

WARUNKI HYDRODYNAMICZNE W SYNEKLIZIE PERYBAŁTYCKIEJ

UKD 551.491.5+551.496.5+553.77:551.491.7: 5551.73+556.76:550.822.6/7(438.18+438.15—17)

Badania dynamicznych warunków wód podziemnych w syneklizie perybałtyckiej przeprowadzono prawie we wszystkich głębokich otworach. Technika i metodyka zastosowanych pomiarów różni się swoją dokładnością od pomiarów wykonywanych w otworach hydrogeologicznych, co niezwykle utrudnia interpretację wyników. Dodatkową trudnością jest konieczność przedstawiania warunków dynamicznych dla całego zbiornika, obejmującego poziomy zbiornikowe od kambru do kredy, o różnych warunkach kolektorskich i wypełnionych solankami o różnym stopniu mineralizacji. Po raz pierwszy przedstawione, mające jednocześnie główne znaczenie teoretyczne i praktyczne, jest zagadnienie mechanizmu krążenia wód dla całego basenu zbiornikowego. Pomimo niedostatecznej ilości punktów badawczych i krótkotrwałego okresu obserwacji reżimu wód, w sposób hipotetyczny przedstawiono przestrzenny rozkład ciśnień na obszarze syneklizy perybałtyckiej, łącznie z wyniesieniem mazursko-suwałskim (ryc.).

METODYKA BADAŃ

Pomiary poziomu hydrostatycznego i przypiływu przeprowadzono w głębokich otworach w sposób uproszczony. W celu wypełnienia otworu wodą złożową usuwano za pomocą łyżki płuczkę wiertniczą lub wodę. Następnie mierzono poziom hydrostatyczny w momencie kiedy 3 pomiary, mierzone co 4 godziny, nie wykazywały wahań zwierciadła. Tak pomierzony poziom hydrostatyczny uznano za ustalony, mimo że w pewnych przypadkach czas stabilizacji lustra wody trwałby kilka miesięcy. Zjawisko to występuje szczególnie w poziomach zbiornikowych o małych przypiływach, gdzie z braku czasu przerywano pomiary przed ustaleniem poziomów. Np. z wapieni syluru w otworze Kętrzyn-1 uzyskano mały przypiływu solanki o regularnie podnoszącym się zwierciadło wody. Wykreślona krzywa przypiływu pozwoliła przypuszczać, że ustalenie poziomu hydrostatycznego powinno nastąpić po 3 miesiącach. Z powodu dużych kosztów związanych z długą stójką przerwało pomiary przed ustaleniem się zwierciadła wody i pominięto ten wynik, podobnie zresztą jak w analogicznych przypadkach.

Pomiary przypiływu przeprowadzono metodą szczyrowania mierząc w czasie ilość podnoszącego się płynu, aż do poziomu hydrostatycznego. Tak obliczony przypiływu jest bardzo orientacyjny, a wartość jego zmienia się zależnie od depresji. Ponieważ jednak metodą tą wykonano wszystkie pomiary należy uznać wyniki jako dość dobre.

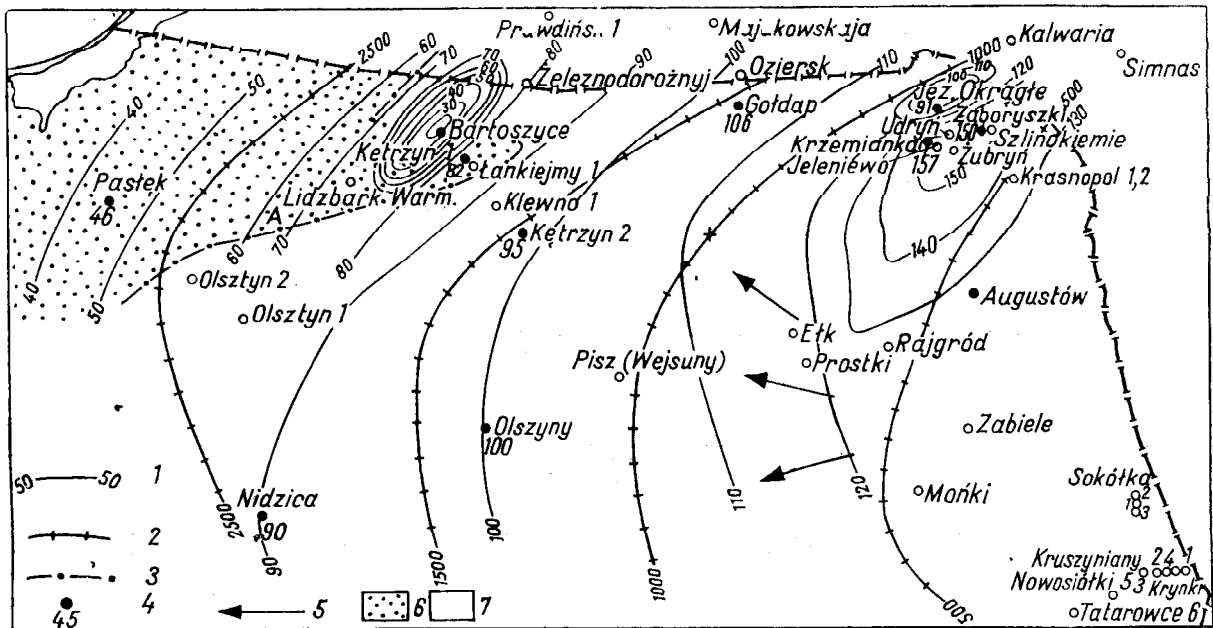
CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW CIŚNIENIOWYCH ZBIORNIKA

W celu przedstawienia warunków krążenia wód wykonano hipotetyczną mapę hydroizohips na tle podłoża krystalicznego. Skały podłoża krystalicznego należy uznać jako nieprzepuszczalne i tylko w strefie wietrzeń oraz rozłamów tektonicznych następuje nieznaczne ich zawodnienie. Tworzą one, w ogólnym znaczeniu, dno basenu zbiornikowego.

Kierunki krążenia wód podziemnych dla całego basenu zbiornikowego były możliwe do przedstawienia po uśrednieniu poziomów hydrostatycznych, pochodzących z różnych horyzontów. W opracowaniu pominięto poziomy zwierciadła wody nieustalone z powodu małego przypiływu oraz niedokładne wyniki związane z niewłaściwym przeprowadzeniem pomiarów. Różnice pomiędzy poszczególnymi poziomami hydrostatycznymi wód są dla poszczególnych poziomów wodonośnych paleozoiku i mezozoiku niezbyt duże, co świadczy o pewnym połączeniu tych poziomów. Powierzchnia hydrostatyczna ogólnie biorąc, pochyla się promieniście od środka wyniesienia mazursko-suwałskiego w kierunku syneklizy perybałtyckiej i synklinorium brzeźnego. W ogólnym obrazie linii hydrostatycznych są lokalne anomalie, mające być może związek z budową geotektoniczną tego rejonu.

W szczytowej części wyniesienia mazursko-suwałskiego ograniczonej izolacją 500 m, zbadano w otworze Augustów-1 poziomy zbiornikowe doggeru i malmu. Poziomy hydrostatyczne ustaliły się poniżej powierzchni terenu na głęb. 9 i 2 m, określając charakter subartezyjski tej części zbiornika. Poziomy hydrostatyczny przyjęty jako średnia dla doggeru i liasu wynosi 125 m npm.

Na N w kierunku syneklizy perybałtyckiej (region Krzemianki) podłoża krystaliczne obniża się i ograniczone jest izolacją 500—1000 m. Ciśnienia piezometryczne osiągają tu największe wartości, tworząc lokalny wyż piezometryczny. W otworach Krzemianka i Zaboryszki, średnie poziomy hydrostatyczne wynoszą odpowiednio 157 i 150 m npm. W otworze Zaboryszki poziom hydrostatyczny sinianu ustalił się na głęb. 40 m poniżej powierzchni terenu, a w otworze Krzemianka z utworów jury i kredy poziom hydrostatyczny ustalił się odpowiednio na głęb. 75 i 51 m. Małe różnice między ciśnieniami hydrostatycznymi wskazują na połączenie poszczególnych poziomów wodonośnych sinanu oraz jury i określają warunki dynamiczne dla częściowo otwartego typu subartezyjskiego.



Mapka powierzchni hydrostatycznej.

1 — hydrozohipsy, 2 — izolinie krystaliniku, 3 — granica ciśnien typu artezyjskiego, 4 — średni poziom hydrostatyczny npm, 5 — kierunek spadku powierzchni, 6 — obszar artezyjski, 7 — obszar subartezyjski.

Map of hydrostatic surface

1 — piezometric contour lines, 2 — contour lines of crystalline basement, 3 — boundaries of pressures of artesian type, 4 — mean hydrostatic level above sea level, 5 — direction of surface dip, 6 — artesian area, 7 — subartesian area.

W kierunku północnym na granicy z wyżym piezometrycznym, na tle regionalnie pochylającej się powierzchni hydrostatycznej, zaznaczyła się lokalna depresja. Depresję piezometryczną zanotowano w otworze Jezioro Okrągłe, gdzie solanki pochodzące z utworów sinianu i pstrego piaskowca ustaliły się na głęb. 55 i 63 m od powierzchni terenu. Uśrednione wyniki wykazały występowanie poziomu hydrostatycznego na głęb. 91 m npm. W miejscu, gdzie podłoże krystaliczne obniża się poniżej 1000 m powierzchnia hydrostatyczna nieznacznie pochyla się w kierunku głębszej części zbiornika — od wierzchołka wyniesienia mazursko-suwałskiego. W pasie ograniczonym izoliniami powierzchni podłoża od 1000 do 1500 m wyniki pochodzą z otworów Gołdap, Kętrzyn-2 i Olszyny. W otworze Gołdap poziomy hydrostatyczne wód kambryjskich, cechsztyńskich i triasowych ustaliły się odpowiednio na głęb. 60, 45 i 54 m wykazując małe różnice. Średni poziom hydrostatyczny wynosił 106 m npm. Podobnie zachowują się poziomy hydrostatyczne w otworze Olszyny, gdzie średnia ich wartość wynosi 100 m npm, co po uwzględnieniu błędów pomiarów należy uznać za wynik analogiczny jak w Gołdapi. Potwierdzeniem położenia powierzchni piezometrycznej jest trzeci punkt (otw. Kętrzyn-2) o wartości 95 m npm, położony w omawianym regionie podłoża krystalicznego.

W pasie ograniczonym izoliniami krystaliniku 1500 — 2500 m następuje gwałtowny spadek powierzchni hydrostatycznej w obrębie strefy przejściowej do syneklizy perybałtyckiej na linii: Kętrzyn-2 — Kętrzyn-1 — Bartoszyce-1 oraz łagodnie w obrębie wyniesienia mazursko-suwałskiego na linii Olszyny — Nidzica.

W otworze Nidzica poziomy hydrostatyczne solanek malmu i kredy ustaliły się poniżej powierzchni terenu na głęb. 110 — 60 m. Średni poziom hydrostatyczny wynosił 90 m npm, co ze względu na stosunkowo duże różnice poszczególnych poziomów może nieco odbiegać od rzeczywistego wyniku.

Na granicy z syneklizą perybałtycką powierzchnia hydrostatyczna obniża się z 95 (Kętrzyn-2) do 82 m (Kętrzyn-1). Otwór Kętrzyn-1 występuje w obrębie zbiornika o ciśnieniach artezyjskich. Z przebadanych

poziomów zbiornikowych kambru, cechsztynu, liasu, malmu i kredy uzyskano samowypływy, średnio ustalone na głęb. +22 m powyżej terenu.

Anomalią w ogólnym przebiegu powierzchni piezometrycznej jest lokalna depresja piezometryczna Bartoszyce. Obniżenie poziomu hydrostatycznego do 18 m npm oraz występowanie ciśnien typu subartezyjskiego, w obrębie tej części syneklizy perybałtyckiej o ciśnieniach artezyjskich, należy uważać jako osobny blok tektoniczny o lokalnych warunkach dynamicznych. Anomalię tę potwierdza budowa tektoniczna oraz chemizm wód specyficzny tylko dla tego rejonu. Zbadane wody kambru, triasu i jury posiadały poziomy hydrostatyczne ustalone odpowiednio na głęb. 20, 38 i 40 m poniżej powierzchni terenu.

Podobnie jak dla innych rejonów i tu dużą rolę odgrywały ciężary właściwe solanek. W Bartoszycach w momencie perforacji otwór był zapełniony wodą i nastąpił przemijający samowypływ. Poziom hydrostatyczny ustalił się poniżej powierzchni terenu w związku z dopływem solanki o większym ciężarze właściwym. Ponieważ jednak nie stwierdzono w wodach silnie zmineralizowanych wyraźnego zmniejszenia ciśnien w stosunku do słodkich wód złożowych postanowiono nie uwzględniać wpływu mineralizacji przy obliczaniu średnich poziomów hydrostatycznych. Podane w ten sposób wartości odtwarzają naturalne warunki ciśnien w basenie zbiornikowym wypełnionym wodami o różnym ciężarze właściwym. Dla utworzenia spodziewanych ciśnien ropy naftowej i gazu podano w tabeli ciężary właściwe wód dla każdego badanego horyzontu.

Dalsze obniżenie powierzchni hydrostatycznej w sensie regionalnym (nie uwzględniono anomalii Bartoszyce) następuje w głębszej części syneklizy perybałtyckiej w rejonie Pasłęka, tam gdzie podłoże krystaliczne występuje na głębokości ok. 3000 m. Warunki ciśnieniowe są charakterystyczne dla basenu zbiornikowego typu artezyjskiego i powinny występować w obrębie całej centralnej części syneklizy perybałtyckiej. W Pasłęku poziomy hydrostatyczne wód pochodzących z kambru, triasu i jury ustalają się powyżej powierzchni terenu na głębokości ok. +46 m npm i jest najniższy w sensie regionalnym dla omawianego terenu (pominięto anomalie Bartoszyce).

Warunki krążenia wód są bardzo skomplikowane, a większość poziomów jest prawie zupełnie odizolowana od wód infiltracyjnych. „Obszarem infiltracyjnym” w ogólnym słowa znaczeniu jest centralna część wyniesienia mazursko-suwalskiego i to głównie tam, gdzie wody słodkie doggeru tworzą dno zbiornika. Obniżenie powierzchni hydrostatycznej (pominięto lokalne anomalie) następuje w kierunku syneklizy perybałtyckiej i synklinorium brzeźnego. Ponieważ wody słodkie występują na dnie zbiornika, a „ruch wody” jest od wierzchołka wyniesienia mazursko-suwalskiego, należy przypuszczać, że rozcieńczanie wód paleozoicznych i mezozoicznych następuje w strefie wyklinowania się tych osadów. Ruch wody w kierunku głębszych części zbiornika jest wynikiem obniżającej się w tym kierunku powierzchni hydrostatycznej. Dużą rolę odgrywa pionowy ruch wód, szczególnie w obrębie bloków dyslo-

kacyjnych, czego wynikiem może być anomalia Bartoszczyk i ewentualnie anomalia Krzemianki.

CHARAKTERYSTYKA WARTOŚCI PRZYPIŁYWU
SOLANEK PALEOZOIKU I MEZOZOIKU

Wielkości przypiływu wód odzwierciedlają w pewnym stopniu przepuszczalność poszczególnych kolektorów. Utwory kambru wykształcone w postaci piaskowców są poziomem zbiornikowym o dosyć dużych wydajnościach. W Pasieku uzyskano samowypływ solanki 7,2 m³/godz. z głębokości ok. 2800 m. W pozostałych otworach uzyskano z kambru przypiływy solanek 1,08—12,8(?) m³/godz. przy poziomach hydrostatycznych ustalonych poniżej powierzchni terenu.

Utwory syluru i ordowiku wykształcone w postaci łupków i wapieni wykazują na ogół słabą przepuszczalność lub całkowity jej brak. Przypiływy wód są

ZESTAWIENIE WYNIKÓW HYDRODYNAMICZNYCH

Lp.	Nazwa otworu	Stratigrafia	Średnia głębokość horyzontu w m	Ciężar właściwy	Przypiływ solanki m ³ /h	Poziom hydrostatyczny od powierzchni terenu w m	Poziom hydrostatyczny npm w m	Średni poziom hydrostatyczny npm w m	Uwagi
1	Pasiek-1	kambr (?) pstry piaskowiec malm	2800(?)	1,0930	7,20	ok. + 22	42	46	Samo-wypływ
			1105	1,0450	10,80	ok. + 30	50		
			600	1,0328	0,64	—	—		
2	Bartoszcze-1	kambr pstry piaskowiec lias	1900	1,1081	12,8(?)	— 20	27	18	—
			974	1,0300	3,60	— 38	11		
			737	1,0081	0,80	— 40	7		
3	Kętrzyn-1	kambr cechsztyń lias malm kreda	1600	1,0935	1,50	ok. + 20	81	82	Samo-wypływ
			1435	1,0658	0,70	ok. + 22	83		
			733	1,0065	0,60	ok. + 22	83		
			515	1,0077	0,90	ok. + 20	81		
			275	—	0,01	—	—		
4	Kętrzyn-2	malm	731	1,0060	1,50	— 20	95	95	—
5	Nidzica-1	malm kreda górna	1125	1,0222	1,60	— 110	65	90	—
			?	1,0120	1,60	— 60	115		
6	Olszyny-1	malm trzeciorzęd	802	1,0038	—	— 68	76	100	—
			250	1,0011	—	— 10	134		
7	Gołdap-1	kambr cechsztyń pstry piaskowiec	1490	1,0844	1,08	— 60	94	106	—
			1000	1,0770	1,80	— 45	112		
			810	1,0558	0,90	— 54	102		
8	Jezioro Okrągłe	sinian pstry piaskowiec	970	—	—	— 55	95	91	—
			715	—	—	— 63	87		
9	Zaborszki	sinian	755	—	—	— 40	150	150	—
10	Krzemianka	jura	614	—	0,06	— 75	145	157	—
11	Augustów	dogger malm	460	—	—	— 9	121	125	—
			435	—	—	— 2	128		

bardzo małe i dochodzą do kilku litrów na godzinę. W otworze Kętrzyn—1 maksymalny przyływ ropy naftowej wynosił 180 l/dobę oraz solanki do 220 l/dobę.

Utwory permu są w centralnej części zbiornika bardzo słabo przepuszczalne i w większości przebadanych horyzontów nie wykazują przyływów. Jedynie w częściach peryferycznych zbiornika w miejscu gdzie w profilu geologicznym przeważają wapienie, warunki kolektorskie się poprawiają. W otworze Kętrzyn—1 uzyskano samowypływ solanki w ilości 0,7 m³/godz. przy poziomie hydrostatycznym ustalonym poniżej powierzchni terenu.

Utwory pstręgo piaskowca wykazują znaczne przykławy solanek z poziomów piaskowcowych. W otworze Pasłęk uzyskano z tego poziomu samowypływ solanki 10,8 m³/godz. oraz w części subartezyjskiej zbiornika w rejonie Bartoszyce — przyływ w ilości 3,6 m³/godz. W Gołdapi z poziomów wapieni oolitowych uzyskano nieco mniejszy przyływ wody zmineralizowanej w ilości ok. 0,9 m³/godz. Wydajności poszczególnych poziomów zbiornikowych są prawdopodobnie znacznie większe, ponieważ ze względu na charakter badań opróbowano tylko strop poszczególnych poziomów. Typowane w ten sposób horyzonty zawierały w stropie duży procent osadów o słabej przepuszczalności.

Utwory jurajskie tworzą ogólnie biorąc dwa poziomy zbiornikowe doggeru i liasu oraz malmu. Utwory liasu wykształcone są głównie w facji piaszczystej z licznymi pakietami warstw ilastych. W NE części omawianego terenu lias i dogger jest silnie zredukowany, tworząc niejednokrotnie wspólny poziom. Dogger reprezentują wapienie, piaskowce i margle oolitowe keloweju oraz osady piaszczysto-ilaste górnego batonu z wyraźną tendencją do redukcji w kierunku wschodnim, podobnie jak osady piaszczysto-ilaste liasu.

Osady jury nie mają kolektorów o dobrej przepuszczalności, jakby to wynikało z charakteru skał. Przykławy w strefie subartezyjskiej zbiornika wynosiły 0,06 — 0,8 m³/godz, a w obrębie strefy artezyjskiej 0,6 m³/godz. na samowypływie. Malm wykształcony jest głównie w postaci mulowców piaszczysto-marglistych z nielicznymi wkładkami piaskowców wapienistych oraz wapieni. Samowypływy z tego poziomu uzyskano w Pasłęku w ilości 0,64 m³/godz. oraz Kętrzynie—1 w ilości 0,9 m³/godz. W strefie subartezyjskiej przykławy wód wahały się od 1,5 do 1,6 m³/godz.

Utwory kredy wykształcone w facji węglanowej i piaszczystej zbadano w sposób bardziej ograniczony. Badanie utworów piaszczystych kredy w głębokich otworach daje znacznie zmienione wyniki przykławów w związku z tworzeniem się po perforacji kor-

ków piaszczystych. Z poziomów węglanowych kredy górnej uzyskano przyływ 0,009 — 1,6 m³/godz.

Osady trzeciorzędu i czwartorzędu nie zostały objęte badaniami ze względu na charakter prac geologicznych.

WNIOSKI

Syneklizę perybałtycką należy uznać za duży basen zbiornikowy, którego brzegiem od strony południowo-wschodniej jest wyniesienie mazursko-suwalskie. Basen wypełniony jest solankami i wodami o różnym stopniu mineralizacji oraz prawdopodobnie ropą naftową i gazem ziemnym. Należy mniemać, że solanki w poszczególnych poziomach zbiornikowych nie są całkowicie odizolowane, lecz powiązane ze sobą. W tak usytuowanym przez długie okresy geologiczne zbiorniku, warunki dynamiczne wód posiadają charakter ciśnień artezyjskich i subartezyjskich. W warunkach tych, wszystkie osady są pod ciśnieniem o wyrównujących się poziomach hydrostatycznych w poszczególnych otworach. Szczególnie wyraźnie zaznaczone jest to zjawisko w strefie brzeźnej syneklizy perybałtyckiej oraz na terenie wyniesienia mazursko-suwalskiego, gdzie poziomy hydrostatyczne wód mezozoicznych i paleozoicznych nie wykazują dużych różnic. Generalny dla omawianego terenu układ powierzchni hydrostatycznej zaznacza jej spadek od szczytowej części wyniesienia mazursko-suwalskiego, zgodnie z obniżającą się powierzchnią podłoża krystalicznego w kierunku syneklizy perybałtyckiej i synklinorium brzeźnego (ryc.). Wody podziemne spływają w stronę głębszej części zbiornika. W tej sytuacji obszarem alimentacyjnym wydaje się być wyniesienie mazursko-suwalskie w części szczytowej ograniczonej izolacją 500 lub nawet 1000 m. Granica między obszarem ciśnień subartezyjskich przebiega na linii Kętrzyn—1 — Pasłęk. W obrębie niecki artezyjskiej zaznacza się duża depresja piezometryczna Bartoszyce, związana być może z wydzielnym blokiem tektonicznym, co daje wyraźną anomalię w układzie ciśnień piezometrycznych. Wywołane jest to większą swobodą wymiany wód w warunkach pionowych dróg krążenia, co potwierdza zresztą słaby ich metamorfizm. Na obszarze subartezyjskim basenu zbiornikowego zostaje zaznaczony wyraźny wyż piezometryczny w regionie Krzemianek i związany też ze strefą dyslokacyjną. Jednak inny charakter anomalii piezometrycznej niż w Bartoszycach wywołany jest podniesieniem się poziomów hydrostatycznych, w związku z brakiem dróg krążenia w warunkach odizolowania wód triasu i sinianu od wód młodszego mezozoiku. Wskazuje to na prawie całkowite odizolowanie wód triasu i sinianu, podobnie zresztą jak wód starszego paleozoiku w centralnej części syneklizy perybałtyckiej.

SUMMARY

More than ten deep bore holes have been made and examined in the area of the Peri-Baltic syncline and the adjacent regions. Examinations comprised both Palaeozoic and Mesozoic horizons of the basin. Measurements of flows and of hydrostatic horizons allowed the author to determine the hydrodynamical conditions of the basin considered. It has been ascertained that the Peri-Baltic syncline is filled in with brine and water characterized by various degree of mineralization. In the westerly, deeper part of the Peri-Baltic syncline, Palaeozoic and Mesozoic waters are found to occur within the pressure zone of an artesian basin. The remaining part and the Mazury-Suwałki elevation are in the pressure zone of subartesian type. The attached map (Fig. 1) shows the scheme of water circulation. The general system of piezometric surface illustrates a dipping of this latter, beginning with the Mazury-Suwałki elevation, towards the deeper part of the Peri-Baltic syncline and the marginal trough. The values of brine flows characterize here the permeability of the individual reservoirs.

РЕЗЮМЕ

На площади Перибалтийской синеклизы и в смежных с ней районах пройдено несколько глубоких буровых скважин. В скважинах проводились гидрогеологические исследования, охватывавшие водоносные горизонты палеозоя и мезозоя. Замеры притоков и гидростатических горизонтов дали данные для характеристики гидродинамических условий водоёма. Перибалтийская синеклиза выполнена соляными растворами и водами разной степени минерализации. В более глубокой западной части синеклизы палеозойские и мезозойские водоносные горизонты располагаются в зоне артезианских давлений. Остальная часть синеклизы и Мазуро-Суваляковское поднятие находится в зоне давлений субартезианского типа. На карте (фиг. 1) изображена схема циркуляции вод.

В общем простирании пьезометрической поверхности отмечается её снижение в направлении от Мазуро-Суваляковского поднятия к более глубокой части Перибалтийской синеклизы и к Краевой мульде. Кроме того, величина притока соляных растворов определяет проницаемость отдельных пород-коллекторов.