. Na 26 próbek piaskowców karbońskich w 12 stwierdzono procentową przewagę jonu siarczanowego, z 1 — jonu chlorkowego, a w 13 — przewagę jonu wodorowęglanowego, z czego w dwóch analizach procentowa różnica między jonem wodorowęglanowym a siarczanowym była niezbyt duża — 13 i 8 mv.

Bardzo ustabilizowany skład anionowy wykazuje kompleks jonowo-solny osadów mułowcowych. We wszystkich badanych próbkach tych osadów zdecydowaną przewagę posiada jon HCO_3^- , zajmując w każdej próbce ponad 50% ogólnej sumy anionów. Drugie miejsce zajmuje jon siarczanowy, stanowiąc 20÷40% ogólnej sumy anionów.

Mała ilość przebadanych skał iłowcowych (7 próbek) nie pozwala na wyciągnięcie nawet najbardziej ogólnych wniosków tym bardziej, że wyniki analiz chemicznych są dość rozbieżne. W trzech wypadkach stwierdzono wśród anionów przewagę jonu siarczanowego, a w czterech wodorowęglanowego. W każdym procentowa zawartość dominującego jonu wynosiła ponad 50%.

Skład kationowy jest zdecydowanie bardziej ustabilizowany niż anionowy. Na 43 wykonane analizy w 41 przypadkach zaznaczyła się wyraźna przewaga jonów $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ nad pozostałymi składnikami, z czego w 38 analizach jony te stanowiły ponad 50% (50÷96%) ogólnej sumy kationów. W trzech pozostałych stanowiły nieco poniżej 50%. W otworze 1: próbka 1 — 39,8%, próbka 4 — 46% oraz w otworze 2 próbka 5 — 48,3%.

W dwóch analizach (otwór 3 — analiza 7 i otwór 4 — analiza 4) na pierwszym miejscu wśród kationów uplasował się jon Ca^{2+} . Przeważnie jednak zajmuje on pod względem procentowym drugie miejsce (w 30 ana-

lizach). Trzecie miejsce pod względem procentowej zawartości zajmuje jon magnezu.

W tej sytuacji charakterystyczny typ chemiczny kompleksu jonowo-solnego przebadanych skał karbońskich omawianego rejonu stanowi typ wodorowęglanowo-siarczanowo-sodowo-wapniowy, przy minimalnej zawartości jonów Cl^- i Mg^{2+} .

WSTĘPNE PORÓWNANIE WYNIKÓW WYKONANYCH BADAŃ OBSZARU LUBELSKIEGO I GÓRNOŚLĄSKIEGO

Dla wyżej omówionych wyników badań zasolenia skał karbońskich północnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego brak materiału porównawczego, gdyż są to, jak już powiedziano na wstępie, pierwsze tego rodzaju badania na tym terenie. Badania takie są jednak prowadzone już od kilku lat na obszarze Górnego Śląska. Dla zobrazowania ogólnego charakteru kompleksu jonowo-solnego utworów karbońskich rejonu lubelskiego przeprowadzono więc analizę porównawczą wyników badań z obu wyżej wymienionych obszarów.

Na obszarze Górnego Śląska przebadano między innymi pełny profil utworów karbońskich w południowej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (rejon Brzeszcz). Badaniami objęto 141 próbek (z głębokości 105÷1260 m) reprezentujących warstwy łaziskie, orzeskie, rudzkie, siodłowe i brzeżne (G. N. Kotlicka, praca w przygotowaniu do druku). Wielkość ogólnej mineralizacji występującego tu kompleksu solnego wynosiła 0,97÷36,34 mv/100 g. Największą ogólną mineralizację stwierdzono na głębokości 800÷900 m; średnia arytmetyczna dla tego interwału wynosi 30,9 mv/100 g skały.

W innym z przebadanych profili utworów karbońskich, zlokalizowanym także w południowej części GZW (G. N. Kotlicka, 1964) stwierdzono, że wielkość ogólnej mineralizacji kompleksu jonowo-solnego utworów karbońskich z głębokości 100÷900 m waha się od 1,3 do 10,3 mv/100 g skały, a poniżej dochodziła nawet do 20 mv/100 g skały.

Porównując przytoczone wyżej wartości zasolenia skał karbońskich obszaru górnośląskiego i lubelskiego, gdzie maksymalne wartości osiągają 7,3 mv/100 g skały, można wyciągnąć ogólne wnioski, że zasolenie skał karbońskich północnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego jest niewielkie. Przy porównywaniu wyników badań obu obszarów zaznacza się również istotna różnica zasolenia skał w zależności od litologii. Na obszarze Górnego Śląska stwierdzono w wielu wypadkach wyższe zasolenie osadów piaszczystych niż mułowcowych i iłowcowych. Np. w rejonie Brzeszcz najwyższą mineralizację kompleksu jonowo-solnego stwierdzono w piaszczystych warstwach orzeskich na głębokości 862÷865 m — 36,3 mv/100 g skały. Ogólna mineralizacja (wyliczona jako średnia arytmetyczna) kompleksu solnego wszystkich piaszczystych występujących w omawianym profilu wynosiła 10,8 mv, podczas gdy iłowców i mułowców tylko 4,5 mv/100 g skały. W rejonie lubelskim natomiast osady piaszczyste charakteryzują się mniejszym zasoleniem niż osady mułowcowe czy iłowcowe.

Porównując skład chemiczny kompleksu jonowo-solnego obu obszarów widać, że w rejonie lubelskim przeważa typ wodorowęglanowo-siarczanowo-sodowo-wapniowy z nieznaczną zawartością jonów Cl^- i Mg^{2+} ,

podczas gdy na Górnym Śląsku można stwierdzić, stosując pewne uogólnienie, przewagę typu chlorkowo-sodowego.

Przeprowadzona wyżej próba porównania zasolenia skał karbońskich rejonu lubelskiego i górnośląskiego, aczkolwiek oparta na niewielkiej ilości materiałów, wydaje się jednak wykazywać istnienie dość wyraźnych różnic między tymi obszarami.

WNIOSKI

Reasumując wyniki badań zasolenia skał karbońskich w północnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego można stwierdzić:

1. Wielkość ogólnej mineralizacji kompleksu jonowo-solnego badanych skał jest nieduża, gdyż na głębokości 627÷1300 m waha się w granicach 1,10÷7,36 mv/100 g skały, podczas gdy na terenie Górnego Śląska na tej głębokości osiąga nawet ponad 30 mv/100 g skały.

2. Większy stopień zasolenia wykazują skały ilowcowe i mułowcowe, mniejszy natomiast piaskowcowe. Na terenie GZW stwierdzono w wielu przypadkach odwrotną sytuację, tzn. większe zasolenie piaskowców.

3. Skład chemiczny kompleksu jonowo-solnego przebadanych skał charakteryzuje się przewagą typu $\text{HCO}_3^- (\text{SO}_4^{2-}) - \text{Na}^+ (\text{Ca}^{2+})$, w mniejszej ilości występuje typ $\text{SO}_4^{2-} (\text{HCO}_3^-) - \text{Na}^+ (\text{Ca}^{2+})$. Ten ostatni stwierdzono dla kompleksu solnego skał piaskowcowych, w żadnym przypadku mułowcowych. Skały ilowcowe oznaczały się zarówno jednym, jak i drugim typem chemicznym kompleksu jonowo-solnego. W kompleksie solnym wszystkich przebadanych próbek zaznaczała się mała zawartość jonu chlorkowego, podczas gdy na terenie Górnego Śląska dominowanie tego jonu w kompleksie solnym skał karbońskich z tej samej głębokości jest wyraźne.

Badania mineralizacji kompleksu jonowo-solnego osadów karbońskich w rejonie lubelskim zostały dopiero rozpoczęte, a uzyskane wyniki stanowią pierwszy krok do poznania tego zagadnienia. Dalsze badania winny wyjaśnić wiele z poczynionych spostrzeżeń, jak również wykazać związek i wpływ kompleksu jonowo-solnego na chemizm wód podziemnych występujących w tym środowisku. Uzyskane dotychczas wyniki badań stanowią materiał porównawczy i wyjściowy do dalszych tego rodzaju badań na tym terenie.

Oddział Górnośląski
Instytutu Geologicznego
Sosnowiec, ul. Białego 5
Nadesłano dnia 23 lutego 1968 r.

PIŚMIENNICTWO

- BOJKOWSKI K. (1966) — Charakterystyka faunistyczna osadów karbonu lubelskiego. Pr. Inst. Geol., 44, p. 55—79. Warszawa.
- JARZĄBEK-GAŁĄZKOWA H., WROTNOWSKA B. (1967) — Strefowość hydroche-

- miczna wschodniej części Niżu Polskiego. *Prz. geol.*, 15, p. 563—587, nr 12. Warszawa.
- KOTLIĆKA G. N. (1964) — Określenie zasolenia skał na podstawie ekstraktów wodnych. *Arch. Inst. Geol. (maszynopis)*. Warszawa.
- KOTLIĆKI S., KOTLIĆKA G. N. (1967) — Wyniki badań kompleksu jonowo-solnego skał z profilu otworu Słomniki. *Prz. geol.*, 15, p. 360—363, nr 8. Warszawa.
- KOTLIĆKA G. N. (w przygotowaniu do druku) — Mineralizacja kompleksu jonowo-solnego utworów karbońskich w rejonie Brzeszcz na Górnym Śląsku.
- KRASSOWSKA A. (1966) — Zestawienie profili kredowych na Lubelszczyźnie. *Arch. Inst. Geol. (maszynopis)*. Warszawa.
- NIEMCZYCKA T. (1966) — Zestawienie profili jurajskich na Lubelszczyźnie. *Arch. Inst. Geol. (maszynopis)*. Warszawa.
- PORZYCKI J., DEMBOWSKI Z., DERDZIŃSKA X., RÓŻKOWSKI A. (1966) — Wyniki prac geologiczno-poszukiwawczych w Lubelskim Zagłębiu Węglowym — Praca zbiorowa. *Arch. Inst. Geol. (maszynopis)*. Warszawa.
- PORZYCKI J., KOTLIĆKA G. N. (1967) — Zarys budowy geologicznej i prognostyczne zasoby węgla północnej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego. *Arch. Inst. Geol. (maszynopis)*. Warszawa.

Геновефа Нина КОТЛИЦКА

ЗАСОЛЕНИЕ ПОРОД КАРБОНА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЛЮБЛИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Резюме

В статье представлены результаты исследований засоления отложений карбона Люблинского района между Парчевом на севере и Хелмом Любelsким на юге. Это первые результаты исследований, начатых на этой территории в 1967 г. Исследования проведены на 43 образцах пород карбона из пяти выбранных разрезов (фиг. 3). Исследованными образцами являлись песчаники (26 образцов), алевролитовые породы (10 образцов) и аргиллитовые породы (7 образцов), относящиеся к вестфалу и намюру. Образцы были отобраны с глубины 627—1300 м. Исследования выполнялись методом экстрагирования пород дистиллированной водой.

Исследованные породы карбона залегают на срезанном плоском стратопалеозойском фундаменте и перекрыты серией юрских, меловых, третичных и четвертичных отложений, суммарная мощность которых достигает нескольких сот метров (Ю. Пожицки, 1967). В геологическом разрезе этого района выделяются водоносные горизонты четвертичных отложений (локально они связаны с кровельной, выветренной серией меловых отложений) и в трещиноватых известняках юры (фиг. 3). Меловые отложения представляют собой водонепроницаемую серию мощностью в несколько сотен метров. Верхний отдел карбона (вестфаль) является слабо обводненным. Наличие воды связано здесь с небольшим количеством мелких пропластков песчаника. Отложения намюра характеризуются большим содержанием песка и потому здесь и содержание воды большое.

Подземные воды до глубины около 500 м имеют минерализацию до 1 г/л типа HCO_3^- (SO_4^{2-})— Ca^{2+} (Na^+). Это зона активного водообмена. Зона затруднённого водообмена предположительно превосходящая 1000 м представлена водами типа HCO_3^- (Cl^-)— Ca^{2+} (Na^+).

Исследования ионово-соляного комплекса пород карбона показали, что общая его минерализация колеблется в границах 1,10—4,36 мг/100 г породы. Не наблюдалось увеличения общей минерализации с глубиной. В то же время отмечена разница в засолении пород в зависимости от их литологии. Самая низкая общая минерализация относится к ионово-соляному комплексу песчаных пород, а самая высокая к аргиллитовым породам (таб. 3).

В химическом составе исследуемого соляного комплекса отмечено непостоянство катионов, состоящее в процентном преимуществе ионов HCO_3^- или SO_4^{2-} над остальными. Количественный перевес иона HCO_3^- определённо имеет место в алевроитовых породах. В песчанниках и аргиллитах происходит изменение и перевес иона HCO_3^- или SO_4^{2-} . Ион Cl^- содержится здесь в небольшом количестве. Состав катионов в то же время является стабилизированным. Во всех исследованных образцах перевес на стороне ионов $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, на втором месте $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ составляет небольшой процент от общей суммы катионов (фиг. 4).

Автор сравнивает результаты исследований с результатами аналогичных исследований, произведённых ранее для верхнесилезской территории (Г. Н. Котлица, 1966). Как следует из произведённого сравнения, засоление карбонатовых пород Люблинского района меньше, чем верхнесилезского района — в то время как в люблинском районе оно равно 7,36 мг, в районе Верхней Силезии оно превышает 30 мг/100 г породы. Кроме того в химическом составе соляного комплекса люблинского района доминирует тип HCO_3^- (SO_4^{2-})— Na^+ (Ca^{2+}), а в районе Верхней Силезии Cl^- — Na^+ .

Genowefa Nina KOTLICKA

SALT CONTENTS IN CARBONIFEROUS ROCKS OF THE NORTHERN PART OF THE LUBLIN COAL BASIN

Summary

The article presents the results of studies on the salt contents in the Carboniferous rocks of the Lublin region, between Parzew in the north, and Cheim Lubelski in the south. These are the first results of the research works begun in the area here considered in 1967. Examinations were made of 43 samples of the Carboniferous rocks along 5 selected sections (Fig. 1, Fig. 3). The samples represented sandstone deposits (26 samples), siltstone deposits (10 samples), and claystone deposits (7 samples), Westphalian and Namurian in age. The samples were taken at a depth from 627 to 1300 metres. The examinations were made by means of rock extraction using distilled water.

The formations in study rest on a flat, Old-Palaeozoic substratum, and are overlain with a series of Jurassic, Cretaceous, Tertiary and Quaternary deposits, several hundred metres in thickness (J. Porzyki, 1967). The series of this area are characterized by the following water-bearing horizons: 1 — in the Quaternary formations (a horizon locally connected with the top weathered series of the Cretaceous formations), and 2 — in the Jurassic fissured limestones (Fig. 3). The Cretaceous deposits make here an impermeable rock series, several hundred

metres in thickness. The upper member of the Carboniferous (Westphalian) is characterized by a low water content. Here, the occurrence of water is related to some thin sandstone intercalations. The Namurian deposits reveal a greater sand content, and in consequence of this, the water content in this series is also greater.

Down to a depth of about 500 metres, ground waters are mineralized as much as 1 g/l (type of mineralization: HCO_3^- (SO_4^{2-}) — Ca^{2+} (Na^+). This is a zone of the active exchange of waters. The zone of a low exchange of waters, that probably rests below 1000 metres, is represented by waters of HCO_3^- (Cl^-) — Ca^{2+} (Na^+) type.

The researches on the ion-salt complex of the Carboniferous rocks have demonstrated that general mineralization ranges here from 1.10 to 7.36 mv/100 g of rock. Any increase in the general mineralization with the depth has not been observed. On the other hand, some differences have been noted as concerns salt content in rocks, depending upon their lithology. The lowest general mineralization has been found to occur in the ion-salt complex of a sandstone series, and the highest one - in the ion-salt complex of a claystone series (Table 3).

The chemical composition of the complex in study is characterized by a change in cations, which consists in a percentage predominance of the ions HCO_3^- or SO_4^{2-} over the other ones. The predominance of the ion HCO_3^- appears distinctly in the siltstone deposits. In the sandstones and claystones, the situation changes, and either ion HCO_3^- or ion SO_4^{2-} prevail. Ion Cl^- occurs here in a small quantity. On the other hand, the cation composition is fairly stable. Ion $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ prevails in all the samples examined, the ion Ca^{2+} being at the second place. Ion Mg^{2+} appears in a small amount, as compared with the total sum of the cations (Fig. 4).

The author compares the results of the studies with those on analogous researches made in the earlier period within the Upper Silesian area (G. N. Kotlicka, 1966). It results from the comparison that the salt content of the Carboniferous rocks in the Lublin region is lower than that of the Upper Silesian area, since, in the Lublin region, it amounts to 7.36 mv, and in the Upper Silesian area — more than 30 mv/100 g of rock. Moreover, the chemical composition of the salt complex in the Lublin region is characterized by the predominance of the type HCO_3^- (SO_4^{2-}) — Na^+ (Ca^{2+}) and in the Upper Silesia area — by the predominance of the type Cl^- — Na^+ .