

Anna FELDMAN-OLSZEWSKA, Barbara MASSALSKA

NAJWAŻNIEJSZE WYNIKI BADAŃ W OTWORZE OŚWINO IG 1

Otwór Oświno IG 1 został zlokalizowany na obszarze północnej części niecki szczecińskiej, w pobliżu południowej krawędzi wału pomorskiego. Odwiercony został w 1964 r., osiągając głęb. 2250,0 m [według głębokości jednego z pomiarów geofizycznych (PG) 2253,75 m]. Celem wiercenia było uzyskanie profilu utworów kredy dolnej oraz jury górnej i środkowej oraz wyjaśnienie zagadnienia wzrostu miąższości tych utworów w strefie przejściowej, od niecki szczecińskiej do wału pomorskiego. Dodatkowym celem było wyjaśnienie możliwości nagromadzenia bituminów w utworach jury i kredy dolnej.

W otworze zostały przewiercone utwory czwartorzędu, miocenu i paleocenu oraz kredy górnej i dolnej, jury górnej i środkowej; otwór zakończony został w utworach najwyższej jury dolnej.

Jura dolna stwierdzona została w przedziale głęb. 2220,0–2253,75 (miąższość 33,75). W otworze nawiercono przystropowy odcinek formacji borucickiej (toark górny), który tworzą głównie piaskowce o rzecznej genezie.

Jura środkowa, na głęb. 1933,5–2220,0 m, obejmuje pełny profil stratygraficzny (od aalenu po kelowej), o miąższości 286,5 m. Jest to wartość zredukowana w stosunku do osiowej części pomorskiego regionu basenu sedymentacyjnego, lecz większa niż w południowo-zachodnim obszarze niecki szczecińskiej. W dolnym odcinku (aalenu–dolny bajos) profil reprezentowany jest przez dwa kompleksy piaskowcowe rozdzielone przez kompleks iłowcowy. Są to utwory w przeważającej mierze o genezie lądowej, z wyraźnymi morskimi wpływami w dolnej części kompleksu drobnoziarnistego. Wyższy odcinek jury środkowej (bajos górny–kelowej) reprezentują utwory iłowcowo-mułowcowe oraz piaskowcowe osadzone w środowisku morskim. Profil bajosu górnego w dolnym i górnym odcinku tworzą kompleksy mułowcowe rozdzielone przez kompleks piaskowców chlorytowych. Baton dolny i górny zdominowany jest przez iłowce i mułowce, natomiast w batonie środkowym prawie wyłącznie występują piaskowce. Kelowej reprezentują mułowce, iłowce i łupki, które wydzielone zostały jako dolny odcinek formacji Łyny. Stratygrafia utworów jury

środkowej wykonana została na podstawie wyników analiz przewodniej fauny amonitowej oraz mikrofauny.

W otworze stwierdzono pełny profil jury górnej (oksford, kimeryd i tyton), z ciągłym przejściem do beriasu dolnego (kreda dolna). Występuje ona na głęb. 1560,0–1933,5 m, a jej miąższość wynosi 373,5 m. Profil oksfordu obejmuje: mułowce górnego odcinka formacji Łyny (108,5 m), piaskowce formacji z Chociwła (45,0 m), a także dolomity marglisto-mułowcowe, mułowce dolomityczne oraz wapienie dolomityczne, oolitowe i detrytyczne tworzące dolny i środkowy odcinek formacji Brdy (92,5 m). Kimeryd dolny obejmuje górny odcinek formacji Brdy wraz z piaskowcami ogniwa oświńskiego (6,5 m) w stropie. Profil kimerydu górnego oraz tytonu dolnego i środkowego wydzielony został jako formacja pałucka (73,5 m), wykształcona jako mułowce margliste, łupki margliste i mułowce piaszczyste oraz margle z wkładkami wapienia marglistego. Najwyższa część tytonu, wykształcona jako wapienie, reprezentuje dolny odcinek formacji kcyńskiej – ogniwo wapieni korbulowych.

Kreda dolna, o miąższości 279,5 m, stwierdzona została na głęb. 1280,5–1560,0 m. Reprezentowana jest przez: (1) formację rogoźniańską – ogniwo z Opoczek wykształcone jako mułowce z oolitami i pseudooolitami wodorotlenków żelaza (berias górny /riazań–niższy walanżyn dolny); (2) formację bodzanowską (wyższy walanżyn dolny) zbudowaną z piaskowców od drobno- do różno- i gruboziarnistych, miejscami ze żwirkiem; (3) formację włocławską – ogniwo wierzchosławickie (walanżyn górny), którą tworzą iłowce i piaskowce; (4) nierozdzielony interwał piaskowcowo-mułowcowo-iłowcowy obejmujący najprawdopodobniej ogniwa gniewkowskie i żychlińskie (hoteryw), oraz (5) formację mogileńską (?barrem–alb środkowy). Formacja mogileńska dzieli się na 3 ogniwa: pagórczańskie (?barrem) – zbudowane z piaskowców, goplańskie (?apt) – wykształcone jako piaskowce drobnoziarniste z konglomeratami piritu i ooidami żelazistymi, miejscami syderytyczne i kruszwickie (?alb dolny–środkowy) – utworzone przez piaskowce, iłowce i piaskowce glaukonitowe. Niewielkiej miąższości alb górny tworzy warstwa piaskowców drobnoziarnistych kwarcowo-glaukonito-

wych (glaukonity) i mułowcowych o spoiwie marglisto-fosforytowym, z dość licznymi koncentracjami fosforu.

Kreda górna występuje na głęb. 251,0–1280,5 m (miąższość 1029,5 m), jest reprezentowana przez utwory od cenomanu po kampan. W otworze utworów mastrychtu nie stwierdzono. Cenoman reprezentuje kompleks wapieni z warstwą margla w stropie. Profil turonu budują w dolnym odcinku iłowce i mułowce margliste i marglisto-ilaste, a następnie opoki ilaste. Opoki występują również w profilu koniaku i górnej części santonu, rozdzielone marglami ilastymi i mułowcowymi santonu dolnego. Dolny odcinek profilu kampanu budują opoki, które przechodzą w mułowce margliste; profil kończą piaski kwarcowo-glaukonitowe.

Powyżej, na głęb. 101,5–251,0 m, stwierdzono w profilu utwory paleogenu (66,0 m) i neogenu (83,5 m). Paleogen reprezentuje formacja mosińska dolna (oligocen dolny) wykształcona jako piaski i piaskowce kwarcowo-fosforytowo-glaukonitowe. Neogen w dolnym odcinku budują ility, w górnym piaski kwarcowe. Utwory te wydzielono jako formację adamowską, wiekowo zaliczaną do miocenu.

Profil czwartorzędu, do głęb. 101,5 m, budują utwory piaszczyste z jednym poziomem gliny zwałowej. Utwory te reprezentują: zlodowacenie Sanu zaliczane do zlodowaceń południowopolskich, zlodowacenie Odry i zlodowacenie Warty zaliczane do zlodowaceń środkowopolskich oraz zlodowacenie Wisły reprezentujące zlodowacenia północnopolskie.

Znaczna część utworów została przebadana pod kątem stratygraficznym, wykonano badania makrofaunistyczne amonitów (jura środkowa, kreda dolna) i inoceramów (kreda górna), mikropaleontologiczne (otwornice i małżoraczki – jura środkowa i górna, kreda dolna i górna) oraz palinologiczne (kreda dolna) i nanoplanktonu (kreda dolna). Uzyskane wyniki pozwoliły na precyzyjne datowanie poszczególnych kompleksów skalnych w profilu otworu.

Wykonano badania petrograficzne utworów jury dolnej i środkowej, najniższego oksfordu (jura górna) i kredy dolnej.

W utworach jury przebadano głównie piaskowce. Ich głównym składnikiem jest kwarc, którego ziarna zawierają bardzo drobne wrostki mineralne i inkluzje gazowe, niektóre pokryte powłokami regeneracyjnymi. Ponadto występuje skałenie (głównie mikroklin, sporadycznie skałenie niezblizniaczone, prawdopodobnie reprezentujące ortoklaz), łuszczyki (głównie muskowit, rzadko biotyt z oznakami chlorytyzacji). Znotowano okruchy skał (kwarcyty, łupki kwarcytowe, rogowce), kalcytowe okruchy fauny (małże, szkarłupnie) oraz zdeformowane ooidy berthierynowe. Cement jest spoiwem typu podstawowego, rzadziej – stykowego, złożonym z minerałów ilastych (illit, chloryt i kaolinit), materii organicznej, piritu i pelitu węglanowego. Wśród węglanów najpospolitszy jest syderyt (czysty syderyt, syderoplesyt i pistomesyt), od batonu dolnego wzrasta zawartość kalcytu. Piaskowce chlorytowe zawierają zwykle spoiwo berthierynowe, stanowiące <10% skały.

W iłowcach i łupkach ilastych stwierdzono illit, kaolinit, chloryt, hydromuskowit, syderyt, materię organiczną oraz pirit. Materiał detrytyczny stanowi do 50% obj. skały i składa się głównie z ziaren kwarcu. Ponadto występują bardzo

drobne, węgliste, chitynowe lub spirytyzowane szczątki flory. W łupkach, jak i w piaskowcach, występują syderyty ilasto-piaszczyste warstwowe oraz koncentracje syderytowe, wykazujące strukturę pelitowo-psamitową, teksturę bezładną, rzadziej równoległą. Skały syderytowe zawierają pelit ilasty oraz materiał detrytyczny, stwierdzono również ooidy berthierynowe, ooidy berthierynowo-kaolinitowe oraz ooidy kaolinitowe, powstałe w wyniku przeobrażenia berthierynu. Wśród minerałów ciężkich pochodzenia detrytycznego stwierdzono magnetyt, turmalin, rutyl, staurolit, granat, sylimanit typu fibrolitu, amfibole – reprezentowane przez hornblendę zwyczajną oraz glaukofan, pirokseny, biotyt.

Przebadane w utworach kredy dolnej piaskowce wapieniste wykazują strukturę psamitową, teksturę słabo kierunkową lub bezładną. Głównym składnikiem materiału detrytycznego jest kwarc, występuje również glaukonit, żelaziste pseudoooidy, muskowit, syderyt. Spoiwo piaskowców jest drobnokrystaliczne kalcytowe, szamozytowe lub ilaste. Głównym składnikiem iłowców, mułowców i spoiwa piaskowców jest illit. Jako domieszkę spotyka się bardzo drobnomikrytowy syderyt. Mułowce wykazują strukturę aleurytową, miejscami aleurytowo-psamitową, teksturę bezładną lub słabo kierunkową. Materiał detrytyczny zawiera głównie nieobtoczone ziarna kwarcu. Iłowce są o strukturze pelitowej i teksturze kierunkowej podkreślonej ułożeniem łusek illitu.

Badania geochemiczne materii organicznej wykonano dla skał jury środkowej i górnej oraz kredy dolnej i najniższej kredy górnej.

Iłowce i mułowce jury środkowej są bogate zarówno w substancję organiczną (0,49–2,86% wag. skały; średnio 1,53% wag. skały), jak też w bituminy (0,021–0,135% wag. skały; średnio 0,043% wag. skały). Stanowią one 3–15% substancji bitumicznej, a zawartość ich w skale waha się od 0,002 do 0,011%. Węglowodory mają charakter naftenowy, jedna próbka z keloweju dolnego wykazuje wyraźnie parafinowy charakter. Niewęglowodorowa część olejów zawiera dużą ilość struktur aromatycznych. Substancja bitumiczna wykazuje mały stopień zaawansowania przemian termicznych. Stwierdzone w utworach jury środkowej bituminy i występujące w nich węglowodory uznano za syngenetyczne z osadami.

W utworach jury górnej zawartość substancji organicznej wynosi 0,39–1,44% wag., ilość bituminów 0,012–0,079% wag. Węglowodory występują w ilości 0,003–0,004% wag. Próbkę wykazują zarówno parafinowy, jak i naftenowy charakter węglowodorów. Różnicowanie charakteru i ilości węglowodorów w skałach jury górnej wiązane jest z odmiennym wyjściowym materiałem organicznym, bądź też różnymi warunkami jego przemian. Węglowodory jury górnej uznano za syngenetyczne z osadem.

Zawartość substancji organicznej w utworach ilastych i mułowcowych kredy dolnej (berias-walanżyn dolny) wynosi od 0,56 do 2,22% wag., w piaskowcach (walanżyn) 0,33–1,60% wag. Ilość bituminów wynosi od 0,012 do 0,030% wag. Węglowodory w skale występują w niewielkich ilościach (0,001–0,009% wag.). W najniższej części profilu stwierdzono zawartość węglowodorów w ekstrakcie

bitumicznym w ilości 16–20% wag., natomiast w wyżej leżących piaskowcach 32% wag. Wykazują one identyczny parafinowo-naftenowy charakter węglowodorów, co sugeruje ich związek genetyczny i migrację pionową. W piaskowcach aptu węglowodory stanowią tylko 6% ekstraktu bitumicznego, różnią się od próbek ze skał starszych i młodszych i wykazują bardzo niski poziom zaawansowania przemian. Hłowce aptu zawierają niewielkie (0,009% wag. w skale, 31% wag. w bituminach) ilości węglowodorów typu naftenowego. Węglowodory z kredy dolnej (poza walańzynom górny) mają charakter syngenetyczny. Skały cenomanu zawierają małe ilości substancji organicznej, bituminów i węglowodorów. Udział węglowodorów w substancji bitumicznej jest niski (17 i 18 % wag.), a przeważają w nich wyraźnie węglowodory parafinowe. Różnią się one tym zdecydowanie od naftenowych i parafinowo-naftenowych węglowodorów kredy dolnej. Bituminy wykazują niski stopień zaawansowania przemian w ropę naftową.

Wyniki badań ilości i charakteru chemicznego węglowodorów jury i kredy w wierceniu Oświno IG 1 pozwalają przypuszczać, że bituminy są tu w przeważającej mierze syngenetyczne z osadami, a ogólny stopień zmetamorfizowania bituminów jest bardzo niski.

Badania geochemiczne Rock Eval wykonano jedynie dla utworów jury środkowej oraz najniższej jury górnej (oksford). Zawartość uwęglonej materii organicznej (TOC) wynosi pomiędzy 0,14 a 17,03% wag., przy czym wartości powyżej 4% stwierdzono jedynie dla próbek bajosu i aalenu. Wartości parametru S1, określającego zawartość wolnych węglowodorów w skale, oscyluje między 0,03 a 1,26 mgHC/gSkały, ilość węglowodorów generowanych w wyniku pirolizy (parametr S2) pomiędzy 0,10 a 60,60 mgHC/gSkały. Wartości stosunku S1/S2 (0,02–0,30) oraz stosunku S1/TOC (0,01–0,21) zdecydowanie poniżej jedności sugerują autochtoniczny charakter zawartych w skale bituminów. Zależności pomiędzy parametrami S1 i S2 oraz TOC wskazują, że większość przebadanych próbek skalnych wykazuje cechy niedojrzałych skał macierzystych i posiada niski potencjał węglowodorowy. Wyjątek stanowi część próbek bajosu dolnego i aalenu, które charakteryzują się wartościami wskaźników typowymi dla skał macierzystych o średnim – doskonałym potencjale węglowodorowym. Przebadane próbki charakteryzują się wartościami HI, w zakresie 14–356 mgHC/gTOC, oraz wartościami OI 13–270 mgCO₂/gTOC. Mogą stanowić co najwyżej skały macierzyste dla węglowodorów gazowych – kerogen typu III i/lub IV. Jedyną próbką przejawiającą cechy skały roponośnej jest próbka z głęb. 2162,0 m (aalen–bajos dolny), którą charakteryzuje obecność kerogenu II. Zakres otrzymanych wartości T_{max} dla przebadanych próbek wynosi 413–437°C, wskazując na niską dojrzałość termiczną badanego kerogenu. Wskazuje na to również indeks produktywności (PI), którego wartość nie przekracza 0,23.

Analiza tempa depozycji oraz warunków pogrzebania wykonana została dla jury środkowej, górnej, kredy i kenozoiku. Tempo depozycji dla większości pięter jury środkowej (aalen–bajos, baton górny, kelowej środkowy i górny, oksford górny, kimeryd dolny, tyton górny) oszacowano na ~12–22 m/mln

lat. Większe tempo subsydencji w przedziale 40–70 m/mln lat zanotowano dla batonu środkowego, kelowej dolnej, oksfordu dolnego i środkowego. Największy skok zanotowano dla batonu dolnego (~125 m/mln lat). Zahamowanie tempa stwierdzono w kimerydzie górnym (~7 m/mln lat) i tytonie dolnym (~1 m/mln lat). Dla kredy dolnej stwierdzono zmienne tempo depozycji: od 0,5 m/mln lat dla albu górnego do 16 m/mln lat dla beriasu dolnego oraz albu dolnego i środkowego. Wyjątek stanowi walańzyn dolny z tempem subsydencji ~44 m/mln lat. W cenomanie tempo depozycji było niskie (~3 m/mln lat), w turonie wzrosło do ~30 m/mln lat, a w koniak i santonie do ~50 m/mln lat. Gwałtowny skok i maksymalne tempo depozycji oszacowano dla kampanu (~444 m/mln lat), co wskazuje na bardzo gwałtowną ekstensję. W mastrychcie nastąpił powrót do tempa ~40 m/mln lat. Na przełomie kredy górnej i paleogenu stwierdzono zmianę reżimu tektonicznego z ekstensyjnego na kompresyjny, erozję części osadów kampanu i pełnego profilu mastrychtu. W połowie miocenu nastąpiła ponowna ekstensja, w czasie której tempo depozycji osadów osiągnęło ~4 m/mln lat, przyspieszając ostatecznie do ~10 m/mln lat w czwartorzędzie.

Dla całego profilu wykonano badania gęstości objętościowej skał oraz porowatości efektywnej. Najlżejszymi są utwory neogenu i paleogenu. Zarówno utwory czwartorzędu, jak i kredy, charakteryzują się wyższą gęstością objętościową, jednak pomiędzy utworami kredowymi a paleogenem nie zaznacza się żaden wyraźny kontrast gęstościowy, ponieważ najmłodsze utwory kredy (kampanu) są równie lekkie jak nadległe utwory paleogenu. Najcięższymi są utwory kredowe cenomanu. Średnia gęstość objętościowa utworów jurajskich jest znacząco wyższa od gęstości utworów kredowych, przy czym utwory jury górnej są przeciętnie cięższe od utworów jury środkowej, a najlżejsze są utwory najwyższej jury dolnej (toarku górnego). Największą porowatością efektywną charakteryzują się utwory kredy górnej, w szczególności kampanu.

Badania prędkości średnich w otworze wykonano na głęb. 20–1925 m, w utworach kenozoiku, kredy i jury górnej. Analiza obliczonych prędkości interwałowych, prędkości kompleksowych oraz krzywe prędkości wygładzonych pozwoliła na wydzielenie czterech kompleksów o możliwie jednolitej i zbliżonej charakterystyce prędkościowej. Kompleks I obejmuje czwartorzęd, miocen, paleogen i kampan górny do głęb. 620 m, z podziałem na dwa podkompleksy: a) do głęb. 250 m – z prędkością kompleksową 1830 m/s i b) poniżej 250 m – ze średnią prędkością 2290 m/s. Kompleks II na głęb. 620–1000 m, o średniej prędkości kompleksowej 2660 m/s, obejmuje dolne warstwy kampanu górnego, kampan dolny oraz santon. Kompleks III, do głęb. 1520 m, o średniej prędkości kompleksowej 3100 m/s, dotyczy pozostałych pięter kredy górnej (koniak, turon, cenoman) oraz całej kredy dolnej (alb–berias górny). Kompleks IV od głęb. 1520 m do głębokości wykonania pomiaru (1925,0 m), wydzielający jurę górną oraz najniższą kredę dolną, składa się z dwóch podkompleksów, które charakteryzują dwie różne średnie prędkości. Górna, obejmująca utwory od beriasu dolnego do kimerydu górnego (1520–1660 m), posiada war-

tość 3510 m/s. Wartość dolna, odnosząca się do utworów kimerydu dolnego i oksfordu, wynosi 4020 m/s. Uwzględnienie końcowego odcinka pomiaru z ujemnym kontrastem prędkości obniża ją do 3960 m/s.

W otworze opróbowano 6 poziomów zbiornikowych: dolno/środkowojurajski (toark górny–bajos), środkowojurajski (baton środkowy i górny), górnójurajski (oksford), dolnokredowy (berias dolny), dolnokredowy (?alb środkowy i dolny–?apt), dolnokredowy (berias dolny) – górnójurajski (tyton górny) i górnokredowy (kampan). W najniższym poziomie oraz w poziomie dolnokredowym (?alb środkowy i dolny–?apt) wielkości przepływu nie mierzono. W poziomach jury środkowej i oksfordu stwierdzono minimalny przepływ solanki o wielkości 0,0093 m³/h i 0,0063 m³/h. Z utworów beriasu uzyskano przepływ solanki w wysokości 0,552 m³/h, natomiast z utworów kampanu – 0,59 m³/h. Mineralizacja wód zmienia się od 99,6 g/dm³ i 104,0 g/dm³

w jurze dolnej i środkowej, przez 31,9 g/dm³ w oksfordzie do 96,0 g/dm³ i 98,0 g/dm³ w kredzie dolnej. Wyniki dwóch ostatnich poziomów mogą być zafałszowane, gdyż przypuszczalnie zbadany płyn był mieszaniną wody złożowej z wodą z głębszych poziomów. Mineralizacja ogólna wody z poziomu kreda górna wynosi 1 g/dm³.

Wyniki analiz fizyczno-chemicznych wód wskazują, że w opróbowanych utworach jury i kredy dolnej występują solanki typu chlorkowo-sodowego. Wartości wskaźników hydrochemicznych, szczególnie wskaźnika $\frac{rNa}{rCl}$ mieszczącego się w granicach 0,81–0,87, wskazują na dobrą i długotrwałą izolację wód od powierzchni ziemi oraz na ich silne zmetamorfizowanie. W poziomie górnokredowym występują wody typu chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowego.

Otwór wiertniczy Oświno IG 1 spełnił postawione przed nim zadanie geologiczne.