

Irina SAPUŁA

Gazy w wodach utworów dewonu i karbonu na obszarze lubelskim

Przedstawiono skład gazowy wód poziomów zbiornikowych dewonu i karbonu obszaru lubelskiego. Skład chemiczny tych gazów jest jednym z najpewniejszych wskaźników przy poszukiwaniach węglowodorów. Na podstawie przeważającego składnika gazowego, budowy geologicznej oraz warunków hydrogeologicznych i hydrodynamicznych wydzielono szereg stref perspektywicznych dla poszukiwań nagromadzeń węglowodorów.

WSTĘP

Obszar lubelski, leżący w peryferyjnej części prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej, od dawna budził zainteresowania geologów zarówno ze względu na ciekawą i skomplikowaną budowę geologiczną, jak i perspektywy odkrycia złóż węglowodorów. W ocenie perspektywiczności tego obszaru zadecydowało zakończenie badań I etapu rozpoznania budowy geologicznej Nizżu Polskiego. Opinię w tej sprawie wyraził S. Depowski i W. Pożaryski w 1962 r. (A.M. Żelichowski, 1969) w oparciu o kompleksowe badania geologiczne i geofizyczne.

W połowie lat sześćdziesiątych rozpoczęto w Instytucie Geologicznym badania chemiczne gazów rozpuszczonych w wodach podziemnych. Jednym z ważnych elementów prac poszukiwawczych ropy i gazu zarówno w stadium badań regionalnych, jak i w fazie szczegółowego rozpoznania są badania hydrochemiczne. Ostatnie dziesięciolecie stało się okresem dynamicznego rozwoju prac geochemicznych, hydrogeologicznych i hydrochemicznych i coraz szerszego zastosowania tych metod dla poszukiwań złóż węglowodorów w różnych krajach, w tym i w Polsce. Liczne badania hydrochemiczne prowadzone w ZSRR, a w szczególności badania składu gazowego wód podziemnych wykorzystane jako wskaźnik perspektywiczności przy poszukiwaniach złóż ropy i gazu (L.M. Zorkin i in., 1964; W.A. Krotowa, 1967, 1969; W.F. Jerofiejew, 1969; G.M. Suchariew, 1974), pozwoliły określić grupę wskaźników pośrednich oraz szereg lokalnych bezpośrednich wskaźników perspektywiczności obszarów pod względem ich ropo- i gazonośności.

Do grupy pośrednich wskaźników ropo- i gazonośności należą:

– zwiększona zawartość metanu w stosunku do tła, a w gazach azotowo-metanowych duża zawartość azotu bezargonowego i wyższych węglowodorów w szeregu ciągłym; wzrost zawartości wyższych homologów metanu w kierunku struktur lokalnych jest pozytywnym wskaźnikiem, szczególnie roponośności; w wodach kontaktujących ze złożami gazu może brakować węglowodorów wyższych albo zawartość ich może być niewielka;

– anomalna na ogólnym tle wysokość wskaźnika węgłębnej wymiany wód (He/Ar), świadcząca o dobrym uszczelnieniu badanej struktury.

Najbardziej pewnymi, lokalnymi, bezpośrednimi wskaźnikami hydrochemicznymi ropo- i gazonośności są:

– podwyższona zawartość węglowodorów wyższych (w przypadku obecności złóż ropy) w stosunku do najbliższego tła gazów rozpuszczonych;

– obecność gazowych aureoli i anomalii wyróżniających się na tle ogólnym;

– niekiedy obecność w gazach siarkowodoru i dwutlenku węgla przy braku tlenu.

Pod względem składu gazów rozpuszczonych w wodach podziemnych baseny ropo- i gazonośne charakteryzują się przewagą gazów metanowych, metanowo-azotowych i azotowo-metanowych nad gazami azotowymi.

Brak gazów węglowodorowych w składzie gazów rozpuszczonych, stanowiących tło regionalne strefy utrudnionej wymiany wód, podwyższona zawartość azotu bezargonowego oraz nagromadzenia gazów azotowych w stanie wolnym mogą świadczyć o ropo- i gazonośności poniżej strefy bardzo utrudnionej wymiany wód. W zapadlisku dniewprowsko-donieckim i w rejonie Permu stwierdzono niejednokrotnie złoża związane ze strukturami, których tło stanowią gazy azotowe (W.A. Krotowa, 1969).

Dla scharakteryzowania gazów rozpuszczonych w wodach utworów dewonu i karbonu Lubelszczyzny wykorzystano analizy¹ próbek wód pobranych z otworów Instytutu Geologicznego. Metodyka pobrania próbek pozwala jedynie określić skład gazu, nie umożliwiając jednak określenia jego sprężystości. Wskaźnik sprężystości jest bowiem najbardziej bezpośrednim potwierdzeniem zbliżania się do struktur ropo- i gazonośnych, o ile zaznacza się anomalny, ukierunkowany jego wzrost. Jak zauważa W.A. Krotowa (1969), wskaźnik ten nie zawsze jest miarodajny. Można według niego określić perspektywiczność pod warunkiem nagromadzenia się węglowodorów w określonych kompleksach wodonośnych. Zdarza się często, że powstawanie złóż wiąże się z pionową migracją węglowodorów wzdłuż spękań lub uskoków, a więc z przemieszczeniem się ich z dołu ku górze, w obce dla nich środowisko. W tym przypadku (jak stwierdzono w zapadlisku dniewprowsko-donieckim) sprężystość gazów nie zwiększa się w kierunku złoża, a gazy mogą się zasadniczo różnić od tła zarówno składem, jak i nasyceniem. Tak więc rejonu perspektywiczne wydzielono głównie na podstawie składu gazowego wód.

ROZPRZESTRZENIENIE I SKŁAD GAZÓW ROZPUSZCZONYCH W WODACH DEWONU I KARBONU OBSZARU LUBELSKIEGO

Na obszarze lubelskim za perspektywiczne uważa się utwory kambru, dewonu i karbonu (A.M. Żelichowski, 1969; Ocena prognoz gazo- i roponośności Polski,

¹ Analizy wykonano w Pracowni Badań Bituminów Zdyspergowanych i Kerogenu.

1974). Największe nadzieje odkrycia złóż ropy i gazu wiążą się z południowo-wschodnią oraz centralną częścią Lubelszczyzny, a mianowicie z tzw. rowem mazowiecko-lubelsko-dniestrzańskim, w obrębie którego A.M. Żelichowski wydziela wał Lublina.

Dewon jest najlepiej zbadany w południowo-wschodniej części rowu, skąd pobrano i przeanalizowano najwięcej próbek wód. Oprócz składu gazów rozpuszczonych badano skład gazu wolnego w poszczególnych horyzontach. W sumie wykonano 108 analiz płuczek, gazów wolnych i wód (solanek) pobranych z 35 otworów wiertniczych.

Z utworów dewonu dolnego za perspektywiczną dla poszukiwań złóż gazu ziemnego uważana jest seria old redu. Wody z tych osadów zbadano w 6 otworach, przy czym przyływy były bardzo niewielkie (sączenie solanki), a tylko w strefie brzeżnej (Białobrzegi IG 1) uzyskano przyływ solanki chlorkowo-wapniowej w ilości 0,2 m³/h, o mineralizacji 163 g/l. Wykonano także 3 analiz gazów wolnych i 5 analiz płuczek wiertniczych. We wszystkich próbkach stwierdzono obecność metanu i wielu węglowodorów wyższych w szeregu ciągłym do C₅H₁₂, a w dwóch próbkach do C₆H₁₄. Największą zawartość metanu i węglowodorów wyższych wykazują próbki gazu wolnego. W gazie rozpuszczonym w solankach maksymalna zawartość węglowodorów wyższych wynosi 3,32% (Korczmin IG 1), przy czym w analizie tej najwyższą zawartość wykazuje metan – 50,58%. Zawartość tego składnika w wodach utworów dewonu dolnego waha się od ilości śladowych do 50,58%. Większość próbek wykazuje obecność helu od ilości śladowych do 0,58% (Zakrzew IG 2). Azot jest przeważającym składnikiem w większości analiz. W próbkach z otworów Białobrzegi IG 1 i Zakrzew IG 2 zaznacza się dość duża zawartość wodoru, która wynosi odpowiednio 34,2% i 16,52%. Wszystkie analizy wykazują brak siarkowodoru i obecność CO₂.

Z pogranicza dewonu dolnego i środkowego pobrano z 5 otworów 11 próbek, w tym 1 próbkę wody, 2 próbki płuczki wiertniczej i pozostałe – gazu wolnego. W składzie gazu przeważa metan, przy czym tylko w jednej analizie (Terebin IG 4) zaznacza się jego śladowa ilość, a w jedynej próbce wody metan stanowi 12,9%, przy niewielkiej zawartości węglowodorów wyższych (0,41%). Zawartość tych ostatnich (do C₅H₁₂) w gazie wolnym waha się w granicach 0,64–10,62%. Azot jest obecny we wszystkich próbkach (2,16–83,24%), a siarkowodoru całkowicie brak. W kilku analizach stwierdzono obecność gazów szlachetnych: argon (0,004–0,39%) i hel (ślady do 0,9%). Większość próbek wykazuje też obecność dwutlenku węgla (0,09–19,28%).

Z utworów dewonu środkowego, uważanego za gazonośny, pobrano z 15 otworów 36 próbek, w tym 16 – wód (tab. 1), 5 – płuczki i 15 – gazu wolnego. We wszystkich próbkach stwierdzono obecność metanu i węglowodorów wyższych w szeregu ciągłym w większości analiz do C₄H₁₀, w kilku – do C₅H₁₂ i w jednej – do C₆H₁₄. Zawartość metanu rozpuszczonego w wodach waha się w granicach od 0,002 (Niesiołowice IG 1) do 39,27% (Korczmin IG 1), przy czym w przeważającej liczbie próbek wynosi kilkanaście procent. W gazie rozpuszczonym w wodach suma węglowodorów wyższych stanowi dziesiąte i setne części procenta, a maksymalna ich zawartość wynosi 6,4% (Gielczew IG 1). W gazie wolnym w większości analiz przeważa metan (maksymalnie 97,87%). Suma węglowodorów wyższych stanowi przeciętnie kilka procent, maksymalnie 9,08% (Rachanie IG 1).

We wszystkich próbkach stwierdzono azot; jego minimalna zawartość zaznacza się w składzie gazu wolnego (kilka i kilkanaście procent), a maksymalna – w składzie gazu rozpuszczonego w wodach (24,03–99,07%). Również we wszystkich próbkach, z wyjątkiem dwóch próbek z otworu Terebin IG 4, występuje dwutlenek węgla (0,03–55,86%). W większości próbek w składzie gazów obecny jest wodór

(ślady do 4,34%) oraz z gazów szlachetnych hel (ślady do 0,52%) i argon (0,003–9,40%).

Z pogranicza dewonu środkowego i górnego pobrano z 4 otworów 5 próbek, w tym 2 próbki wody (tab. 1), 2 – płuczki i 1 próbkę gazu wolnego. W składzie gazu zarówno rozpuszczonego, jak i wolnego wszystkie analizy wykazały obecność metanu (0,8–18,4%), węglowodorów wyższych (0,02–1,5%) oraz azotu (54,2–96,47%). Dwutlenek węgla i wodór występują również w większości próbek, przy czym w niewielkich ilościach (CO_2 maksymalnie 32,84%). W próbce z otworu Gielczew IG 1 w składzie gazu rozpuszczonego w wodzie stwierdzono bardzo dużą zawartość helu (2,58%); argon wystąpił tylko w dwóch analizach.

Największą liczbę analiz wykonano dla poziomów zbiornikowych dewonu górnego. Ze skał węglanowych famenu i franu pobrano 42 próbki z 19 otworów (tab. 1); w wielu otworach otrzymano słabe przypiływy ropy naftowej i obserwowano liczne ślady bituminów. Przeanalizowano 19 próbek solanki, 15 – gazu wolnego i 7 – płuczki. W składzie gazu w wodach (tab. 1) stwierdzono w kilku próbkach dość znaczną zawartość metanu (do 60,43%, Świdnik IG 1), a w większości analiz brak lub niewielką zawartość węglowodorów wyższych. Najwyższą zawartość tych składników obserwuje się w gazach wolnych (CH_4 9,4–94,86% i C_2-C_n 0,14–44,38%). We wszystkich próbkach stwierdzono azot, przy czym najczęściej w wodach (3,25–95,90%). W większości analiz występuje dwutlenek węgla, którego zawartość w kilku analizach wód jest dość wysoka (96,65% – Opole Lubelskie; 96,96% – Terebin IG 1; 99,24% – Tomaszów Lubelski IG 1). Tylko w jednej analizie gazu w wodzie (Korczmin IG 3) stwierdzono dużą zawartość siarkowodoru (28,55%). Gazy szlachetne występują w wielu próbkach: hel od ilości śladowych do 0,59% i argon do 1,8% (tab. 1).

Poziomy perspektywiczne karbonu dolnego oraz pogranicza dolnego i górnego przebadano pod względem składu gazu w 14 otworach, skąd pobrano 23 próbki, w tym 11 próbek wody, 2 próbki gazu wolnego i 10 próbek płuczki wiertniczej. Wszystkie analizy wykazały obecność metanu i węglowodorów wyższych (z wyjątkiem próbki z otworu Terebin IG 2 z pogranicza dewonu górnego i karbonu). W gazach rozpuszczonych w wodach metan stanowi dość znaczną część (2,31–42,83%), przy niedużym udziale węglowodorów wyższych (0,08–4,87%), występujących we wszystkich analizach w szeregu ciągłym w większości do C_4H_{10} , a w kilku analizach do C_5H_{12} . Powszechnie występuje azot, osiągając duże zawartości w gazach rozpuszczonych w wodzie (49,36–92,69%). Wszystkie analizy wykazują też obecność dwutlenku węgla, brak H_2S , a gazy szlachetne także występują nie zawsze i w większości próbek udział ich jest niewielki (hel – setne części procenta, argon 0,06–2,05%).

Z utworów karbonu górnego z 22 otworów pobrano 39 próbek, w tym 23 próbki wody, 7 próbek gazu wolnego i 9 – płuczki wiertniczej. Wszystkie analizy wykazały obecność metanu, a większość węglowodorów wyższych. W gazie rozpuszczonym w wodzie (tab. 1) metan stanowi od kilku do kilkunastu procent. Udział węglowodorów wyższych jest nieznaczny (0,002–1,06%). Azot w większości stanowi przeważający składnik gazu. Dwutlenek węgla występuje we wszystkich przebadanych gazach, osiągając maksymalne wartości w wodach (49,13%). Brak jest siarkowodoru, a udział wodoru w większości próbek nie przekracza kilku procent. Przeważająca liczba analiz wykazuje obecność argonu (0,03–4,3%), a część próbek niewielkie ilości helu (maksymalnie 0,49% – Wilga IG 1).

Pośrednim wskaźnikiem oceny perspektywiczności dużych obszarów oraz określenia braku lub istnienia złóż węglowodorów i oznaczenia typu złoża w dal-

szych etapach prac rozpoznawczych jest skład gazowy wód podziemnych oraz stosunki: azotowo-węglowodorowy, azotowo-metanowy i metanowo-węglowodorowy.

Wydzielenie stref różnego typu wód według ich składu gazowego oparto na zasadach teoretycznych ujętych w opracowaniach W.A. Krotowej (1969) oraz S. Depowskiego (1973) i omawianych przez autorkę w 1974 r. w opracowaniach archiwalnych *Wskaźniki prognoz na podstawie zawartości gazów w wodzie oraz Określenie hydrogeologicznych parametrów ropo- i gazonośności paleozoiku i mezozoiku Niziu Polskiego*.

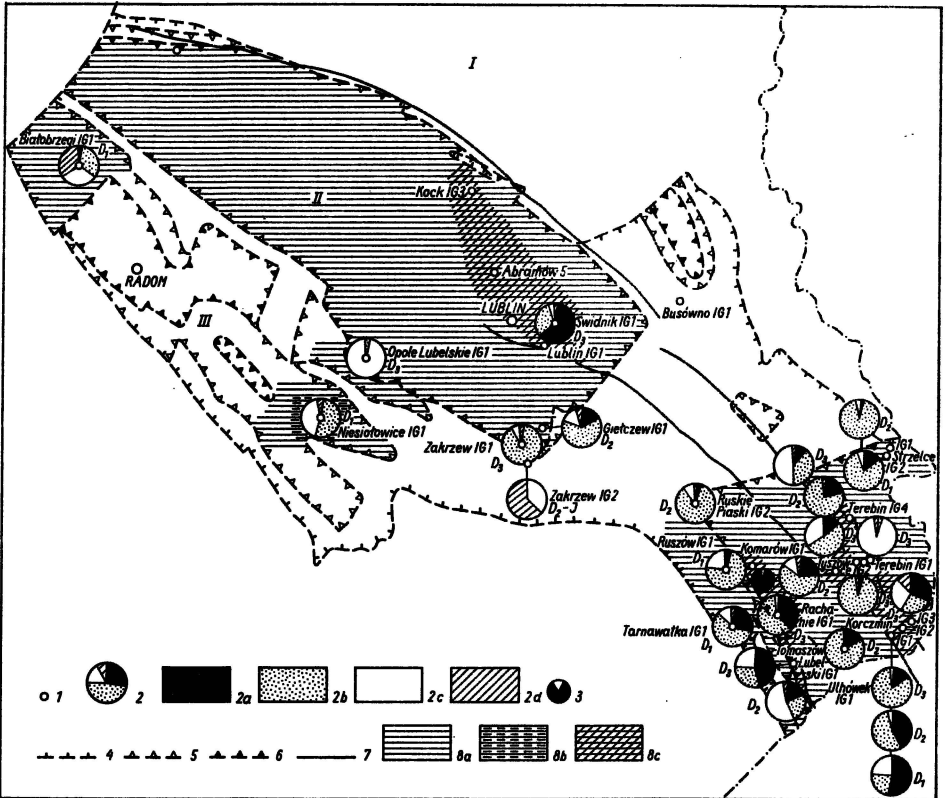


Fig. 1. Schematyczna mapa strefowości gazowej wód podziemnych dewonu na obszarze lubelskim
Sketch map of gas zonality of groundwater in Devonian rocks of the Lublin region

I – podniesiona platforma (pGm – według A.M. Żelichowskiego, 1969), II – rów mazowiecko-lubelsko-dniestrzański (według A.M. Żelichowskiego, 1969), III – podniesienie radomsko-kraśnickie (według A.M. Żelichowskiego, 1969); 1 – otwory wiertnicze z analizami gazów; 2 – skład gazów: a – CH_4 + węglowodory wyższe, b – N_2 , c – CO_2 , d – $\text{H}_2 + \text{He} + \text{Ar} + \text{H}_2\text{S}$; 3 – skład gazu ziemnego w złożu Komarów; zasięg utworów dewonu: 4 – dolnego, 5 – środkowego, 6 – górnego; 7 – główne uskoki; 8 – strefy gazów: a – azotowych, b – węglanowo-azotowych, c – metanowo-azotowych; utwory, z których pobrano próbki gazu: D_1 – dewon dolny, D_2 – dewon środkowy, D_3 – dewon górny, D_1 -J – pogranicze dewonu dolnego i jury

I – uplifted part of the platform (pGm – after A.M. Żelichowski, 1969), II – Mazowsze-Lublin-Dnestr Trough (after A.M. Żelichowski, 1969), III – Radom-Kraśnik Elevation (after A.M. Żelichowski, 1969); 1 – boreholes covered by gas analyses; 2 – composition of gases: a – CH_4 + higher-order hydrocarbons, b – N_2 , c – CO_2 , d – $\text{H}_2 + \text{He} + \text{Ar} + \text{H}_2\text{S}$; 3 – composition of gas from Komarów gas field; extent of Devonian: 4 – Lower, 5 – Middle, 6 – Upper; 7 – major faults; 8 – zones of gases: a – nitrogen, b – carbonate-nitrogen, c – methane-nitrogen gases; rocks from which gas samples were taken: D_1 – Lower Devonian, D_2 – Middle Devonian, D_3 – Upper Devonian; D_1 -J – contact of Lower Devonian and Jurassic

Przedstawione w tab. 1 analizy gazów w wodach utworów dewonu i karbonu obszaru lubelskiego, na których oparto opracowanie, zostały tak wybrane, aby stanowiły najbardziej miarodajny materiał opróbowania poziomów zbiornikowych.

Jak wynika z danych, dominującym składnikiem gazów jest azot, stanowiący ogólne tło regionalne. Innym ważnym składnikiem gazów rozpuszczonych w wodach jest metan, mający w niektórych analizach dość wysokie zawartości, a w pojedynczych nawet dominuje. Węglowodory wyższe występują prawie we wszystkich próbkach; ich zawartość nie przekracza kilku procent. Następnym dość znaczącym składnikiem jest dwutlenek węgla, w wielu próbkach wykazujący wysoką zawartość.

W zależności od przeważającego składnika gazu wydzielono różne typy wód (W.F. Jerofiejew, 1969). Na obu załączonych mapach przedstawiono graficznie rozmieszczenie i skład procentowy gazu w wodach utworów dewonu (fig. 1) i karbonu (fig. 2).

Obszar lubelski pod względem hydrogeologicznym stanowi część obszernego basenu artezyjskiego, wydzielonego w ogólnej regionalizacji wód podziemnych (B. Paczyński, 1977) pod nazwą basenu lubelsko-wołyńskiego. W obrębie tego basenu wyróżniono cztery piętra wodonośne, z których dwa środkowe obejmują osady dewonu (II piętro) i karbonu (III piętro). Skomplikowane warunki tektoniczne tego obszaru utrudniają ustalenie strefy wymiany wód i jej zasięgu; miały one wpływ na wtórne zmiany w chemizmie wód, co powodowało zachwianie równowagi hydrochemicznej i hydrodynamicznej.

Badania hydrogeologiczne i hydrodynamiczne utworów dewonu i karbonu na obszarze lubelskim prowadzone są przez Pracownię Opróbowania Zakładu Geologii Złóż Ropy i Gazu, a wyniki ich – uwzględnione w niniejszym artykule – zawarte w opracowaniach archiwalnych Instytutu Geologicznego, takich jak np. *Określenie warunków hydrochemicznych i hydrodynamicznych w utworach dewońsko-karbońskich obszaru lubelskiego* (wykonane w 1972 r. przez L. Bojarskiego i J. Pazdro) oraz *Regionalne badania geologiczne i geofizyczne Lubelszczyzny wykonane przez IG w latach 1971 – 1975* (opracowane przez tychże autorów w 1976 r.).

Osady dewonu na obszarze lubelskim najlepiej są zbadane w jego południowo-wschodniej części, gdzie wykonano najwięcej otworów wiertniczych i w związku z tym większość analiz gazów pochodzi z tej części jednostki (fig. 1). Z tym rejonem związane są perspektywy udokumentowania złóż węglowodorów, co potwierdziło odkrycie złoża gazu ziemnego Komarów w utworach dewonu środkowego.

Najlepsze warunki hydrochemiczne dla zachowania się złóż węglowodorów w osadach dewońskich w południowo-wschodniej części obszaru lubelskiego związane są z centralną częścią tego rejonu, gdzie występują wody chlorkowo-wapniowe klasy III – V, silnie zmineralizowane, o bardzo wysokim stopniu metamorfizmu. W gazach rozpuszczonych w wodach poziomów zbiornikowych wyższej części dewonu dolnego oraz dewonu środkowego i górnego wyraźnie zaznaczają się dwie prawie równoległe strefy podwyższonych zawartości metanu i węglowodorów wyższych, tj. wschodnia i zachodnia. Wschodnia strefa metanowo-azotowa ciągnie się wąskim pasem wzdłuż regionalnych uskoków od otworu Korczmin IG 1 na północ przez otwór Tyszowce IG 2 do otworu Terebin IG 4, zachodnia zaś – od Tomaszowa Lubelskiego IG 1 na południu do złoża Komarów na północy (fig. 1). W dewonie górnym i w mniejszym stopniu w dewonie środkowym w składzie gazu zaznacza się duży udział dwutlenku węgla (fig. 1, 3B, C), którego obecność w wodach głębszych jest wynikiem rozpadu substancji organicznej bez udziału tlenu i może wskazywać na istnienie procesów utleniania lub metamorfizmu tej substancji (G.M. Suchariew, 1974).

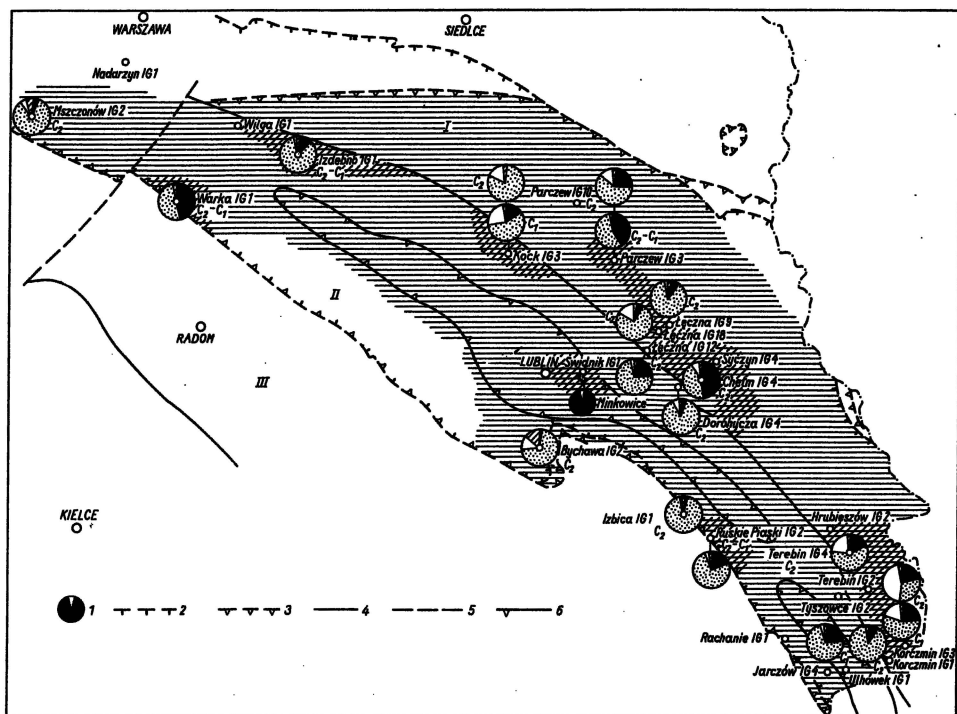


Fig. 2. Schematyczna mapa strefowości gazowej wód podziemnych karbonu na obszarze lubelskim
Sketch map of gas zonation in groundwater in Carboniferous rocks of the Lublin region

1 – skład gazu ziemnego w złożu Minkowice; zasięg utworów karbonu: 2 – górnego, 3 – dolnego (według A.M. Żelichowskiego, 1969); 4 – linia uskoku Kocka (według A.M. Żelichowskiego, 1969); 5 – inne uskoki; 6 – wał Lublina (według A.M. Żelichowskiego, 1969); utwory, z których pobrano próbki gazu: C₁ – karbon dolny, C₂ – karbon górny, C₂-C₁ – pogranicze karbonu dolnego i górnego; skład gazów i strefy gazów jak na fig. 1

1 – composition of gas from Minkowice gas field; extent of Carboniferous: 2 – Upper, 3 – Lower (after A.M. Żelichowski, 1969); 4 – Kock fault line (after A.M. Żelichowski, 1969); 5 – other faults; 6 – Lublin swell (after A.M. Żelichowski, 1969); rocks from which gas samples were taken: C₁ – Lower Carboniferous, C₂ – Upper Carboniferous, C₂-C₁ – Lower and Upper Carboniferous junction beds; composition of gases and zones of gases as given in Fig. 1

Centralna i zachodnia część obszaru lubelskiego pod względem zawartości gazów w wodach utworów dewonu zbadana jest bardzo słabo. Ograniczone są też inne dane o warunkach hydrochemicznych. Stwierdzono, że w centralnej części, w rejonie Świdnika i Kocka występują solanki chlorkowo-wapniowe klasy IV–V o wysokim stopniu metamorfizmu i dość dużej mineralizacji, co pozwala sądzić, że są tu dostatecznie dobre warunki dla zachowania się złóż węglowodorów. Znajduje to potwierdzenie w składzie gazu rozpuszczonego w wodach poziomów zbiornikowych. W rejonie Świdnika (fig. 1, 3C) zaznacza się wyraźna anomalia azotowo-metanowa, która najprawdopodobniej przedłuża się w kierunku północno-zachodnim przez Abramów w stronę Kocka. Zawartość metanu i węglowodorów wyższych w gazie wolnym jest tam wysoka (50–80%). Anomalię CO₂ stwierdzono w otworze Opole Lubelskie IG 1 w wodach dewonu górnego, a anomalię CO₂-N w wodach dewonu dolnego w rejonie otworu Niesiołowice IG 1. Na południu centralnej części obszaru lubelskiego (otwór Zakrzew IG 2 – fig. 1, 3A), gdzie utwory dewonu dolnego nie mają dobrego uszczelnienia, zawartość tlenu w składzie

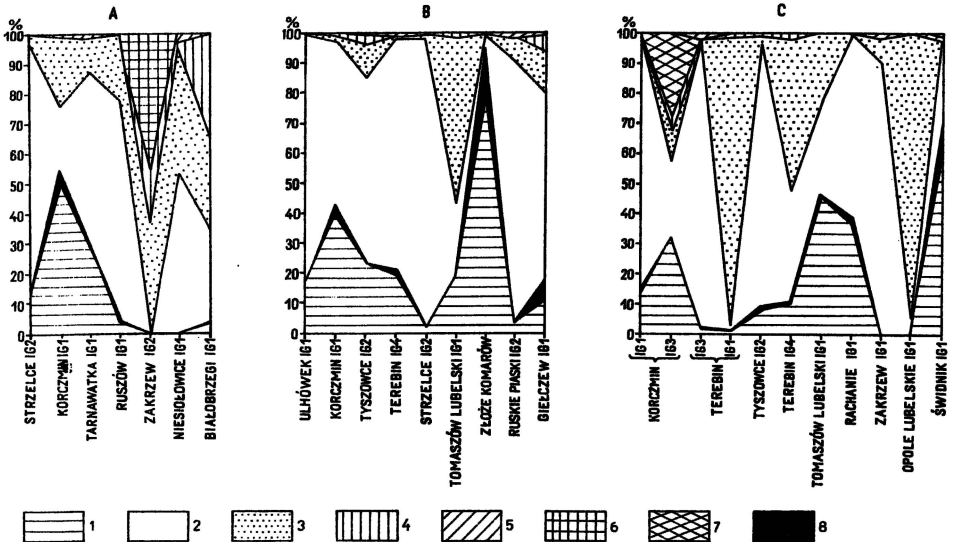


Fig. 3. Schemat regionalny składu chemicznego gazów wód podziemnych dewonu dolnego (A), środkowego (B) i górnego (C) na obszarze lubelskim

Regional scheme of chemical composition of gases from groundwater from Lower (A), Middle (B) and Upper (C) Devonian rocks in the Lublin region

1 - CH_4 ; 2 - N_2 ; 3 - CO_2 ; 4 - H_2 ; 5 - He + Ar; 6 - O_2 ; 7 - H_2S ; 8 - węglowodory wyższe (higher hydrocarbons)

gazu jest duża, co świadczy o bardzo głębokim zasięgu strefy wymiany wód, a więc o braku warunków dla zachowania się nagromadzeń węglowodorów.

Na podstawie składu gazu rozpuszczonego w wodach utworów dewonu oraz warunków hydrogeologicznych w obrębie obszaru lubelskiego można wydzielić trzy perspektywiczne strefy dla poszukiwań węglowodorów: dwie na południu i jedną w części centralnej obszaru. Odnaczają się one azotowo-metanowym typem wód przy podwyższonej zawartości węglowodorów wyższych i udziale azotu biogenicznego, co wyraźnie zaznacza się na mapie (fig. 1) oraz na profilach (fig. 3) sporządzonych według schematów dla wschodniej części platformy wschodnioeuropejskiej (L.M. Zorkin i in., 1964).

Wody w utworach karbonu pod względem składu gazowego zbadano bardzo nierównomiernie. Karbon dolny faktycznie jest prawie nie opracowany. Dysponujemy tylko 3 analizami gazów z poziomów wodonośnych wizenu i kilkoma z poziomów wodonośnych pogranicza wizenu i dolnej części namuru (tab. 1). Więcej danych wiąże się z poziomami zbiornikowymi karbonu górnego – górnej części namuru oraz westfalu, ale w stosunku do zasięgu utworów karbońskich w obszarze lubelskim dane te są bardzo rozproszone. Bardzo wyraźnie zaznaczają się strefy gazowe w ogólnym przekroju przez obszar lubelski (fig. 4). Na skrajnie południowym wschodzie, w rejonie Korczmina w składzie gazowym karbonu dolnego i górnego zaznacza się anomalia metanowo-azotowa, przedłużająca się w kierunku północnym w stronę Terebina IG 4. W wodonośnych poziomach karbonu górnego stwierdza się tu wyraźną strefę podwyższonych zawartości dwutlenku węgla.

Następna anomalia azotowo-metanowa zaznacza się w centralnej części obszaru, gdzie ciągnie się dość wąską strefą od otworu Chełm IG 4 przez Łęczną do Parczewa. Dwie wąskie strefy zaznaczają się w karbonie dolnym: 1 – w rejonie Kocka,

Charakterystyka geochemiczna gazów rozpuszczonych w wodach dewonu i karbonu na obszarze lubelskim

Otwór wiertniczy	Stratygrafia	Głębokość w m	CH ₄	Σ C ₂ + węglowodory ciężkie	CO ₂	H ₂	N ₂	He	Ar	Ar/N ₂	CH ₄	Uwagi
											Σ C ₂ + węglowodory ciężkie	
Bychawa IG 2	C ₂	1395–1420 1462–1470	1,34	0,09	20,42	–	73,72	–	4,37	5,94	14,76	–
Chełm IG 4	C ₂	1072–1130	47,65	0,01	9,52	–	43,05	0,002	0,75	1,74	4332,27	–
Dorohuczka IG 4	C ₂	694	3,6	0,01	6,01	–	88,79	0,001	1,47	1,65	216,82	–
Izbica IG 1	C ₂	1302–1335	0,84	–	0,84	1,28	95,43	–	1,58	1,66	–	–
Łęczna IG 1	C ₂	1068–1107,7	6,46	0,00	15,40	ślady	77,28	–	0,84	1,08	2484,8	–
Łęczna IG 9	C ₂	967–980	9,47	0,00	1,24	–	87,80	–	1,46	1,66	1114,4	–
Łęczna IG 2	C ₂	830–924,6	23,35	0,11	1,08	0,009	74,13	0,0004	1,29	1,74	212,2	–
Mszczonów IG 2	C ₂	4509–4541	4,46	0,06	3,79	4,21	86,54	–	0,87	1,01	70,40	–
Parczew IG 3	C ₂	920–950	25,00	0,06	12,22	–	61,30	–	1,39	2,27	413,74	–
Parczew IG 3	C ₂ –C ₁	1200–1295	40,48	0,50	0,93	–	57,10	0,011	0,95	1,66	80,96	–
Izdebno IG 1	C ₂ –C ₁	2788–2797	11,23	0,19	0,74	3,28	83,71	0,039	0,70	0,83	58,819	–
Warka IG 1	C ₂ –C ₁	2627–2643	42,83	4,62	0,46	0,49	49,36	0,025	2,05	4,17	9,27	–
Kock IG 3	C ₂	1185–1192	0,08	0,01	15,61	ślady	83,11	ślady	1,17	1,40	7,78	–
Kock IG 3	C ₁	1453–1462	4,99	1,36	24,89	0,68	53,70	–	1,35	2,39	11,02	–
Kock IG 2	D ₃	1615–1634,5	ślady	–	33,22	0,10	66,68	–	–	–	–	–
Ruskie Piaski IG 2	C ₂ –C ₁	1588–1603	17,49	0,65	2,54	–	76,57	0,019	0,06	0,08	26,67	–
Ruskie Piaski IG 2	D ₂	2665–2740	2,41	0,03	7,69	ślady	88,39	ślady	1,46	1,65	61,70	–
Terebin IG 4	C ₂	470–495	17,97	–	22,70	–	59,24	–	–	–	–	–
Terebin IG 4	D ₃	1238 7–1800	9,88	0,41	49,76	1,53	37,98	–	0,44	1,15	24,09	–
Terebin IG 4	D ₂	1800–2000	19,59	1,22	–	–	77,93	–	1,26	1,61	16,05	–
Terebin IG 3	D ₃	1997–2017	1,67	0,59	–	0,07	95,90	–	–	–	2,84	1,76% CO
Terebin IG 1	D ₃	1630–1650	0,06	0,01	96,96	0,86	2,05	–	0,06	2,92	6,00	–
Korczmin IG 3	C ₂	768–775	26,37	–	48,13	–	25,14	–	0,36	1,43	–	–
Korczmin IG 3	C ₁	1025–1045	21,82	–	21,82	0,06	60,45	–	–	–	–	–
Korczmin IG 3	D ₃	1653,4–2100,5	31,12	0,03	9,67	3,76	26,79	0,17	–	–	1037,33	28,85% H ₂ S
Korczmin IG 1	C ₂	747–756	8,28	–	ślady	1,87	89,85	–	–	–	–	–
Korczmin IG 1	C ₁	1050–1067	23,39	0,19	2,81	1,82	71,80	–	–	–	123,10	–
Korczmin IG 1	D ₃	2081–2089	13,50	0,89	–	1,71	83,90	–	–	–	1,516	–
Korczmin IG 1	D ₂	2416–2426	39,27	2,71	1,88	0,52	55,62	–	–	–	14,49	–
Korczmin IG 1	D ₁	2739,8–2769,7	50,58	3,32	23,87	0,32	22,08	0,03	–	–	15,21	–
Opole Lubelskie IG 1	D ₃	1145–1165	0,03	–	96,65	0,07	3,25	–	–	–	–	–
Rachanie IG 1	D ₃	1802 1–2048	36,62	2,49	0,64	0,02	60,21	0,01	–	–	14,70	–
Świdnik IG 1	D ₃	1953–1966	60,43	3,53	1,97	1,45	32,17	0,01	0,37	1,15	17,10	–
Zakrzew IG 1	D ₃	2199 5–2340	0,15	0,04	7,05	0,04	90,79	ślady	1,86	–	3,34	–
Zakrzew IG 2	D ₁	1266,4–1822,4	ślady	–	37,05	16,59	–	0,58	–	–	–	45,78% O ₂
Tomaszów Lubelski IG 1	D ₃	2267–2342	45,40	0,64	23,65	–	30,31	–	–	–	70,93	–
Tomaszów Lubelski IG 1	D ₂	2480–2600	18,39	0,20	55,86	1,52	24,03	–	–	–	91,95	–
Tyszowce IG 2	D ₃	1769–1779 1792–1812	8,16	0,84	2,07	–	88,04	0,11	0,75	0,85	9,60	–
Tyszowce IG 2	D ₂	2495–2501	22,64	0,65	11,39	2,92	61,8	0,004	–	–	34,46	–
Gielczew IG 1	D ₂	2196–2220	10,65	6,46	13,90	4,94	63,22	ślady	0,65	1,02	1,64	–
Niesiołowice IG 1	D ₂	1630,5–1651	0,002	0,00	42,66	1,06	53,77	0,39	1,94	3,60	0,55	–
Strzelce IG 2	D ₂	1104–1115	1,09	0,01	1,86	–	96,78	0,01	0,23	0,23	105,42	–
Strzelce IG 2	D ₁	1224–1233	13,27	0,48	3,71	–	82,34	0,005	0,17	0,20	27,37	–
Ulchówek IG 1	D ₂	2979–3005	15,47	0,88	0,03	0,01	83,54	0,003	0,03	0,03	17,39	–
Tarnawatka IG 1	D ₁	1450–1687	27,20	0,49	12,53	0,002	59,25	0,0005	0,50	0,84	55,23	–
Ruszów IG 1	D ₁	1184–1459	3,52	0,45	22,85	ślady	73,18	ślady	–	–	7,82	–
Białobrzegi IG 1	D ₁	2532–2907,2	3,88	0,01	31,11	34,20	30,72	0,006	0,15	0,48	344,19	–

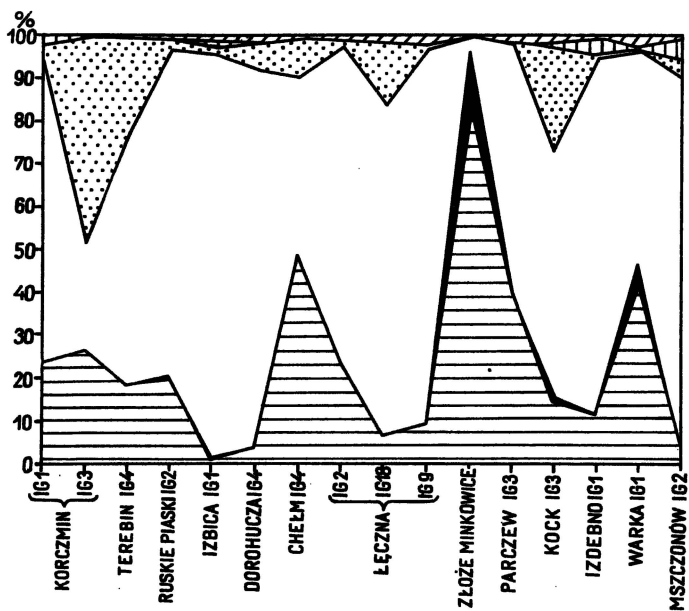


Fig. 4. Schemat regionalny składu chemicznego gazów wód podziemnych karbonu na obszarze lubelskim

Regional scheme of chemical composition of gases from groundwater from Carboniferous rocks in the Lublin region

Objaśnienia jak na fig. 3

Explanations as given in Fig. 3

gdzie wody zawierają gaz metanowo-azotowy z CO_2 i 2 – na północnym zachodzie, w rejonie Warki, gdzie wody z pogranicza dolnego i górnego karbonu zawierają gaz azotowo-metanowy.

Hydrochemiczne i hydrodynamiczne warunki utworów karbońskich na obszarze lubelskim są różne. Korzystne warunki hydrochemiczne dla zachowania się złóż węglowodorów mają poziomy karbonu górnego – namuru z wodami chlorkowo-wapniowymi klasy IV, o dość wysokim stopniu metamorfizmu, co ma miejsce w centralnej części obszaru.

Wszystkie wydzielone na ogólnym tle azotowym strefy podwyższonej zawartości węglowodorów w składzie gazów w wodach poziomów zbiornikowych karbonu są raczej wąskie i rozciągają się wzdłuż regionalnych dyslokacji, a właściwie prawie wszystkie leżą tu po obu stronach tak zwanego regionalnego uskoku Kocka (fig. 1).

Za perspektywicznością tej części obszaru przemawiają: dość znaczna zawartość metanu, obecność biogenicznego azotu w centralnej części basenu oraz liczne objawy gazu i ropy we wszystkich poziomach zbiornikowych karbonu (złożę gazu ziemnego Minkowice). Ciekawie przedstawia się północno-zachodni rejon, częściowo już wychodzący poza właściwy obszar lubelski, gdzie w strefach przyskokowych (rejon Warka i Izdebna) zaznacza się podwyższona zawartość metanu i węglowodorów wyższych (Warka IG 1 – 4,46%). W otworze Wilga IG 1 gaz wolny zawiera 90% metanu, a jeszcze dalej na północ w Nadarzynie IG 1 – 61%. Ta część obszaru lubelskiego charakteryzuje się występowaniem niestrukturalnych pułapek w utworach karbonu górnego – namur górny–westfal dolny (Ropo-

i gazoność obszaru lubelskiego na tle budowy geologicznej, 1975). Wyjaśnienie ich perspektywiczności ma duże znaczenie dla rozwoju poszukiwań w północnej Lubelszczyźnie.

Prześledzenie zmian zachodzących w składzie gazów w wodach w profilu pionowym jest bardzo utrudnione z powodu niewystarczającej liczby danych. Na przykład w utworach karbońskich (fig. 1) tylko w czterech otworach (dwa w części centralnej i dwa w południowo-wschodniej) wykonano analizy gazów rozpuszczonych w obu ogniwach stratygraficznych, przy czym w każdym z tych otworów większy udział węglowodorów zaznacza się w dolnym karbonie. Nie upoważnia to jednak do twierdzenia, że ogólnie wody dolnokarbońskie zawierają więcej węglowodorów niż górnokarbońskie. Wszystkie trzy ogniwa stratygraficzne dewonu reprezentowane są pod względem składu gazowego wód tylko w jednym otworze (Korczmian IG 1) na południowo-wschodnim krańcu obszaru lubelskiego. Zawartość węglowodorów maleje tam ku górze profilu. W trzech innych otworach (Tyszowce IG 2, Terebin IG 4 i Strzelce IG 2), położonych nieco na północ, porównać można skład gazu tylko dwóch ogniw; zawartość węglowodorów zwiększa się tam ku dołowi. W otworze Tomaszów Lubelski IG 1 sytuacja przedstawia się natomiast odwrotnie. Tego rodzaju danych dla całego pozostałego obszaru rozprzestrzeniania się dewonu lubelskiego brak.

Na podstawie analiz gazów rozpuszczonych w wodach dewonu i karbonu obszaru lubelskiego oraz warunków geologicznych występowania nagromadzeń ropy naftowej i gazu ziemnego stwierdzić można, że przeprowadzone prace badawcze pozwalają na wydzielenie stref, które można traktować jako najbardziej perspektywiczne obiekty poszukiwań.

Zakład Geologii Złóż Ropy i Gazu
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 24 stycznia 1979 r.

PIŚMIENNICTWO

- DEPOWSKI S. (1973) – Gazy wód podziemnych jako wskaźnik ropo- i gazoności. *Prz. Geol.*, 21, p. 205–209, nr 4. Warszawa.
- OCENA PROGNOZ GAZO- I ROPONOŚCI POLSKI (1974) – Praca zbiorowa pod red. S. Depowskiego. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- PACZYŃSKI B. (1977) – Regionalizacja ogólna wód podziemnych Polski. *Kwart. Geol.*, 21, p. 831–853, nr 4. Warszawa.
- ROPO- I GAZONOŚĆ OBSZARU LUBELSKIEGO NA TLE BUDOWY GEOLOGICZNEJ (1975) – Praca zbiorowa pod kierunkiem S. Depowskiego. Pr. Geostruktur. Inst. Geol. Warszawa.
- SAPUŁA I. (1976) – Gazy rozpuszczone w wodach mezozoiku. W: Warunki występowania nagromadzeń węglowodorów w utworach mezozoiku Niżu Polskiego. Praca zbiorowa pod kierunkiem S. Depowskiego, p. 165–181. Warszawa.
- SUCHARIEW G.M. (1974) – Hydrogeologia złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Wyd. Geol. Warszawa.
- ŻELICHOWSKI A.M. (1969) – Budowa geologiczna obszaru lubelskiego. W: Ropo- i gazoność obszaru lubelskiego na tle budowy geologicznej. Pr. Geostruktur. Inst. Geol. Warszawa.

- ЕРОФЕЕВ В.Ф. (1969) — Газовая составляющая подземных вод как показатель нефтегазоносности. Труды ВНИГРИ, вып. 277, стр. 126—166. Изд. Недра. Ленинград.
- ЗОРЬКИН Л.М., СТАДНИК Е.В., ЯКОВЛЕВ Ю.И. (1964) — Газонасыщенность пластовых вод отложений среднего карбона юго-востока Русской платформы в связи с оценкой перспектив нефтегазоносности. Нефтегазовая геология и геофизика, № 9, стр. 41—44, ЦНИИТЭ нефтегаз Москва.
- КРОТОВА В.А. (1967) — Развитие основных принципов гидрогеологического прогноза нефтегазоносности крупных территорий. Труды ВНИГРИ, вып. 259, стр. 82—96. Изд. Недра. Ленинград.
- КРОТОВА В.А. (1969) — Сравнительный анализ и классификация гидрогеологических критериев нефтегазоносности. Труды ВНИГРИ, вып. 277, стр. 254—279. Изд. Недра. Ленинград.

Ирина САПУЛА

ГАЗЫ, РАСТВОРЕННЫЕ В ВОДАХ ДЕВОНА И КАРБОНА НА ЛЮБЛИНСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Резюме

В статье рассматривается химический состав газов, растворённых в водах коллекторских горизонтов девона и карбона на Люблинской территории, как один из гидрохимических нефтепоисковых критериев.

Рассмотрены группы локальных косвенных и прямых гидрохимических показателей перспективности. Работа велась на базе лабораторного изучения газовой составляющей вод, отбиравшихся при опробовании глубоких скважин Геологического института. Полный процентный состав растворённых газов по водоносным горизонтам девона и карбона на Люблинской территории показан на таб. 1. Детально представлена смена газового состава вод по вертикальному разрезу рассматриваемых формаций и по площади их распространения (фиг. 3, 4).

Опираясь на результаты химических анализов растворённых газов девонских и карбонских водоносных горизонтов и рассматривая их на фоне сложного геологического строения Люблинской территории и существующей гидрогеологической и гидродинамической обстановки, был выделен ряд зон, могущих служить объектами, перспективными для поисков залежей нефти и газа (фиг. 1, 2).

Irina SAPUŁA

GASES DISSOLVED IN WATER OF DEVONIAN AND CARBONIFEROUS ROCKS IN THE LUBLIN AREA

Summary

The chemical composition of gases dissolved in water of Devonian and Carboniferous aquifers of the Lublin area are discussed as one of hydrochemical criteria for determining oil- and gas-bearing potential.

The groups of indirect and direct local hydrochemical indices of perspectiveness are discussed. The study is mainly based on laboratory analyses of composition of gases in water samples obtained from sampling of deep drillings of the Geological Institute. Table 1 gives chemical composition of gases dissolved in water from Devonian and Carboniferous aquifers in the Lublin region in per cents. The changes in composition of gases in water in the vertical section of the studied stratigraphic units and throughout the area of distribution of these rocks are discussed in detail (Fig. 3, 4).

The chemical analysis of gases dissolved in water of the Devonian and Carboniferous aquifers and comparison of the obtained data and general features of geological structure of the Lublin area and its hydrogeological and hydrodynamic conditions made it possible to delineate several zones which may represent perspective objects for search of hydrocarbon accumulations (Fig. 1, 2).