

WARUNKI HYDROCHEMICZNE W DOLNOPALEOZOICZNYCH POZIOMACH PERSPEKTYWICZNYCH ZACHODNIEJ CZĘŚCI BASENU PERYBAŁTYCKIEGO

UKD 553.981/982.2:551.242.5.051.551.732:550.845:553.776.(438—17),313'

Wyniki badań hydrochemicznych dolnopaleozoicznej części basenu perybałtyckiego stanowią jeden ze wskaźników perspektyw ropo-gazonośności osadów w tej części kraju. Badaniami objęto obszar polskiej części syneklizy perybałtyckiej, ograniczony na wschodzie strukturą Barcian (B-1), a na zachodzie — elementem strukturalnym Żarnowca (Z-1 — Z-4). Wykorzystano wyniki opróbowań 15 otworów wiertniczych Zjednoczenia Górnictwa Naftowego i 8 otworów — Instytutu Geologicznego.

Syneklizę perybałtycką, stanowiącą jednostkę depresyjną w obrębie platformy wschodnioeuropejskiej, nazwano basenem perybałtyckim. Basen wypełniający nieckowato ułożone osady paleozoiku i mezozoiku otwarty jest ku zachodowi i przechodzi w nieckę brzeżną. Na obszarze Polski znajduje się jedynie południowa część basenu perybałtyckiego. Dnem basenu są nieprzepuszczalne skały podłoża krystalicznego, zawadnione tylko w strefie zwietrzeń i rozłamów tektonicznych. Podłoże prekambryjskie obniża się łagodnie ku zachodowi. Na skałach podłoża krystalicznego w zasadzie leżą bezpośrednio osady kambru*. Na granicy z wyniesieniem mazursko-suwałskim uległy one erozyjnemu ścięciu.

W obrębie kambru wyróżniono dwa wyraźne poziomy zbiornikowe, odpowiadające kambrowi dolnemu i środkowemu.

Poziom kambru dolnego, składający się z piaskowców kwarcowych silnie zailonych oraz mułowców, uważany jest jako słaby poziom kolektorski ze względu na małą zawartość piaskowców. Własności kolektorskie skał pogarszają się w głębszej części basenu. We wschodniej części omawianego obszaru przepuszczalność wynosi kilkadziesiąt mdcy, a w zachodniej — spada poniżej 1 mdcy. W brzeżnych strefach w okolicach Kętrzyna miąższość kambru dolnego waha się od 80 m (K2) do 130 m (K1). W okolicach Olsztyna wynosi już około 180 m (O1 2), a w rejonie Żarnowca 232 m (Z-1) oraz w Prabutach 303 m (Pr 1).

Poziom kambru środkowego zbudowany jest głównie z piaskowców zwięzłych, drobno i średnioziarnistych o dobrych własnościach kolektorskich oraz z serii skał mułowcowo-ilastych. We wschodniej części omawianego obszaru przepuszczalność piaskowców wynosi miejscami kilkadziesiąt mdcy i wyraźnie zmniejsza się ku zachodowi. Miąższość kambru środkowego w okolicach Bartoszczyk kształtuje się w granicach 110 m (Br-1), rejonie Olsztyna wynosi już około 130 m (O1 2) i ku centralnej części basenu nadal wzrasta, osiągając w 180 m (Pr 1), a na wyniesieniu Łeby około 270 m (Z-1).

Specyficznie przedstawia się charakterystyka poziomów zbiornikowych na wyniesieniu Łeby, w rejonie Żarnowca, gdzie w kilku otworach stwierdzono przyływ ropy naftowej. W poziomie kambru środkowego wydzielono tu 3 wyraźne serie:

- stropowa seria mułowcowa o miąższości około 20 m;
- seria piaskowców kwarcowych i kwarcytowych bardzo zwięzłych o miąższości około 80 m, z parametrowymi warstewkami piaskowców roponośnych i wodonośnych o maksymalnej przepuszczalności 25 mdcy. Warstewki roponośne oddzielone są od poziomów wodonośnych serią nieprzepuszczalnych piaskowców kwarcowych. Warstewki roponośne w pobliskich nawet otworach występują na różnych głębokościach, co powoduje trudności w korelacji i może świadczyć o skomplikowanych warunkach złożowych. Pomimo małej miąższości warstewki roponośnej uzyskano najznaczniejsze dotychczas przyipywy ropy naftowej.
- spągowa seria mułowcowa z wkładkami piaskowców o miąższości około 180 m.

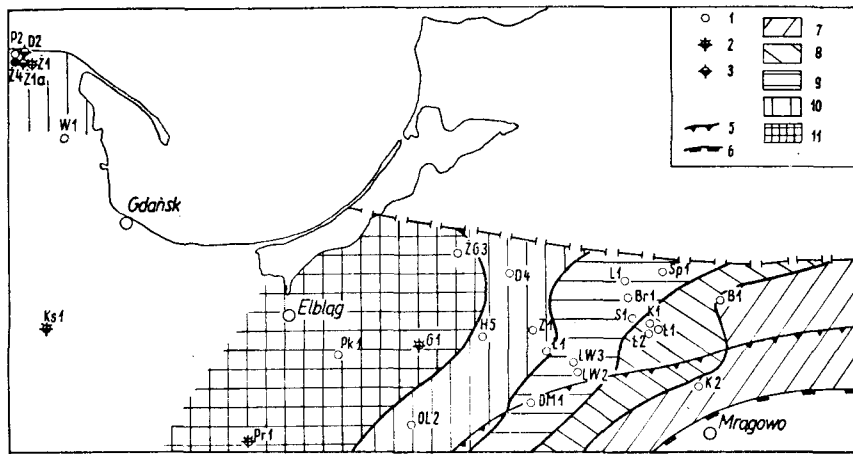
Na wyniesieniu Łeby powyżej osadów kambru środkowego występują także iłowce i mułowce, o niewielkiej miąższości rzędu 10 m; zaliczane już do kambru górnego (9). Poziomy zbiornikowe kambru przykryte są osadami ordowiku i syluru. Osady węglanowo-ilaste ordowiku mają miąższość 50—100 m i są przeważnie nieprzepuszczalne. Powyżej leży potężna seria łupków sylurskich, której miąższość wynosi w Kętrzynie około 69 m (K 2), w Bartoszczykach 329 m (Br 1), w Pastęku 670 m (Pk 1), a w Żarnowcu (Z 1) wzrasta do około 2000 m. Jedynie w rejonie Kętrzyna występują w landowerze wapienie z objawami ropy naftowej. Generalnie biorąc osady syluru stanowią potężną serię skał uszczelniających, co stwarza dogodne warunki dla zachowania się złóż węglowodorów w utworach kambru.

Ze względu na dużą głębokość występowania poziomów wodonośnych niemożliwe było wykonanie pomiarów wydajności przy określonej depresji. Dla uzyskania większej porównywalności wyników badań poziomów wodonośnych podzielono je na dwie grupy.

Do pierwszej grupy — należą wyniki uzyskane próbnikami rurowymi. Pomiar rozpoczynano na ogół przy pełnej depresji, a mianowicie do przewodu wiertniczego po otwarciu próbnika wpływała woda. Ilość wody wpływająca do próbnika w określonym przedziale czasowym zależała od wydajności poziomów wodonośnych kambru. Otrzymywano więc częściowo porównywalne wyniki wartości przyipywu w m³/h. W utworach kambru środkowego występują poziomy zbiornikowe, z których tą metodą uzyskano stosunkowo duże (jak na utwory dolnego paleozoiku) wartości przyipywów. Największe przyipywy uzyskano w rejonie Dobrego Miasta 5,9—22,8 m³/h, w rejonie Lidzbarku Warmińskiego — 13—20 m³/h, w rejonie Łaniewa — Zaręb 13,4—17,0 m³/h oraz w rejonie Sokolicy — 17,0 m³/h. W innych otworach uzyskiwano przyipywy wód w granicach 0,6—4,0 m³/h.

W zachodniej części basenu perybałtyckiego, na wyniesieniu Łeby, w rejonie Żarnowca, wśród nie-

* Na wyniesieniu Łeby i w obniżeniu gdańskim stwierdzono niewielkiej miąższości osady starsze od kambru.

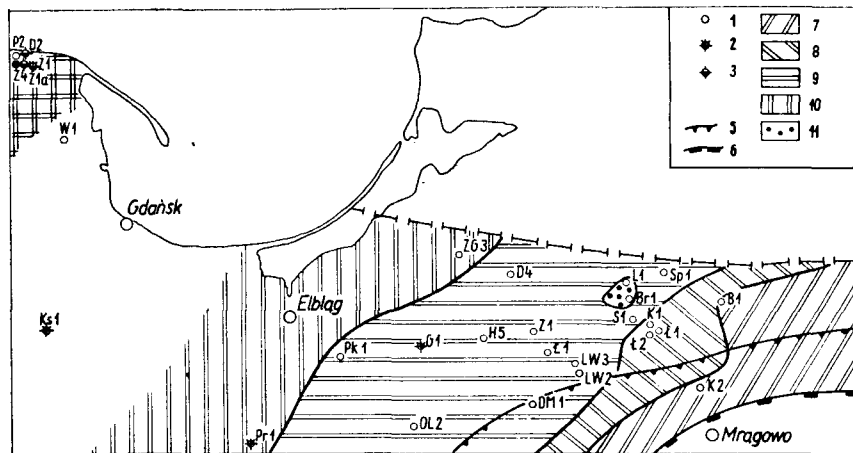


Ryc. 1. Mapa mineralizacji solanek.

1 — otwory wiertnicze, 2 — otwory wiertnicze z objawami gazu palnego, 3 — otwory wiertnicze z objawami ropy, 5 — granica zasięgu syluru, 6 — granica zasięgu kambru. Obszary o różnej mineralizacji solanek: 7 — do 125 g/l, 8 — od 125 do 150 g/l, 9 — od 150 do 175 g/l, 10 — od 175 do 200 g/l, 11 — od 200 do 250 g/l.

Fig. 1. Map of brine mineralization.

1 — boreholes, 2 — boreholes with traces of gas, 3 — boreholes with appearance of oil, 5 — extent of the Silurian, 6 — extent of the Cambrian. Areas differing in degree of brine mineralization: 7 — up to 125 g/l, 8 — 125 to 150 g/l, 9 — 150 to 175 g/l, 10 — 175 to 200 g/l, 11 — 200 to 250 g/l.



Ryc. 2. Mapa metamorfizmu solanek. Objaśnienia 1—6 jak na ryc. 1.

Obszary o różnym metamorfizmie solanek chlorkowo-wapniowych: 7 — klasa III przy $\frac{rNa+}{rCl-} = 0,75-0,65$, 8 — klasa IV przy $\frac{rNa+}{rCl-} = 0,65-0,60$, 9 — klasa IV przy $\frac{rNa+}{rCl-} = 0,60-0,50$, 10 — klasa V przy $\frac{rNa+}{rCl-} \leq 0,50$, 11 — solanki o charakterze ługów solnych.

Fig. 2. Map of brine metamorphism. Explanations 1—6 as in Fig. 1.

Areas differing in chloride-calcic brine metamorphism: 7 — IIIrd class ($rNa+/rCl- = 0.75-0.65$), 8 — IVth class ($rNa+/rCl- = 0.65-0.60$), 9 — IVth class ($rNa+/rCl- = 0.60-0.50$), 10 — Vth class ($rNa+/rCl- = < 0.50$), 11 — brines of the nature of alkali lye.

przepuszczalnych piaskowców kwarcytowych występowała kilkumetrowa warstwa, z której uzyskano przyływy wód rzędu 1,5–5,8 m³/h. W rejonie tym uzyskano także samowypływ ropy naftowej. Do drugiej grupy pomiarów należą wyniki uzyskane z badania otworów zarurowanych. Porównywalne dane uzyskano tylko w przypadkach samowypływów. W otworze PK-1 uzyskano samowypływ solanki w ilości 7,2 m³/h, a w otworze K-1 około 1,5 m³/h.

Podsumowując powyższe można stwierdzić, że piaskowce kwarcowe kambru środkowego należą w zasadzie do dość dobrych poziomów zbiornikowych. Warunki zbiornikowe pogarszają się jednak znacznie w głębszej części basenu. Sprawa ta wymaga dalszych badań.

Wymiana wód w artezyjskim basenie perybałtyckim zachodzi w jego peryferycznych częściach, co określono na podstawie składu chemicznego wód oraz rozkładu ciśnień. Centralna część basenu poza zasię-

giem wyraźnej wymiany wód jest przedmiotem niniejszych rozważań (3). Wody w perybałtyckim basenie artezyjskim układają się strefowo w kierunku poziomym i pionowym. Dla wykazania strefowości zastosowano zmodyfikowaną klasyfikację W. A. Sulina (2,8)**. Umożliwia ona wyznaczenie stref hydrochemicznych o różnym stopniu metamorfizmu. Wydzielono tu następujące strefy hydrochemiczne:

1. Strefa górna basenu — wody typu wodorowęglanowo-sodowego — wymiana wód.
2. Strefa przejściowa od górnej do dolnej części basenu — wody typu siarczanowo-sodowego.
3. Strefa dolna basenu — wody chlorkowo-wapniowe — utrudniona wymiana i miejscami stagnacja wód.

** Klasyfikację W. A. Sulina zastosowano ze względu na możliwość wykazania strefowości wód w basenie oraz stopnia ich metamorfizmu, chociaż zakładano częściową niezgodność składu chemicznego wody z jej nazwą.

ZESTAWIENIE WYNIKÓW HYDROCHEMICZNYCH

Otwór wiertniczy	Głębokość badanej strefy w m Stratygrafia	Mineralizacja w g/l	Uproszczony wzór Kurlowa aniony % mval kationy % mval	Brom w mg/l	Jod w mg/l	Stosunki jonów				Klasyfikacja W.A. Stulins z modyfikacją L. Bojarskiego	Uwagi
						$\frac{rNa^+}{rCl^-}$	$\frac{Cl^-}{Br^-}$	$\frac{rSO_4^{2-} \cdot 100}{rCl^-}$	$\frac{rCa^{2+}}{rMg^{2+}}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Br-1	2112-2102 kambr dolny	171,7	$\frac{Cl^{100}}{Na^{57}Ca^{33}Mg^{10}}$	76	5	0,60	—	—	3,6	Cl-Ca IV	
	1939-1909 kambr środkowy	157,3	$\frac{Cl^{100}}{Na^{58}Mg^{28}Ca^{14}}$	70	3	0,58	2911	0,01	0,49	solanka o charakterze ługów solnych	
B-1	1626-1610 sylur-lando- wer ordowik	123,3	$\frac{Cl^{98}SO_4 \cdot HCl_3}{Na^{56}Ca^{26}Mg^{18}}$			0,65	—	8,6	3,3	Cl-Ca IV	próbnik rurowy
D-2	2738-2747,0 kambr środkowy	201,4	$\frac{Cl^{99}}{Na^{40}Ca^{50}Mg^3}$			0,50					próbnik
DM-1	1968,5-1939 kambr środkowy	170,9	$\frac{Cl^{99}}{Na^{60}Ca^{30}Mg^8}$	—	—	0,61	—	3,99	3,54	Cl-Ca IV	próbnik rurowy
G-1	2583,6- -2572,4 kambr środkowy	207,6	$\frac{Cl^{100}}{Na^{58}Ca^{30}Mg^{11}}$	—	—	0,58	—	0,20	2,82	Cl-Ca IV	gaz palny próbnik $C_nH_{2n} + 2$ 55%
H-5	2432-2464 kambr środkowy	203,9	$\frac{Cl^{100}}{Na^{60}Ca^{27}Mg^{13}}$	—	—	0,59	—	0,18	2,02	Cl-Ca IV	próbnik rurowy
K-1	ok. 1614 kambr środkowy	133,0	$\frac{Cl^{98}}{Na^{60}Ca^{29}Mg^{11}}$	2560	1,4	0,61	69	0,24	2,48	Cl-Ca IV	
	1530-1520 sylur-lando- wer	119,2	$\frac{Cl^9 SO_4}{Na^{63}Ca^{25}Mg^{12}}$	464	—	0,62	182	1,3	2,13	Cl-Ca IV	
L.W.-2	1829,0- -1820,5 ordowik	156,4	$\frac{Cl^{99}}{Na^{63}Ca^{29}Mg^8}$	—	—	0,59	—	0,10	2,80	Cl-Ca IV	solanka z kambru
	1753,5- -1740,0 sylur-lando- wer	157,1	$\frac{Cl^{99}}{Na^{63}Ca^{29}Mg^8}$	—	—	0,64	—	0,32	3,71	Cl-Ca IV	
L.W.-3	kambr 1993,5- -2031,7	164,2	$\frac{Cl^{99}}{Na^{58}Ca^{30}Mg^{12}}$	—	—	0,54	—	0,14	2,43	Cl-Ca IV	próbnik rurowy
L-1	kambr środkowy	153,3	$\frac{Cl^{100}}{Mg^{38}Ca^{34}Na^{28}}$	—	—	0,29	—	0,02	0,89	ług solny	próbnik rurowy
Łw-1	1990,5- -1961,2 kambr	175,5	$\frac{Cl^{99}}{Na^{59}Ca^{31}Mg^{10}}$	—	—	0,59	—	0,2	3,15	Cl-Ca IV	próbnik rurowy
Ł-2	1616-1600 kambr	143,8	$\frac{Cl^{99}}{Na^{59}Ca^{28}Mg^{11}}$	—	—	0,60	—	1,3	2,62	Cl-Ca IV	
Ł-1	1510,3- -1545,3 ordowik	135,2	$\frac{Cl^{99}SO_4}{Na^{62}Ca^{25}Mg^{10}}$	—	—	0,63	—	2,1	2,60	Cl-Ca IV	
01-2	2802-2435 kambr środkowy	185,0	$\frac{Cl^{99}}{Na^{58}Ca^{29}Mg^{12}}$	980	3	0,56	272	0,60	2,43	Cl-Ca IV	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pk—1	2816,2— —2738,0 kambr środkowy	1643 (?) (ok. 200,0)	$\frac{\text{Cl}^{99}}{\text{Na}^{58}\text{Ca}^{32}\text{Mg}^{11}}$	100	20	0,54	989	1,0	2,78	Cl—Ca IV	filtrat płuczki z solan- ką
Pr—1	3733—3709 3685—3690 kambr środ- kowy	238,0	$\frac{\text{Cl}^{99}}{\text{Na}^{51}\text{Ca}^{42}\text{Mg}^7}$	1630	6	0,39	—	—	6,34	Cl—Ca V	
Sp—1	1924,8— —1900,67 kambr środ- kowy	167,2	$\frac{\text{Cl}^{99}}{\text{Na}^{55}\text{Ca}^{33}\text{Mg}^{10}}$	—	1	0,56	—	0,21	3,2	Cl—Ca IV	
S—1	1820—1791,9 kambr środ- kowy	155,3	$\frac{\text{Cl}^{99}}{\text{Na}^{57}\text{Ca}^{32}\text{Mg}^{11}}$	—	—	0,56	—	0,30	3,01	Cl—Ca IV	
Z—1	2253,4— —2225,7 kambr środ- kowy	174,9	$\frac{\text{Cl}^{99}}{\text{Na}^{59}\text{Ca}^{31}\text{Mg}^{10}}$	—	—	0,59	—	0,18	3,30	Cl—Ca IV	
Z—1	2822,8— —2792,2 kambr środ- kowy	176,0	$\frac{\text{Cl}^{99}}{\text{Na}^{49}\text{Ca}^{42}\text{Mg}^8}$	1230	12	0,47	206	0,012	5,01	Cl—Ca V	próbnik gaz pal- ny CH_4 — 49,48%
Z—1a	2800—2792,8 kambr środ- kowy	202,0	$\frac{\text{Cl}^{99}}{\text{Na}^{52}\text{Ca}^{40}\text{Mg}^8}$	1411	14	0,50	—	—	—	Cl—Ca V	próbnik gaz pal- ny ropa
Z—4	2777,7— —2790,0 kambr środ- kowy	170,0	$\frac{\text{Cl}^{99}}{\text{Na}^{50}\text{Ca}^{42}\text{Mg}^9}$	1296	3	0,5	76,58	0,01	6,17	Cl—Ca V/IV	próbnik gaz palny CH_4 — ropa nafto- wa
Z.G.— —5	2692,1— —2635,4 kambr środ- kowy	221,0	$\frac{\text{Cl}^{100}}{\text{Na}^{41}\text{Na}^{36}\text{Mg}^{23}}$	—	—	0,36	—	—	1,82	Cl—Ca V	próbnik rurowy

W dolnej strefie basenu wydzielono 5 klas wód różniących się stopniem metamorfizmu. Utwory dolnego paleozoiku, które są przedmiotem niniejszych rozważań leżą w strefie wód chlorkowo-wapniowych klasy III—V, o bardzo wysokim stopniu metamorfizmu przy $\frac{r\text{Na}^+}{r\text{Cl}^-} < 0,65$ (5,6).

Prawie wszystkie analizy chemiczne wód pochodzą ze stropowych części kambru środkowego. Osady tego wieku tworzą dobry poziom zbiornikowy, wypełniony solankami o różnym stopniu mineralizacji oraz metamorfizmu. Zmienność hydrochemiczna (ryc. 1 i 2) zachodzi ze wschodu na zachód, zgodnie z pograżeniem się powierzchni stropowych części kambru.

We wschodniej części obszaru syneklizy perybałtyckiej wydzielono następujące strefy (ryc. 1 i 2):

I strefę hydrochemiczną o mineralizacji wód poniżej 125 g/l i metamorfizmie $\frac{r\text{Na}^+}{r\text{Cl}^-} = 0,65—0,75$. Wy-

stępuje ona głównie na wschodzie, w Gołdapii poza granicami omawianego obszaru. Solanki wykazują małe różnice mineralizacji od 119,9—119,5 g/l bez względu na głębokość występowania. W składzie chemicznym solanki zaznacza się wpływ procesów wtórnych, powodujących osłabienie stopnia metamorfizmu wód przy bardzo wysokim stosunku $\frac{\text{Cl}^-}{\text{Br}^-} = 1335—2251$.

II strefa hydrochemiczna charakteryzuje się obecnością wód o mineralizacji 125—150 g/l i ich metamorfizmie $\frac{r\text{Na}^+}{r\text{Cl}^-} = 0,65—0,60$.

Począwszy od tej strefy zaznacza się wzrost stopnia metamorfizmu solanek. Skład ich zbliżony jest do wód reliktowych, co może wskazywać na całkowite odizolowanie poziomów zbiornikowych kambru od wód otaczających i tym samym stwarzać korzystne warunki dla zachowania złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Anomalią w składzie solanki jest zawartość bromu w bardzo dużej ilości 2560 mg/l. Wartość ta jest szczególnie anomalna, gdy uwzględnimy ją w stosunku do ogólnej mineralizacji. W takim przedstawieniu wskaźnik $\frac{\text{Cl}^-}{\text{Br}^-} = 69$ jest niezwykle

niski w stosunku do wód oceanicznych (1,4). W tym przypadku podwyższoną koncentrację bromu można tłumaczyć obecnością ropy naftowej w ordowiku i sylurze, bezpośrednio powyżej badanego horyzontu. W strefie tej pojawia się po raz pierwszy jod w ilości 1—5 mg/l.

III strefa hydrochemiczna charakteryzuje się obecnością wód o metamorfizmie $\frac{r\text{Na}^+}{r\text{Cl}^-} = 0,60—0,50$

oraz mineralizacji od 150—250 g/l. Ze względu na duże zróżnicowanie mineralizacji wydzielono w tej strefie dodatkowe obszary, o podobnym przebiegu do układu izolacji powierzchni stropowej kambru. Mineralizacja wzrasta tu wraz z głębokością.

1. Obszar wód o mineralizacji 150—175 g/l. Występują tu wody o 3-krotnej przewodzie wapnia nad magnezem oraz małej zawartości siarczanów wyrażonych niskim stopniem $\frac{r\text{SO}_4^{2-} \cdot 100}{r\text{Cl}^-} = 0,1—0,3$

Ryc. 3. Przekrój hydrogeologiczny przez perspektywiczne utwory kambru w rejonie Żarnowca.

Skąły nieprzepuszczalne: 1 — wapienie, 2 — mułowce i íłowce, 3 — piaskowce kwarcytowe. Skąły zbiornikowe: 4 — piaskowce roponośne, 5 — piaskowce wodonośne, 6 — strop poziomu wodonośnego.

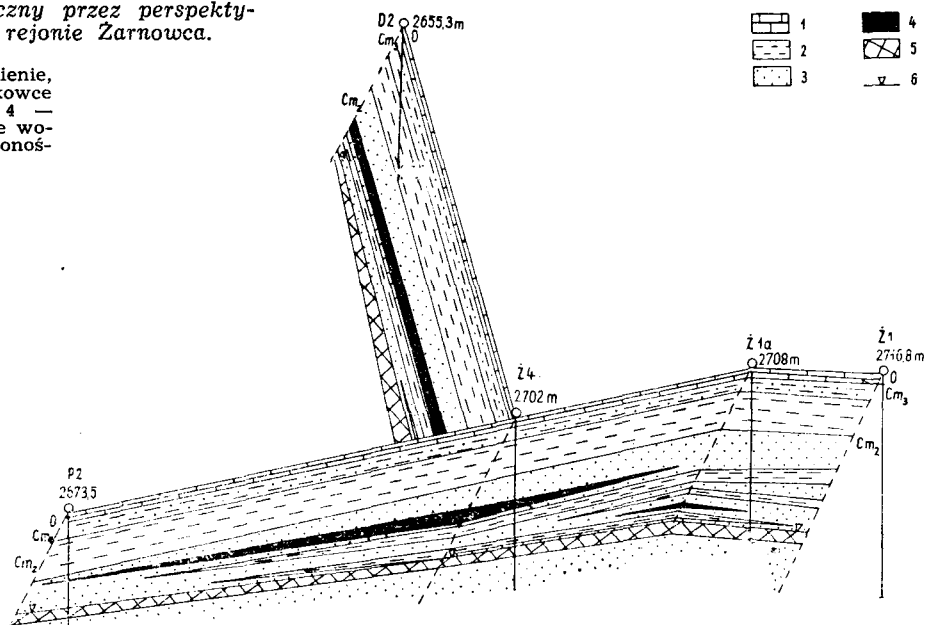


Fig. 3. Hydrogeological cross-section through perspective Cambrian strata in the Żarnowiec area.

Impermeable strata: 1 — limestones, 2 — mudstones and claystones, 3 — quartzite sandstones. Reservoir strata: 4 — oil-bearing sandstones, 5 — water-bearing sandstones, 6 — top of the water-bearing horizon.

Na obszarze tym występuje anomalia być może związana z dyslokacją przebiegającą na północ od Bartoszczyca. Powstała ona w wyniku wtórnego wzbogacenia wód reliktowych w solanki o charakterze ługów solnych. Świadczy o tym wyraźna przewaga magnezu nad wapniem oraz wysoki stosunek $\frac{Cl^-}{Br^-} = 2911$.

Źródłem wzbogacenia były prawdopodobnie ługi solne cechsztynu, które stwierdzono w otworze Br 1. Na obszarze tej anomalii następuje pogorszenie się warunków dla zachowania się złóż węglowodorów.

2. Obszar wód o mineralizacji od 175—200 g/l.

Wody mają tu typowy skład wód reliktowych i niewidoczne są żadne wtórne zmiany. Pojawiają się podwyższone zawartości bromu do 980 mg/l przy wskaźniku $\frac{Cl^-}{Br^-} = 272$.

Koncentracja bromu powstała na drodze nieorganicznej, w naturalnym procesie wzbogacania wód podziemnych basenu artezyjskiego, i nie jest bezpośrednio związana z substancją bitumiczną.

3. Obszar wód o mineralizacji 200—250 g/l.

Wraz z koncentracją jonów następuje tu wzbogacenie pierwiastków biofilnych jodu i bromu. Jod występuje w ilościach powyżej 5 mg/l, a jego największą wartość 20 mg/l stwierdzono w Pasłuku. Bezpośrednim wskaźnikiem występowania węglowodorów jest stwierdzona makroskopowo zawartość gazu palnego w solance, w otworze G1-1. Gaz zawiera 55% węglowodorów, w tym kilka procent węglowodorów ciężkich, co może wskazywać na bliskie sąsiedztwo złoża ropy naftowej. Podobnie stwierdzono gaz w solance w trakcie samowypływu jej w otworze Pk 1. Strefa ta udokumentowana występowaniem wód reliktowych ze śladami gazu palnego jest także perspektywiczna dla zachowania się złóż węglowodorów.

IV strefa hydrochemiczna charakteryzuje się obecnością wód o metamorfizmie $\frac{rNa^+}{rCl^-}$ poniżej 0,50 i mineralizacji powyżej 200 g/l.

Ogranicza ona od zachodu centralną i wschodnią część obszaru. Strefa ta udokumentowana jest wynikami pochodzącymi z otworu Pr-1 i ZG-5. W pierwszym otworze na głębokości 3733 m występują solanki o mineralizacji 238 g/l oraz wysokim stopniu metamorfizmu 0,49. Z pierwiastków biofilnych

stwierdzono podwyższone zawartości jodu w ilości 6 mg/l i bromu w ilości 1630 mg/l. Na uwagę zasługuje 6-krotna przewaga wapnia nad magnezem. W drugim otworze na głębokości około 2700 m mineralizacja wód wynosi 221 g/l, przy bardzo wysokim wskaźniku metamorfizmu 0,36. Solanka zawiera stosunkowo dużą zawartość magnezu (23% milivali).

Ku zachodowi następuje znaczne przegłębienie basenu i w strefie tej brak jest danych. Dopiero na obszarze wyniesienia Leby uzyskano wyniki w rejonie Żarnowca. W serii piaskowcowej kambru środkowego występują parometrowe warstewki roponośne, o których była już mowa wyżej. Strop poziomu wodonośnego podnosi się tu łagodnie ku północy.

Charakter chemizmu wód świadczy o ich daleko zaawansowanym metamorfizmie. Stosunek $\frac{rNa^+}{rCl^-}$ jest na ogół poniżej 0,50. Maksymalne zawartości bromu wynoszą 1411 mg/l i jodu 14 mg/l.

W solankach stwierdzono gaz palny, który genetycznie związany jest z wyżej występującą ropą naftową.

Należy podkreślić, że w ostatnich latach odkryto w radzieckiej części syneklizy perybaltyckiej złoża ropy naftowej w utworach kambru (7). Tam wody towarzyszące złożom ropy charakteryzują się minera-

lizacją powyżej 150 g/l, stosunkiem $\frac{rNa^+}{rCl^-}$ poniżej 0,60, stosunkiem $\frac{rSO_4 \cdot 100}{rCl^-}$ poniżej 0,3; $NH_4 = 80$ mg/l,

a więc zgodnie z charakterystyką uprzednio podaną dla strefy wód chlorkowo-wapniowych klasy IV—V. Istnienie tej strefy wód stwarza dobre warunki dla zachowania się złóż węglowodorów (6).

Utwory ordowiku badane w wielu otworach nie wykazywały przypiływów. Jedynie we wschodniej części syneklizy uzyskano przypiływ solanki, która pochodziła prawdopodobnie z kambru.

Utwory syluru stanowią potężną serię skał nieprzepuszczalnych. Jednak na obszarach, gdzie stwierdzono węglanową fację landoweru uzyskano niewielkie przypiływy. Po opróbowaniu najniższego syluru wapieni w otworze K-1 uzyskano około 2 ton ropy naftowej oraz niewielki przypiływ solanki. Poza tym

przyipywy solanek uzyskano w otworze B-1 i LW-2. Skład ich zbliżony jest do składu solanek z kambru.

WNIOSKI

Ograniczony obszar badań oraz stosunkowo niewielka ilość obserwacji, pomiarów i analiz wód wglębnych w znacznym stopniu utrudniło przeprowadzenie charakterystyki hydrochemicznej. Niemniej jednak nasuwają się pewne wnioski, które wzbogacają dotychczasowe wiadomości o basenie perybaltyckim.

1. Ruch wody na omawianym obszarze jest bardzo powolny. Świadczą o tym niewielkie spadki hydrauliczne oraz mała zmienność poziomu chemizmu solanek.
2. W kambrze środkowym stwierdzono hydrochemiczną strefowość poziomą. Strefowość ta zaznaczona jest wzrostem mineralizacji oraz metamorfizmu solanek od peryferycznej do centralnej części basenu artezyjskiego.
3. Za mało perspektywiczne uważa się utwory kambru w brzeżnych strefach basenu, poza zasięgiem uszczelniających skał syluru i permu oraz w rejonie hydrochemicznej anomalii Bartoszyce.
4. Solanki kambru wykazują mineralizację od około 120 do 240 g/l przy wysokim stopniu metamorfizmu wyrażonym stosunkiem $\frac{rNa^+}{rCl^-}$ poniżej 0,65.
Stwarza to dobre warunki dla zachowania się złóż ropy naftowej i gazu ziemnego.
5. Najlepszymi warunkami zbiornikowymi są górne piaskowce kambru środkowego. Świadczą o tym wartości przyipywu solanek od 5 do 30 m³/h. Warunki te pogarszają się w zachodniej głębszej części basenu.
6. W rejonie Żarnowca na wyniesieniu Łęby występują skomplikowane warunki złożowe. Wśród nieprzepuszczalnych piaskowców kwarcowych kambru środkowego stwierdzono parometrowe warstewki roponośne, które na ogół wzajemnie się nie korelują. Stwarza to duże trudności poszukiwawcze.

SUMMARY

Peribaltic syncline, a depressional unit of the East-European Platform, is also called the Peribaltic basin. This basin opens to the west and passes into the Marginal basin. Cambrian deposits from the central and western parts of the Peribaltic basin promise the occurrence of oil fields. In recent years, a remarkable accumulation of bitumens was found in the Żarnowiec area; exploitation of one of the boreholes has just started. Reservoir horizons of the Cambrian are covered here by impermeable series of Ordovician and Silurian strata. Cambrian strata yield brines differing in degrees of metamorphism and mineralization. In general, degree of water mineralization increases from peripheral to central parts of the basin. Values of mineralization vary from 70 to 240 g/l. Variability of water metamorphism appears to be similar. These are chloride-calcic waters with the ratio $rNa^+ : rCl^-$ equalling from 0.65 to 0.35. In the Bartoszyce area (boreholes Br 1 and L 1), brines of the nature of alkali lye were found. Analysis of hydrochemical indices shows that conditions optimal for preservation of bitumen accumulation have existed in the western, deeper part of the Peribaltic basin. In turn, reservoir horizons of the Cambrian, located outside the range of impermeable cover of Silurian strata, are considered to be less perspective.

7. Bezpośrednim wskaźnikiem występowania złóż ropy naftowej jest gaz palny oraz ślady ropy występujące w solankach paleozoiku.
8. W toku dalszych badań powinno się dążyć do udoskonalenia i rozszerzenia zakresu opróbowania głębokich wierceń. Szczególnie należy zwrócić uwagę na szybkie opróbowanie nawierconych skał ze śladami ropy i gazu, uzyskanie wiarogodnych prób solanek do analizy oraz statycznych wyników poziomów solanek oraz ciśnień złożowych.

LITERATURA

1. Bojarski L. — Jod i brom jako wskaźniki hydrochemiczne występowania węglowodorów w mezozoiku i paleozoiku północnej Polski. Kwart. geol. 1966, nr 1.
2. Bojarski L. — Zastosowanie klasyfikacji hydrochemicznej przy poszukiwaniach naftowych. Prz. geol. 1969, nr 3.
3. Bojarski L., Depowski S. — O hydrochemicznych wskaźnikach możliwości występowania węglowodorów w południowej części obniżenia litewskiego. Ibidem, 1963, nr 2.
4. Cimaszewski L. — Anomalie hydrochemiczne złóż naftowych. Geofiz. i Geol. naft. 1967, nr 7—9.
5. Kondratas A. R., Korkutis W. A. — Prognoz neftienosnosti Južnoj Pribaltiki po novym gidrogeologiczeskim dannym Inst. Geol. i Geogr. AN LIT. SSR Naucz. soobszcz., t. XIV, 1962.
6. Paasikiwi L. B., Zakaszynskij R. — Pierспектиwii neftiegazonosnosti Pribaltiki. Min. Geol. SSSR. Obzor. Wyp. 34. Moskwa, 1965.
7. Sakalauskus K. A. — Tiektonika i neftiegazonosnost' jugozapadnoj Pribaltiki. Izd. Mintis, Vilnius, 1968.
8. Sulin W. A. — Wody neftianych miestoroždenij w sistiemie prirodnych wod. Gostoptiechi-zdat. Moskwa — Leningrad, 1946.
9. Stolarczyk F., Tyski S. — Geologiczne warunki występowania węglowodorów w osadach kambru we wschodniej części syneklizy perybaltyckiej. Prz. geol. 1972, nr 8—9.

РЕЗЮМЕ

Прибалтийская синеклиза, представляющая прогиб в пределах Восточно-Европейской платформы, получила название Прибалтийского бассейна. Бассейн открыт с западной стороны и переходит в Колевую мульду. В центральной и западной частях бассейна перспективные в отношении нефти являются кембрийские породы. В районе местности Жарновец в последнее время были выявлены существенные нефтепроявления, а одна скважина была сдана в эксплуатацию. Коллекторские горизонты кембрия перекрываются мощным экранирующим чехлом ордовика и силура. Они выполнены растворами разной степени минерализации и метаморфизма. Минерализация вод повышается в направлении от периферии к центру бассейна. Степень минерализации колеблется в диапазоне 70—240 г/л. В такой же последовательности меняется степень метаморфизма вод. Эти воды относятся к хлоридно-кальциевому типу с отношением $rNa^+ : rCl^- = 0,65-0,35$. В районе Бартошице распространены среди этих водоразы типа соляных щелоков. На основании гидрохимических данных были определены наиболее благоприятные условия распространения залежей углеводородов в западной, более глубокой части Прибалтийского бассейна. К мало перспективным отнесены коллекторские горизонты кембрия, лишенные силурийского экранирующего покрова.