

Jan CALIKOWSKI, Sylwester MAREK, Jerzy ZNOSKO

Rozważania o ewolucji i migracji bituminów na Niżu Polskim

WSTĘP

W wyniku dotychczas przeprowadzonych badań geologicznych i poszukiwań stwierdzono na Niżu Polskim przejawy ropy i gazu, a w niektórych miejscach ustalono nawet ich złożowe nagromadzenia. Nie wnikając na razie w problem macierzystości kompleksów skalnych cechsztynu i mezozoiku oraz kompleksów precechsztyńskich można wyrazić przypuszczenie, że szanse na odkrycie ropy i gazu wzrosną poważnie, jeśli udowodni się, że dewon i karbon określonej części Niżu rozwijał się w strefie subwaryscyjskiej, a ściślej mówiąc w strefie przedgórskiego rowu waryscyjskiego. Wiadomo bowiem, że potencjalne możliwości tworzenia i gromadzenia się złóż ropy i gazu są zawsze największe w strefach zapadlisk orogenicznych. Dowodem na to są liczne złoża przeduralskie, szczególnie Baszkirii i zagłębia Emby, a także złoża alpejskich przed- i śródgórskich zapadlisk orogenicznych, prawie na całej długości alpejskiego systemu górotwórczego.

Wychodząc z założenia geostrukturalnej pozycji kompleksów dewonско-karbońskich, wypełniających strefę subwaryscyjską, a w szczególności waryscyjskie zapadlisko przedgórskie, trzeba by znane nam dotychczas przejawy ropy traktować jako wynik migracji pionowej, manifestującej się w strefach wysadów solnych, oraz jako wynik migracji lateralnej, wyrażającej się przejawami względnie złożami ropy i gazu w aureoli obwodowej przedgórskiego zapadliska waryscyjskiego. Za wyraz tego rodzaju migracji mogą być poczytane: złoża w Rybakach i Reinkenhausen, złoża przedsudeckie (Odolanów), a także w dewonie i karbonie Lubelszczyzny (Abramów, Dęblin, Kock).

USTALENIA WYPŁYWAJĄCE Z BADAŃ GEOCHEMICZNYCH BITUMINÓW

Z badań geochemicznych wykonanych w Instytucie Geologicznym pod kierunkiem J. Calikowskiego w latach 1965—1970 nad bituminami i ropami naftowymi synekliny perybałtyckiej, niecki brzeżnej, niecki mogli-

leńsko-lódzkiej, obniżenia podlaskiego, Lubelszczyzny i Kujaw, których wyniki ujęte są w odpowiednich syntetyczno-regionalnych opracowaniach, a częściowo nawet już opublikowane (J. Calikowski, 1965; J. Calikowski, B. Gondek, 1965, 1967, 1970), wynikają następujące wnioski:

1. Kompleksy osadów sylurskich mają wszystkie cechy przypisywane formacjom macierzystym dla ropy i gazu. To stwierdzenie według największego prawdopodobieństwa dotyczy również i kompleksów starszych od syluru.

2. Dotychczas zbadane przejawy ropy w osadach kambru, ordowiku, dewonu, karbonu, permu, kajpru dolnego, liasu górnego, jury środkowej i górnej można traktować jako wyraz migracji bituminów paleozoicznych i jako efekt nagromadzenia się ich przy korzystnych warunkach facjalnych i strukturalnych. Bituminy te dojrzałość metamorficzną i zdolność do migracji uzyskały w rezultacie procesów geologicznych, z którymi związane były etapy rozwoju zbiorników paleozoicznych i przebudowa strukturalna osadów wypełniających te zbiorniki.

3. Na podstawie badań geochemicznych substancji bitumicznych i rop naftowych (analiza składu grupowego, badanie węglowodorów aromatycznych, nasyconych, w tym węglowodorów n-parafinowych oraz typu izoprenowego) można wydzielić określone ich typy.

Pierwszy typ ropy znanej z osadów ordowiku Kętrzyna, cechsztynu Ostrowa, kajpru dolnego Radziątkowa i liasu Gostynina pochodzi z formacji macierzystych, dla których za reprezentatywne należy uznać osady sylurskie i prawdopodobnie również starsze. Ten typ rop naftowych o najwyższym stopniu metamorfizmu, który wyraża się między innymi budową węglowodorów n-parafinowych nazywamy umownie starszą generacją.

Drugi typ rop naftowych o niższym zmetamorfizowaniu oraz odrębnej budowie węglowodorów n-parafinowych i węglowodorów typu izoprenowego nazywamy umownie młodszą generacją. Odmierna charakterystyka geochemiczna ropy młodszej generacji umożliwia pogląd, że formacjami macierzystymi dla niej są osady dewonu, karbonu i częściowo cechsztynu. Ze względu na zróżnicowaną charakterystykę węglowodorów typu izoprenowego można w obrębie rop młodszych wydzielić dwie generacje, które umownie nazywamy A i B.

Grupę A młodszej generacji poznano w osadach kambru Okuniewa i Płońska, dewonu Kocka i Abramowa, karbonu Dębłina, cechsztynu Rybaków oraz Kłodawy i Kliczkowa, wreszcie w osadach górnego oksfordu Gostynina.

Grupę B młodszej generacji stwierdzono w osadach dewonu Opola Lubelskiego, Świdnika, Niedrzwicy, Rachani i Komarowa.

4. Co się tyczy bituminów, dla których osady mezozoiczne można by uznać za macierzyste, to obecnie w tej sprawie trudno się wypowiedzieć. Istnieją przesłanki pozwalające niektórym z serii skalnych mezozoiku (np. jury górnej) uznać za formację macierzystą, jednak wyróżnienie w mezozoiku skał potencjalnie i rzeczywiście macierzystych jest obecnie trudne. W rozważaniach nad genezą znanych objawów rop naftowych w utworach portlandu i dolnej kredy ten punkt widzenia musi być jednak brany pod uwagę.

GEOLOGICZNE WARUNKI EWOLUCJI I MIGRACJI BITUMINÓW

Podstawą dalszych rozważań muszą być dotychczasowe ustalenia wynikające z analizy tektonicznej i z historii rozwoju geologicznego oraz z analizy geochemicznej bituminów. Sprowadzają się one do następujących uogólnień.

1) Istnieją trzy generacje bituminów:

a) bituminy starsze pochodzą z kompleksów staropaleozoicznych i starszych;

b) bituminy młodsze — A i B, dla których za formacje macierzyste można uznać osady młodszego paleozoiku i osady górnej jury.

Stan rozpoznania geochemicznego bituminów i ich rozmieszczenia w osadach młodszego mezozoiku jest niezadowalający. Wynika to z przyuczyny obiektywnej, a mianowicie nielicznych punktowych informacji w odniesieniu do tych bituminów. Umożliwia to potraktowanie bituminów w osadach mezozoiku jako specyficznie wyrażoną pochodną bituminów paleozoicznych. W takiej sytuacji odpadałby w rozważaniach problem macierzystości osadów mezozoicznych. Zagadnienie to wyjaśnią przyszłe badania geochemiczne wykonywane na obfitszym materiale niż dotąd.

2) Migracja bituminów ze względu na ich syngenetyczny charakter odbywała się poprzez strefy rozdarć tektonicznych, którymi mogła realizować się wędrówka rop naftowych ku górze, a przy sprzyjającym układzie facjalnym i strukturalnym także i lateralnie.

Celem dalszych rozważań powinna być odpowiedź na pytania następujące:

- kiedy i w jaki sposób dokonywała się ewolucja zbiorników sedymentacyjnych na Niżu?
- jakim przeobrażeniom poddane były kompleksy osadów gromadzące się w tych zbiornikach?
- gdzie i kiedy mogły zaistnieć sprzyjające warunki geochemiczne i geostrukturalne w stosunku do formacji potencjalnie macierzystych dla bituminów?
- jak i kiedy kompleksy macierzyste stawały się generatorami ropy naftowej?
- w jaki sposób realizowały się możliwości migracji węglowodorów?
- jakie były drogi migracji węglowodorów i możliwości ich akumulacji z punktu widzenia facjalnego i strukturalnego?
- gdzie należy spodziewać się stref predysponowanych do gromadzenia się tych węglowodorów?
- co należy uczynić, aby w wyniku badań geofizycznych, geologicznych i geochemicznych sprecyzować koncepcję poszukiwawczą?

*

Z dotychczasowych ustaleń wynikających z tektoniki i historii rozwoju geologicznego Niżu można przyjąć, że zbiornik staropaleozoiczny, który rozciągał się wzdłuż kratonu prekambryjskiego wschodniej Europy, wypełniał się w brzeźnym rowie kompleksami terygenicznymi, w znacznej mierze synorogenicznymi (L. Teller, 1969; R. Dadlez, 1967; J. Znosko, 1962, 1965, 1969). Kompleksy te odznaczają się relatywnie dużymi miąższościami, specyficznym wykształceniem facjalnym oraz swoistym składem mi-

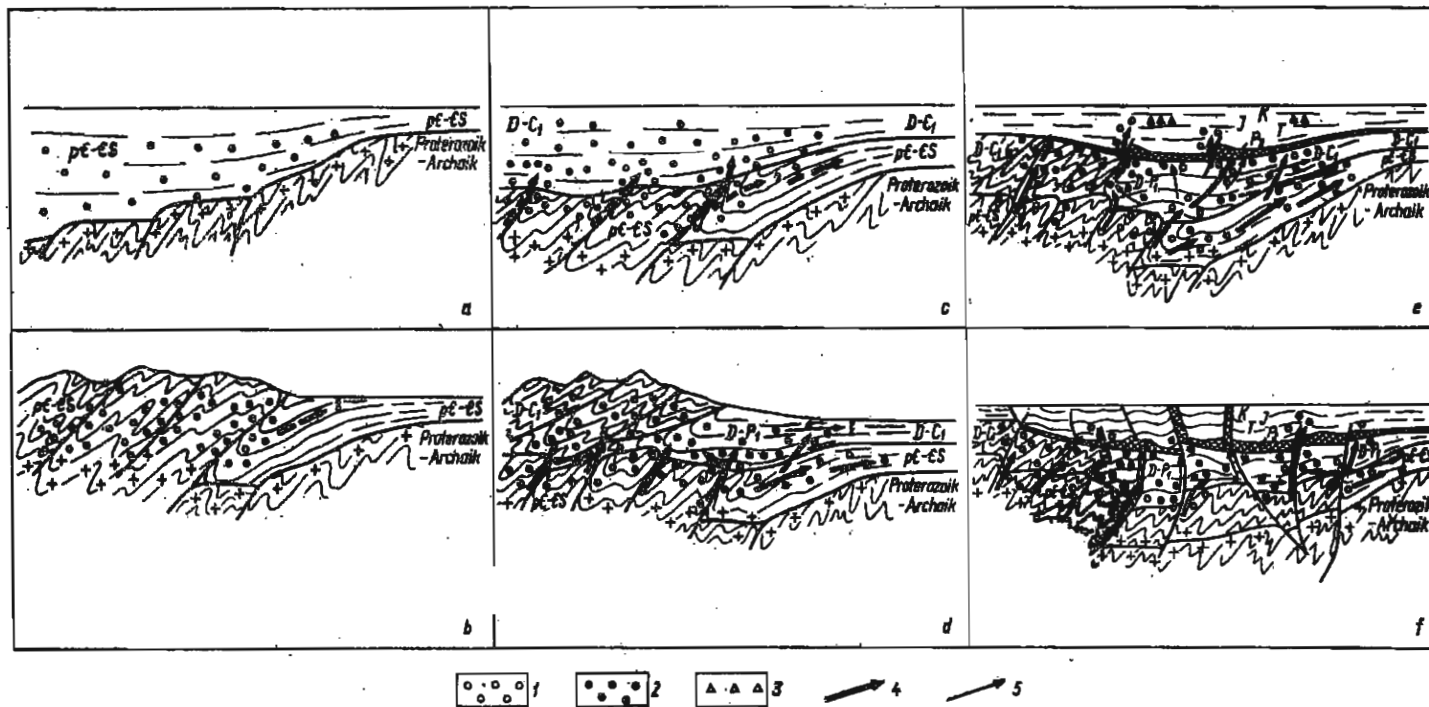


Fig. 1. Schematyczny obraz migracji węglowodorów na tle ewolucji geologicznej

Diagrammatic presentation of hydrocarbon migration in relation to geological evolution

- 1 — węglowodory starszej generacji; 2 — węglowodory młodszej generacji; 3 — węglowodory najmłodszej (?) generacji; 4 — umowne kierunki migracji węglowodorów starszej generacji; 5 — umowne kierunki migracji węglowodorów młodszej generacji
 1 — hydrocarbons of older generation; 2 — hydrocarbons of younger generation; 3 — hydrocarbons of the youngest (?) generation;
 4 — conventional directions of hydrocarbon migration of older generation; 5 — conventional directions of hydrocarbon migration of younger generation

neralnym, co umożliwiła uznanie tych formacji za macierzyste dla bituminów.

W procesie pogrążania się rowu brzeźnego i wypełniających go kompleksów staropaleozoicznych i osadowych kompleksów prekambryjskich osłabnęły one układ strukturalny, w którym zaistniały naturalne warunki dla migracji bituminów z rowu brzeźnego w kierunku jego szelfu, a więc w stronę skłonu kratonu prekambryjskiego Wschodniej Europy. Wynika to z porównania miąższości tych kompleksów w rowie brzeźnym zbiornika i w jego szelfowej części na kratonie prekambryjskim. W tym układzie paleogeograficznym osady ordowiku i syluru, wchodzące w skład pokrywy platformy prekambryjskiej, znajdowały się strukturalnie wyżej niż osady ordowiku i niższego syluru w rowie brzeźnym (fig. 1a).

Z końcem syluru wskutek silnych ruchów fałdowych i inwersji obszaru geosynkinalnego na Niżu mogło dojść do zwiększenia potencjalnych i faktycznych możliwości bituminizacji, a to głównie przez działanie geodynamiki i podwyższenie temperatury.

Należy jednak przyjąć, że w starszym paleozoiku nie zaistniały jeszcze warunki geochemiczne, które spowodować by mogły definitywne dojrzewanie bituminów w kompleksach macierzystych i uruchomienie powszechnej ich migracji (fig. 1b).

W dewonie i karbonie dolnym obszar Niżu zajęty był przez zbiornik morski. Jego głębsze strefy, związane z geosynkliną warwicyjską, istniały na przedpolu Sudetów i bloku przedsudeckiego, a także w strefie geosynkliny morawsko-śląskiej. Nie wnikamy tutaj w rozwój facjalny dewonu w eugeosynkinalnej strefie Sudetów i Morawo-Silesidów, gdzie w przeważającej mierze wykształcony jest on w formacjach metamorficznych.

Najbardziej interesujące są rowy brzeźne obydwu geosynklin, w których osady dewonu i dolnego karbonu rozwijać się mogły w facji kulmu. Dla obszaru przedsudeckiego można to domniemywać z dużym prawdopodobieństwem. W rowie brzeźnym geosynkliny morawsko-śląskiej stan taki jest faktyczny.

Rozważania te mogłyby prowadzić do wniosku, że układ strukturalny kompleksów prekambryjskich i staropaleozoicznych został w dewonie i dolnym karbonie pogłębiony na odpowiedniej części Niżu, tym samym powiększona została potencjalna możliwość przemian geochemicznych substancji organicznej i przyszłej migracji bituminów w strefy szelfowe tych zbiorników (fig. 1c).

Wypiętrzenie warwicyjskie Sudetów i Morawo-Silesidów doprowadziło, przede wszystkim na Przedsudociu, do pogłębienia się strefy subwarwicyjskiej, która w czasie górnego karbonu i dolnego permu została zasypiana, szczególnie w strefie rowu przedgórskiego grubymi kompleksami osadów w ogromnej mierze terygenicznymi. Wskutek tego osady kambro-syluru i starsze w strefie sudeckiego rowu przedgórskiego uległy przemieszczeniu w głąb. Na znacznych głębokościach znalazły się również osady kambro-syluru i starsze pozostałej części Niżu, na którym zgromadziły się osady epikontynentalnego dewonu i karbonu (fig. 1d).

Można zatem przypuszczać, że kompleksy kambro-syluru i starsze, potencjalnie macierzyste dla bituminów, mogły znaleźć się w sytuacji geo-

strukturalnej umożliwiającej pełny metamorfizm substancji organicznej. Odziedziczony w paleozoiku układ strukturalny w stosunku do sztywnego zbocza platformy prekambryjskiej, zalanej przez morza epikontynentalne podczas całego paleozoiku, został z końcem karbonu pogłębiony.

Można przyjąć, że w tym czasie uruchomiona została migracja bituminów, które ze strefy panwi kambro-sylurskiej i nałożonej na nią panwi warwscyjskiego rowu przedsudeckiego zmierzały z jednej strony ku szelfowi platformy prekambryjskiej, a z drugiej — w wewnętrzne, brzeżne strefy rowu przedgórskiego, a nie wykluczone, że i pod nasunięte dewońsko-karbońskie kompleksy warwscyjdów.

Co się tyczy młodszej generacji bituminów związanych z formacjami macierzystymi geosynkliny warwscyjskiej, to mogło dojść do zwiększenia potencjalnych i faktycznych możliwości bituminizacji wskutek działania warwscyjskiej geodynamiki i podwyższenia temperatury.

Taki układ paleogeograficzny i strukturalny kompleksów paleozoicznych w Polsce umożliwia postawienie hipotezy, że nagromadzenia bituminów w niecce perybaltyckiej oraz na Lubelszczyźnie są wynikiem migracji ropy, która z formacji macierzystej, np. syluru, zdaniem J. Calikowskiego i B. Gondek, mogła poprzez sprzyjające strefy przedostać się w osady kambru i ordowiku zalegające szelf platformy prekambryjskiej, a także w osady dewonu i karbonu Lubelszczyzny.

Należy mieć na uwadze, że nie zbadaną dotychczas dostatecznie migrację bituminów z osadów staropaleozoicznych w młodopaleozoiczne na obszarze centralnej części Nizu należałoby uznać najprawdopodobniej za wynik pionowego przemieszczania. Natomiast obecność bituminów np. w ordowiku Kętrzyna jest wyrazem lateralnej migracji, ponieważ osady syluru rowu brzeżnego w zbiorniku staropaleozoicznym zawsze znajdowały się strukturalnie niżej niż kompleksy osadów starszych od syluru, ale wchodzące w skład pokrywy platformy prekambryjskiej. Ten układ strukturalny, zasadniczo wpływający na przebieg migracji lateralnej, po wypiętrzeniu i spenplenizowaniu kompleksów staropaleozoicznych został pogłębiony przez wytworzenie się strefy subwarwscyjskiej, która na Nizu stanowi element nałożony.

Zalew cechsztyński spowodował powstanie rozległego płaszcz izolujących kompleksów, które ekranowały migrację pionową. Być może, są wyjątki od tak naszkicowanego procesu możliwości migracyjnych, ale są one nam na razie nieznane. Utworzenie się rozległego płaszcz izolujących kompleksów cechsztyńskich można uznać za stan geologicznego zakonserwowania kompleksów paleozoicznych i starszych w odniesieniu do migrujących z nich węglowodorów (fig. 1e).

W permie górnym zapoczątkowany został nowy cykl sedymentacyjny, w którego wyniku powstał na Nizu gruby, zróżnicowany miąższościowo kompleks mezozoiczny.

Sedymentacji tej towarzyszyły przejawy tektoniki dysjunktywnej, rozwijającej się na głębokich założeniach, które mogły uruchamiać pionową migrację bituminów starszej generacji w centralnej części zbiornika poprzez ekranizujące dotychczas kompleksy salinarnie. Stwierdzone w kajprze Radziątkowa węglowodory starszej generacji potwierdzają tego rodzaju możliwości migracyjne.

Zalew triasowy kontynuował się w strefach, które wzmożoną subsydcję odziedziczyły przynajmniej częściowo po strefie subwaryscyjskiej. Szczególnie wyraźnie ujawnia się to w zwiększonej miąższości osadów dolnego triasu.

Po ustabilizowaniu się warunków sedymentacyjnych w środkowym triasie nastąpiło — pod koniec środkowego triasu — zaakcentowanie ruchów mas solnych. Na Kujawach doprowadziły one w niektórych przypadkach do ogromnego zróżnicowania miąższości górnego wapienia muszlowego i kajpru. Te pierwsze zmiany strukturalne mogły zapoczątkować uruchomienie migracji węglowodorów z utworów starszego paleozoiku. Jednakże migracja pionowa w centralnej części zbiornika miała zapewne charakter ograniczony i tylko w strefach brzeżnych salinarnej panwi cechsztyńskiej mogła przejawiać się intensywniej, jako migracja lateralna.

Na przełomie kajpru i retyku notujemy pierwszą poważną aktywność tektoniczną, głównie charakteru epeirogenicznego. Odpowiedzialna jest ona za przekształcenia strukturalne, ujawniające się przede wszystkim w zróżnicowanej pozycji bloków podłoża wzdłuż stref nieciągłości tektonicznych. Ruch ten rozpoczął się już pod koniec triasu środkowego i istnieją poważne przesłanki na to, aby przyjąć pierwsze przebicie mas solnych w czasie osadzania się dolnej serii gipsowej kajpru górnego.

Zgodnie z powyższym zrozumiąta była migracja węglowodorów z utworów staropaleozoicznych strefami lateralnej drożności, głównie poprzez kompleksy porowate do stref pęknięć tektonicznych, następnie poprzez nie — pionowo — w kompleksy młodsze, porowate, zatrzymując ich wędrówkę ku górze w spągu nieprzepuszczalnych kompleksów ilastych. Wydaje się, że przykładem takim jest nagromadzenie węglowodorów starszej generacji w piaszczystych utworach kajpru Radziątkowa, przykrytych kompleksem ilastym. (J. Calikowski, B. Gondek, 1970).

Należą przyjąć, że w wewnętrznych partiach salinarnej panwi cechsztyńskiej, np. na Kujawach, mamy prawo liczyć się z takimi przejawami migracji węglowodorów starszej generacji. Mogły one przenikać ku górze strefami nieciągłości tektonicznych, wzdłuż których przejawiało się drastyczne zróżnicowanie tempa subsydcencji (fig. 1f). W pewnym stopniu twierdzenie to dotyczy również poprzecznych i diagonalnych, wglębnych stref rozdarć, jak np. Chodzież — Brodnica, Inowrocław — Warszawa oraz Bełchatów — Rawa Maz. Przejrzysty szkic ważniejszych (ale jeszcze nie wszystkich!) stref nieciągłości tektonicznych załączony jest do opracowania R. Dadleza i S. Marka (1969, fig. 7).

Jeśli rozdarcia tektoniczne kompleksu salinarnego były wydatne i relatywnie długo aktywne, to węglowodory mogły przedostać się ponad salinarny kompleks cechsztyński. Jeśli jednak intensywne rozdarcia zostały zapełnione plastycznymi solami, to migrujące węglowodory musiały zatrzymać się na ekranie izolujących kompleksów salinarnych. Wydaje się, że przede wszystkim trzeba się liczyć z drugim przypadkiem. Jak zatem — uwzględniając zdolność ekranującą kompleksów salinarnych — można wytłumaczyć obecność węglowodorów starszej generacji w utworach dolnego kajpru Radziątkowa? (fig. 1e).

Pierwszy relatywnie silny paroksyzm tektoniczny na przełomie kajpru i retyku spowodowany był głównie impulsami tektonicznymi wglębnymi, które wyzwoliły niejednolity ruch kier podłoża ku górze. Kompleksy sa-

linarne cechsztynu, przykryte wtedy tylko utworami triasu, nie znajdowały się, generalnie rzecz biorąc, pod jednolitym, dużym naciskiem statycznym. W niektórych tylko miejscach zaznacza się zgrubienie triasu do 4500 m, co lokalnie wskazuje na związki przyczynowe z pierwszymi ruchami mas solnych.

Można z tego wyciągnąć wniosek, że dynamika plastycznych mas soli, aczkolwiek wyraźna, była jeszcze stosunkowo mała. Wsutek tego sól nie mogła bardzo szybko wypełnić rozdarć tektonicznych, w które wnikała na zasadzie różnicy ciśnień. Innymi słowy, proces wypełniania szczelin tektonicznych, z natury rzeczy otwartych ku dołowi, był wolniejszy od procesu migracji węglowodorów przemieszczających się ku górze pęknięciami tektonicznymi. Mogły one tak długo migrować, póki rozdarcia tektoniczne nie zostały wypełnione plastyczną solą.

Jeśli rozważania powyższe odpowiadają powszechnej rzeczywistości, to można wyrazić przypuszczenie, że piaszczyste kompleksy triasu mogą być perspektywiczne dla poszukiwań węglowodorów starszej generacji. Dotyczy to szczególnie tych struktur i ich otoczenia, które już na tym etapie były intensywnie zaangażowane tektonicznie.

Pierwszy etap powszechnego impulsu tektonicznego na przełomie kajpru i retyku zapoczątkował jednocześnie następny etap swoistego rozwoju „bituminizacji” na Niżu. Rozpoczął się nowy cykl sedymentacji, różny paleoklimatycznie i sedymentologicznie od permo-triasowego. Narastające w ciągu jury i kredy kompleksy osadowe powtórzyły w odniesieniu do osadów młodopaleozoicznych układ stosunków strukturalnych, które istniały z końcem paleozoiku w odniesieniu do kompleksów staropaleozoicznych.

Duża miąższość utworów mezozoicznych, które nagromadziły się na Niżu, szczególnie w regionie kujawskim (do 10 000 m, a być może i więcej — S. Marek, 1967) spowodowała, że odpowiednie stadium geochemiczne sukcesywnie osiągały kompleksy młodopaleozoiczne. Facjalne wykształcenie dewonu i karbonu spełnia wszelkie warunki, aby móc je uznać jako potencjalnie macierzyste dla powstania bituminów ciekłych i gazowych.

W tak naszkicowanym układzie musiały zaistnieć warunki, w których sukcesywnie realizował się metamorfizm substancji organicznej i powstanie bituminów młodszej generacji. Dotyczy to oczywiście i bituminów starszej generacji, dla których na Niżu wzmogły się warunki progresywnej metamorfizacji.

W niektórych przypadkach bardzo głębokie pogrążenie kompleksów macierzystych dla bituminów starszej generacji mogło powodować ich destrukcję. Jednakże biorąc pod uwagę wzmagającą się z czasem ruchliwość bituminów starszej generacji trzeba by przyjąć, że raczej większa część zdołała przemieścić się w strefy płytsze, a całkowitej destrukcji uległa tylko ta ich część, która została w głębokich pułapkach strukturalnych w ciągu wszystkich etapów rozwoju tektoniki dysjunktywnej.

Nie jest wykluczone, że gaz w czerwonym spągowcu monokliny przedsudeckiej może być uważany za pochodną bituminów starszej generacji, które wskutek zwiększonej ruchliwości uległy przemieszczeniu z ich kompleksów wyjściowych starszego paleozoiku.

Na Kujawach bituminy młodszej generacji znamy jak dotąd z kom-

pleksów salinarnych cechsztynu, np. Kłodawy i, być może, Inowrocławia, a ponadto z kompleksów mezozoicznych, np. utworów astartu z Gostynina.

Wielki impuls tektoniczny przy końcu kredy górnej spowodował w historii geologicznej Niżu przebudowę strukturalną. Powstał wał środkowopolski i przylegające do niego niecki. Ich ostateczne uformowanie poprzedziły niejednolite i nierównomierne ruchy bloków podłoża, które odbywały się wzdłuż głęboko zakorzenionych płaszczyzn nieciągłości. Te tektoniczne rozdarcia podłoża cechsztynu, warunkujące zróżnicowaną subsyduencję i sedymentację w mezozoiku, były wielofazowe (fig. 1 f).

Przed ostateczną inwersją bruzdy pomorsko-kujawskiej pęknięcia tektoniczne w kompleksach skalnych musiały być z natury rzeczy otwarte ku dołowi. Tym samym stwarzały one duże możliwości migrowania dla bituminów obu generacji.

Powstaje jednak pytanie, dlaczego w utworach cechsztynu i mezozoiku znamy jak dotąd na ogół bituminy młodszej generacji? Bituminy starszej generacji — oprócz nielicznych przypadków występowania w cechsztynie Ostrowa, kajprze Radziątkowa i liasie Gostynina — są nam natomiast nieznane, mimo że w nowych warunkach geostrukturalnych możliwości ich progresywnej metamorfizacji i ruchliwość migracyjna powinny być zwielokrotnione.

W ciągu mezozoiku kompleksy młodopaleozoiczne i tym bardziej staropaleozoiczne znalazły się pod grubym, stopniowo narastającym przykryciem serii mezozoicznych, których miąższość osiągnęła, a być może i przekroczyła 10 000 m. Ten fakt ma znaczenie zasadnicze nie tylko dla przebiegu procesów geochemicznych w utworach paleozoiku młodszego i starszego, głównie oczywiście pod aspektem przemian bituminów, ale również dla stanu zachowania się kompleksów salinarnych permu górnego. Jest bowiem oczywiste, że kompleks salinarny inaczej reagował w triasie na mały jego nacisk statyczny, a inaczej na duże naciski statyczne całego mezozoiku.

W pierwszym przypadku kondensacja soli na pewno nie była duża, a zatem dynamika i szybkość rozprężania się mas solnych wypełniających szczeliny tektoniczne była stosunkowo mała. Dotyczy to szczególnie triasowych szczelin tektonicznych powstających w trakcie subsyduencji zbiornika, które musiały zaciskać się i utykać ku górze, a rozwierać się ku dołowi, tzn. ku masom solnym.

W drugim przypadku, przy dużej miąższości kompleksów nadścielających, ich ciśnienie statyczne wywierane na masy solne było większe. W takim stanie kondensacja mas solnych była bardzo duża i najprawdopodobniej ich kompresja osiągnęła punkt krytyczny powodując, że dynamika mas solnych była chyba największa. W przypadku realizujących się wtedy rozerwań tektonicznych, wynikających z niejednolitej ruchliwości bloków podłoża i jego subsyduencji, szybkość rozprężania się mas solnych wnikających w otwarte szczeliny tektoniczne musiała być największa. Jeśli niektóre rozdarcia tektoniczne przecinały kompleksy ekranizującego cechsztynu, to mogła nastąpić poprzez nie migracja węglowodorów, które szczelinami tektonicznymi starały się przedostać ku górze. Powstał swoisty stan, w którym te same drogi tektoniczne wykorzystywane były z jednej strony przez skondensowane i rozprężające się masy solne, z drugiej zaś — przez węglowodory migrujące ku górze.

W przypadku górnokredowych ruchów tektonicznych, które spowodowały ogólną przebudowę tektoniczną Niżu doszło do zsumowania się nacisków. Z jednej strony na salinarne masy cechsztyńskie wywierały ciśnienie statyczne kompleksy nadległe, z drugiej — bloki podłoża dźwigające się ku górze. Ta swoista prasa tektoniczna spowodowała, że suma ciśnień tektonicznych wywieranych na kompleksy salinarne była znacznie większa niż we wszystkich dotychczasowych fazach ruchów tektonicznych.

W takim układzie tektonicznym wyzwoliła się ogromna prężność mas solnych i na zasadzie różnicy ciśnień zdolność szybkiego wypełniania rozdarć tektonicznych przecinających w różnej mierze kompleksy mezozoiczne. Te rozdarcia tektoniczne były wykorzystywane nie tylko przez rozprężające się masy solne, ale również przez węglowodory, które musiały przecież wykorzystywać te same drogi w procesach migracji. Węglowodory zatrzymane na izolującym ekranie cechsztyńskich soli i naturalnie wyższe położenie ekranizujących soli powodowało, że masy solne musiały wyprowadzić migrujące węglowodory. Można zatem przyjąć współczesny sobie ruch soli i bituminów ku górze poprzez strefy rozdarć tektonicznych. Nie wiemy jaka była szybkość migrujących węglowodorów w porównaniu do szybkości rozprężających się mas solnych. Ale wiemy na pewno, że prędkość rozprężających się mas solnych, wypełniających szczeliny tektoniczne, jest bardzo duża, jeśli nawet oceniać ten proces nie skalą czasu geologicznego, ale skalą czasu historycznego. Jeśli przyjąć, że szybkość migrujących węglowodorów była równie duża, albo nawet większa, to węglowodory mogły co najwyżej w tym procesie doścignąć masy solne wypełniające szczeliny tektoniczne. Nastąpiłoby więc w nich przechwylenie migrujących węglowodorów i uwięzienie ich w masie solnej.

Jak wiemy obecność węglowodorów stwierdzono w masach solnych, a także w dolomicie głównym. Jednak trzeba podkreślić, że ani sól, ani dolomit nie są na tyle ośrodkiem porowatym, aby z nimi można było wiązać główne drogi migracji. Ropa, jak wiadomo, gromadzi się w szczelinach krystalizującej soli i zawarta jest w inkluzjach, a w dolomicie gromadzi się w jego naturalnych porach. Porowatość kompleksów solnych znajdujących się pod dużym ciśnieniem i w stanie dużej kondensacji jest, praktycznie biorąc, znikoma. Natomiast porowatość dolomitu nie poddającego się kondensacji tak jak masy solne pozostaje naturalna — pierwotna, a w każdym razie niewiele zmieniona.

Ta właśnie naturalna porowatość dolomitu, jak i znajdujące się w nim fugi międzywarstwowe mogą tłumaczyć zjawisko przesączania się węglowodorów w przypadku, gdy dolomit nie jest zbrekcjowany.

W trakcie rozdarcia tektonicznego następuje spękanie mas solnych, które znajdują się w strefie uskoku, a także strzaskanie i pokruszenie dolomitu znajdującego się w tej samej strefie. Szczeliny spękań, tak w soli, jak i dolomicie, mogą być natychmiast wypełnione migrującą ropą. Jednakże gdy potrząskany dolomit zachowuje nabyty stan brekcji tektonicznej w tej strefie, to duża dynamika soli wynikająca z jej plastyczności, kondensacji, a następnie rozprężenia musi spowodować szybkie wypełnienie szczelin tektonicznych.

W dalszych etapach diapiryzmu uwięzione węglowodory mogą wędrować ku górze razem z brekcją soli i dolomitu. Proces ten będzie trwał tak

długo, póki nie nastąpi nowy stan równowagi pomiędzy ciśnieniem statycznym mas nadścielających i ciśnieniem dźwigających się bloków podłoża a kinematyką skondensowanej i rozprężającej się soli. W trakcie procesu ustalania się nowej równowagi ciśnień krystalizacja soli doprowadza do powstania por pomiędzy agregatami kryształów. W te pory mogą wnikać, oczywiście, węglowodory, nie mając jednak żadnej możliwości przeniknięcia ku górze przez masy solne wypełniające szczeliny tektoniczne. Inkluzje węglowodorów uwięzione na stałe w masie solnej, jak i węglowodory uwięzione w porach krystalizacyjnych mogą natomiast przemieszczać się ku górze szczelinami tektonicznymi wraz z masami solnymi.

W procesie tym uczestniczy także brekcja dolomityczna, która nie traci w porach swojej nabytej ropy, ale której ilość może się zwiększać jeśli poszczególne bloki dolomitu ulegają dalszemu pokruszeniu i potrzaskaniu. A zatem „sól ropna” i brekcja solna z ropą, a także brekcja dolomityczna z ropą związane są genetycznie ze strefami rozdarć tektonicznych.

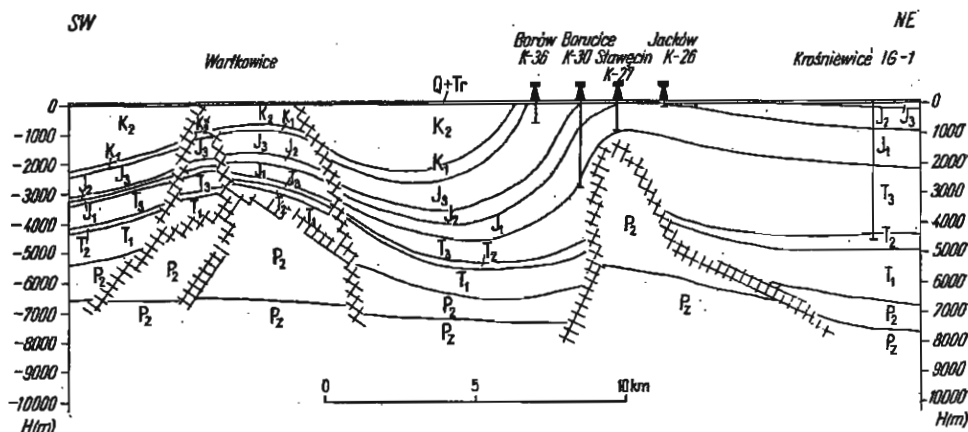


Fig. 2. Przekrój geologiczny Wartkowie — Borucice — Krośniewice
Geological cross section Wartkowie — Borucice — Krośniewice

powierzchnie oznaczone szrafurą — ważniejsze strefy uskokowe, Pz — paleozoik precechsztyński, P₂ — perm górny, T₁ — trias dolny (pstry płaskowiec), T₂ — trias środkowy (wapień muszlowy), T₃ — trias górny (kałper i retyk), J₁ — jura dolna, J₂ — jura środkowa, J₃ — jura górna, K₁ — kreda dolna, K₂ — kreda górna, Q+Tr — kenozoik (trzeciorzęd i czwartorzęd)

Areas covered with hachures — more important fault zones, Pz — pre-Zechstein Palaeozoic, P₂ — Upper Permian, T₁ — Lower Triassic (Buntsandstein), T₂ — Middle Triassic (Muschelkalk), T₃ — Upper Triassic (Keuper and Rhaetic), J₁ — Lower Jurassic, J₂ — Middle Jurassic, J₃ — Upper Jurassic, K₁ — Lower Cretaceous, K₂ — Upper Cretaceous, Q+Tr — Cainozoic (Tertiary and Quaternary)

Powyższe rozważania prowadzą do sugestii o niemożliwości wydostawania się węglowodorów starszej i młodszej generacji poprzez szczeliny tektoniczne, w które podczas górnokredowego wzmożonego ruchu tektonicznego wciągają się również masy solne. Pozwalają one także zrozumieć fakt współwystępowania węglowodorów i brekcji solno-dolomitycznych z ropą, jak również, że ani strefy brekcji solnej, ani dolomit — nawet w jego nie naruszonym stanie — nie są równoznaczne strefie swobodnej migracji węglowodorów. Tych rozważań nie mogą podważać przejawy węglowodorów starszej i młodszej generacji w utworach mezozoicznych.

Na kanwie przeprowadzonych rozważań można by dojść do przekonania, że w zasadzie droga dla przenikania węglowodorów w kompleksy mezozoiku była zamknięta. Stąd uzasadniony niepokój czy powyższe rozważania nad mechaniką migracji bituminów nie są obarczone jakimś błędem. I rzeczywiście, wniosek taki byłby uzasadniony i słuszny, gdyby proces, który omówiono, był tak prosty i nieskomplikowany oraz gdyby nie uwzględniono innych możliwości przedostawania się bituminów w kompleksy mezozoiku.

Przestudiowanie przekrojów sejsmicznych i analiza opartych o nie przekrojów geologicznych upoważnia do wysunięcia jeszcze jednej hipotezy dotyczącej możliwości migracji bituminów z macierzystych kompleksów paleozoicznych.

Gdyby ruchy powodujące niejednolite i nierównomierne przemieszczenie się bloków podłoża miały tylko małe amplitudy nie przewyższające miąższości górnego permu, to możliwość migracji bituminów sprowadzałyby się tylko do tej, którą opisano powyżej. Istnieją jednakże przesłanki aby sądzić, że amplituda ruchów pionowych podłoża niekiedy znacznie przewyższała miąższość górnego permu. Amplitudę tych przemieszczeń można oceniać w niektórych przypadkach nawet na 2000 do 3000 m, co szczególnie można domniemywać wzdłuż zachodniej ściany antykliny solnej Izbica — Kłodawa — Ozorków — Lutomiersk (fig. 2). Potężne rozdarcie dysjunktywne, ograniczające od zachodu strukturę, przecina nie tylko kompleks mezozoiku i permu górnego, ale również przemieszcza kompleksy paleozoiczne, co najmniej dewonu i karbonu, doprowadzając je najprawdopodobniej do obocznego kontaktu z utworami permu i triasu dolnego. Tego rodzaju kontakty tektoniczne, których obecności nie można wykluczyć i w innych miejscach, mogły umożliwić migrację węglowodorów z kompleksów macierzystych dewonu i karbonu lateralnie wprost w utwory permu i triasu.

W takich warunkach węglowodory mogłyby gromadzić się w pułapkach litologicznych, szczególnie w przylegających do zachodniej ściany dyslokacyjnej struktury kłodawskiej, która na wielu jej odcinkach zapada w kierunku wschodnim, stwarzając tym samym korzystniejsze warunki izolacji przez wysadowe masy solne, w których utykają poddarte kompleksy mezozoiczne. W takim układzie tektonicznym zaistniałoby rozluźniające rozwarcie kontaktujących ze sobą kompleksów salinarnych i mezozoicznych w partiach dolnych, co ułatwiałoby proces migracji węglowodorów, a zaciskające zwarcie w partiach górnych, co z kolei stwarzałoby korzystny układ dla pułapek strukturalnych i litologicznych.

Jest również możliwe, że węglowodory starszej i młodszej generacji, wnikać drogą opisanego kontaktu tektonicznego w utwory permu i triasu, mogły poprzez te kompleksy lateralnie migrować dalej, głównie wzdłuż rozciągłości, mogły zmieniać drogi swej migracji w strefach napotykaných dyslokacji, mogły wreszcie gromadzić się w pułapkach strukturalnych i litologiczno-stratygraficznych.

Odrębnym zagadnieniem jest obecność bituminów starszej i młodszej generacji w osadach jury, np. antykliny gostyńskiejszej, a więc w strefie nie przebijających się poduszek i wałów solnych, czyli poza obszarem najintensywniejszej tektoniki solnej, do której odnosiły się dotychczasowe rozważania.

Na takich obszarach migracja węglowodorów mogła również odbywać się poprzez strefy głęboko sięgających pęknięć, z którymi jednakże nie była związana intensywne działalność rozprężających się mas solnych, zatłaczających szczeliny, a to z powodu mniejszych nacisków statycznych i znacznie mniej skonstrastowanych, różnokierunkowych i nierównomiernych ruchów bloków podłoża. Trzeba przyjąć, że całkowicie izolująca działalność mas solnych może być brana pod uwagę tylko na obszarach najintensywniejszej subsydencji. Poza tymi obszarami tektonika dysjunktywna i kinematyka solna nigdy nie osiągnęły tak wielkiego natężenia, aby móc decydująco wpływać na migrację węglowodorów.

Dla obszarów zewnętrznych w stosunku do kujawskiej panwi sedymentacyjnej zasadnicze znaczenie dla migracji węglowodorów mają głębokie rozdarcia tektoniczne, którymi węglowodory mogły migrować ku górze i wnikać lateralnie w pułapki strukturalne i litologiczne. Innymi słowy, można się liczyć z tym, że im dalej od centralnego obszaru sedymentacji i subsydencji Kujaw, tym mniejszą rolę w migracji węglowodorów odgrywała kinematyka mas solnych, a tym większą tektonika dysjunktywna sięgająca dostatecznie głęboko i naruszająca układy strukturalne również i kompleksów paleozoicznych. Wydaje się, że przykład Gostynina może być tego dowodem.

Można by postawić pytanie — jeśli taka byłaby mechanika migracji węglowodorów poza centralnym obszarem Kujaw o wielkiej roli kinematyki mas solnych, to dlaczego z obszarów zewnętrznych o odmiennej mechanice migracji węglowodorów znamy tak mało ich przejawów?

Istnieją dwie możliwości objaśnienia tego stanu rzeczy. Albo kinematyka izolujących mas solnych była na tym obszarze, mimo wszystko, dostatecznie duża i tylko w wyjątkowych przypadkach udało się migrującym węglowodom wydobyć poprzez izolujące sole cechsztyńskie, albo też w rzeczywistości takich przypadków jest znacznie więcej, a ich pozorną sporadyczność wynika z niedostatecznego stopnia rozpoznania geologicznego i geochemicznego.

Pozostaje do omówienia jeszcze zagadnienie bituminów występujących w górnej jurze i dolnej kredzie, dla których skałami macierzystymi mogły być wg J. Calikowskiego osady górnourajskie. Przyjmując nawet, że niektóre górnourajskie kompleksy skalne są rzeczywiście potencjalnie macierzystymi, trzeba mieć na uwadze nie ulegający wątpliwości fakt, że kompleksy młodszego mezozoiku, potencjalnie macierzyste dla tej ewentualnie najmłodszej generacji bituminów o wyraźnym charakterze ropy naftowej, nigdy nie zajmowały takiego położenia geostrukturalnego, które umożliwiłoby powstawanie węglowodorów na większą skalę.

WNIOSKI

Reasumując powyższe rozważania można sprecyzować następujące wnioski:

1. Starsza generacja bituminów, dla których macierzystymi są kompleksy sylurskie i starsze, sukcesywnie dojrzała do końca permu.
2. Do tego czasu odbywała się migracja pionowa — wzdłuż nieciągłości tektonicznych i lateralna — przez kompleksy porowate.
3. Intensywny impuls migracyjny węglowodorów związany był z nasilonymi ruchami tektonicznymi pod koniec środkowego triasu, a szcze-

gólnie między kajprem i retykiem. Tektonika dysjunktywna wzmogła wtedy drożność migracyjną poprzez kompleksy młodopaleozoiczne i triasowe.

4. Młodsza generacja bituminów, dla których macierzystymi są kompleksy górnopaleozoiczne, sukcesywnie dojrzywała do końca mezozoiku.

5. Kompleksy salinarnego cechsztynu przez określony czas spełniały rolę izolującego ekranu w stosunku do migrujących węglowodorów paleozoicznych.

6. Migracja węglowodorów starszej i młodszej generacji mogła odbywać się pionowo wzdłuż stref nieciągłości tektonicznych obejmujących kompleksy permu i starsze, a także lateralnie przez kompleksy porowate.

7. Następny duży impuls migracyjny węglowodorów związany był z nasilonymi ruchami tektonicznymi na przełomie kredy i trzeciorzędu. Tektonika dysjunktywna odnowiła wtedy drożność migracyjną w kompleksach paleozoicznych i triasowych, a uaktywniła w kompleksach jury i kredy.

8. Wzmagająca się z upływem czasu dynamika soli, rozprężających się i zapełniających szczeliny tektoniczne, powodowała na centralnym obszarze sedymentacji cechsztyńsko-mezozoicznej coraz szybsze zamykanie drożności migrującym poprzez system dyslokacji węglowodorom.

9. W wyniku tektoniki dysjunktywnej mogło dojść niekiedy do obocznego kontaktu dewonu i karbonu z permem i triasem. Węglowodory mogły wtedy przedostawać się lateralnie w porowate kompleksy permu i triasu i migrować w dalszym ciągu pionowo i lateralnie. Takich warunków migracji można szczególnie spodziewać się przy tektonicznie zaangażowanych ścianach wysadów solnych.

10. Poza centralnym obszarem najintensywniejszej subsydencji i sedymentacji cechsztyńsko-mezozoicznej można w stosunku do migrujących węglowodorów spodziewać się mniejszej roli kinematycznej mas solnych, zapełniających rozdarcia tektoniczne, a tym samym swobodniejszej poprzez nie drożności.

11. Bituminy najmłodszej generacji, dla których formacją macierzystą mogą być osady górnej jury, wydają się mieć — na obecnym etapie ich znajomości — znaczenie podrzędne.

12. W strefach tektonicznych i strukturalnych, związanych z głęboko zakorzenionymi dyslokacjami, można spodziewać się nawet w osadach młodszego paleozoiku bituminów młodszej i starszej generacji.

13. Największe perspektywy odkrycia złóż węglowodorów na Niżu zdają się być związane ze strefami długowiecznych i głęboko zakorzenionych dyslokacji.

14. Szczególną uwagę poświęcić należy głęboko zakorzenionym i długowiecznym uskokom i fleksurom odwróconym, które przy skrzydłach wiążących mogą stwarzać dogodne warunki dla migracji pionowej i lateralnej oraz akumulacji starszej i młodszej generacji bituminów. Węglowodory mogły gromadzić się w pułapkach strukturalnych, litologicznych i stratygraficznych.

15. Zewnętrzne strefy przebijających się struktur solnych stwarzają największe możliwości istnienia uskoków odwróconych.

16. Perspektywy poszukiwawcze mogą być również związane z tymi dyslokacjami, które mają mniejszy związek z przemieszczeniami mas sol-

nych, ale które powodowały duże zróżnicowanie tempa sedymentacji po obu ich stronach. Dyslokacje tego typu są głęboko zakorzenione i powodują w utworach paleozoiku duże amplitudy, stwarzające możliwości dla migracji starszej i młodszej generacji bituminów w utworach mezozoiku.

17. Układ strukturalny i głębokie na ogół położenie spągu cechsztynu powodują konieczność zastosowania w pracach badawczych i poszukiwawczych głęboko sięgających badań geofizycznych i odpowiednio głębokich wierceń.

18. Muszą być prowadzone wszechstronne i wyczerpujące badania stratygraficzne, petrograficzne i sedymentacyjne dla odtworzeń dynamicznych układów ewolucyjnych w zakresie paleofacjalnym i paleolitologicznym z punktu widzenia zmienności w porowatości kompleksów skalnych; badania hydrogeologiczne dla odtworzeń dynamicznych układów ewolucyjnych w zakresie chemizmu i dynamiki wód; badania geochemiczne i badania tektoniczno-strukturalne — również w celu odtworzeń dynamicznych układów ewolucyjnych. Wyniki tych badań powinny być syntetyzowane w odpowiednie ujęcie ewolucyjno-paleogeograficzne, które ujmując wszystkie zmienne w czasie parametry pozwolą wybrać najbardziej uzasadnione obiekty poszukiwawcze.

Instytut Geologiczny
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 19 listopada 1970 r.

PIŚMIENNICTWO

- CALIKOWSKI J. (1966) — Rola skał syluru syneklizy perybałtyckiej w powstawaniu ropy naftowej i jej akumulacji. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.
- CALIKOWSKI J., GONDEK B. (1965) — Uwagi o składzie jakościowym bituminów w utworach paleozoicznych i mezozoicznych w północno-wschodniej Polsce. Kwart. geol., 9, p. 489—497, nr 3, Warszawa.
- CALIKOWSKI J., GONDEK B. (1967) — Skład jakościowy bituminów jako wskaźnik przy ustalaniu kierunków migracji ropy naftowej w synklinorium lubelskim. Biul. Inst. Geol., 213. Warszawa.
- CALIKOWSKI J., GONDEK B. (1970) — Wstępne opracowanie geochemii bituminów i rop naftowych synklinorium mogileńskiego-łódzkiego. Arch. Inst. Geol. (maszynopis). Warszawa.
- DADLEZ R. (1967) — Najnowsze profile podłoża cechsztynu w północno-zachodniej Polsce. Kwart. geol., 11, p. 572—583, nr 3. Warszawa.
- DADLEZ R., MAREK S. (1969) — Styl strukturalny kompleksu cechsztyńskiego-mezozoicznego na niektórych obszarach Niżu Polskiego. Kwart. geol., 13, p. 543—563, nr 3. Warszawa.
- MAREK S. (1967) — Wyniki głębokiego wiercenia Krośniewice IG 1 Przeg. geol., 15, p. 351—355, nr 8. Warszawa.
- TELLER L. (1969) — The Silurian biostratigraphy of Poland based on graptolites. Acta geol. pol., 19, nr 3. Warszawa.

- ZNOSKO J. (1962) — Obecny stan znajomości budowy geologicznej głębokiego podłoża pozakarpacciego Polski. *Kwart. geol.*, 6, p. 465—511, nr 3. Warszawa.
- ZNOSKO J. (1965) — Problem kaledonidów i granicy platformy prekambryjskiej w Polsce. *Biul. Inst. Geol.*, 133. Warszawa.
- ZNOSKO J. (1969) — Geologia Kujaw i wschodniej Wielkopolski. *Przewodnik XLI Zjazdu PTG — Konin. Inst. Geol.* p. 5—48. Warszawa.

Ян ЦАЛИКОВСКИ, Сильвестер МАРЕК, Ежи ЗНОСКО

РАССУЖДЕНИЯ О ЭВОЛЮЦИИ И МИГРАЦИИ БИТУМИНОИ НА ПОЛЬСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Резюме

В результате геохимических исследований битуминов, проведенных в Геологическом институте в 1965—1970 годах, а также на основании геологического анализа развития Польской низменности, а особенно территории Куяв, и в результате анализа геологических условий эволюции и миграции битуминов можно считать, что на территории Польши отмечено три генерации битуминов: старшие битумины древнепалеозойских и более древних комплексов, а также младшие битумины, материнской формацией которых можно считать отложения позднего палеозоя и верхней юры. Принимая во внимание дифференцированность характеристики углеводородов изопренового типа, в младших нефтях можно выделять две генерации А и Б.

Старшая генерация битуминов, материнскими породами которых являются силурские и более древние комплексы, постепенно созрела до конца перми. До этого же времени происходила вертикальная миграция — вдоль тектонических нарушений и латеральная — через пористые комплексы.

Интенсивный импульс миграции углеводородов был связан с усиленными тектоническими движениями в конце среднего триаса, а в особенности между кейпером и рэтиком. Дизъюнктивная тектоника в то время увеличила миграционную проходимость через младопалеозойские и триасовые комплексы. Младшая генерация битуминов, материнскими породами которых являются верхнепалеозойские комплексы, постепенно созревают к концу мезозоя. Комплексы соленосного цехштейна в течение определенного времени служили изолирующим экраном по отношению к мигрирующим палеозойским углеводородам. Миграция углеводородов старшей и младшей генерации могла происходить вертикально вдоль зон тектонических нарушений, охватывающих пермские и старшие комплексы, а также латерально через пористые комплексы. Следующий большой импульс миграции углеводородов был связан с усилением тектонических движений на границе мела и третичного периода. Дизъюнктивная тектоника возобновила миграционную проходимость в палеозойских и триасовых комплексах и активизировала её в комплексах юры и мела.

Усиливающаяся во времени динамика солей, расширяющихся и выполняющих тектонические трещины, привела на центральной территории цехштейново-мезозойской седиментации к ускорению закупорки путей миграции углеводородов через систему дислокаций. В результате дизъюнктивной тектоники в контакте бок о бок могли отделиться отложения девона и карбона с пермью и триасом. Углеводороды в то время могли латерально проникать в пористые комплексы перми и триаса и мигрировать далее вертикально и латерально.

но. Таких условий миграции можно ожидать в особенности при втянутых в далеко зашедшие тектонические перемещения стенах соляных куполов.

За пределами центральной территории наиболее сильной цехштейново-мезозойской субсиденции и седиментации по отношению к мигрирующим углеводородам можно ожидать меньшей кинематической роли соляных масс, выполняющих тектонические разрывы, и, тем самым, более свободной проходимости через них.

Битумины самой младшей генерации, материнской формацией которых могут быть отложения верхней юры, на данном этапе их распознавания, вероятно, имеют второстепенное значение. В тектонических и структурных зонах, связанных с глубокими дислокациями можно ожидать даже в отложениях младшего мезозоя присутствия битуминов младшей и старшей генерации.

Самые большие перспективы открытия залежей углеводородов на Польской низменности, как нам кажется, связаны с зонами древних и очень глубоких дислокаций. Особенное внимание следует уделить глубоким древним сбросам и опрокинутым флексурам, у нисящих крыльев которых могут создаваться благоприятные условия для вертикальной и латеральной миграции, и аккумуляция старшей и младшей генерации битуминов. Битумины могли скапливаться в структурных, литологических и стратиграфических ловушках. Внешние зоны пробивающихся соляных структур являются наиболее благоприятными для наличия взбросов.

Поисковые перспективы могут быть также связаны с теми дислокациями, которые в меньшей степени связаны с перемещением соляных масс, но которые являлись причиной дифференциации темпа седиментации с обеих сторон их. Дислокации этого типа являются весьма глубокими и в отложениях палеозоя являются причиной больших амплитуд, создающих возможности для миграции старшей и младшей генерации битуминов в отложения мезозоя.

Структурное расположение и глубокое, в основном, залегание подошвы цехштейна вызывает объективную необходимость применения в исследовательских и поисковых работах глубоких геофизических исследований и, соответственно, бурения глубоких скважин. Должны проводиться всесторонние и исчерпывающие стратиграфические, петрографические и седиментационные исследования для воссоздания эволюционных, палеофацальных и палеолитологических систем с точки зрения изменения пористости пород; гидрогеологические исследования для воссоздания эволюционных динамических систем в области химизма и динамики вод; геохимические и тектонико-структурные исследования, также в целях воссоздания динамических эволюционных систем. Результаты этих исследований должны соответствующим образом синтеризоваться и выражаться в эволюционно-палеогеографической форме, которая, учитывая все изменяющиеся во времени параметры, позволит выбрать наиболее обоснованные объекты для поисков.

Jen CALIKOWSKI, Sylwester MAREK, Jerzy ZNOSKO

ON EVOLUTION AND MIGRATION OF BITUMENS IN THE POLISH LOWLAND AREA

Summary

Geochemical examinations of bitumens, made in the years 1965—1970 in the Geological Institute, and analysis of geological development of the Polish Lowland area, particularly of the Kujawy region, and investigations of geological conditions of evolution and migration of bitumens allow us to assume that three generations

of bitumens may be distinguished within the area of Poland: older bitumens that come from the Old-Palaeozoic complexes and from the older complexes, and younger bitumens for which Late Palaeozoic and Upper Jurassic formations may be thought to be mother rocks. Due to a differentiated character of the hydrocarbons of isoprene type, two generations A and B may be distinguished among the younger oils.

The older generation of bitumens, for which both Silurian and older complexes are mother rocks, matured successively up to the end of Permian. Till that time vertical migration took place along tectonic discontinuities, and lateral migration — through porous complexes. Intense impulse for migration of hydrocarbons was related to the intensified tectonic movements at the end of the Middle Triassic, particularly between the Keuper and Rhaetic. At that time disjunctive tectonics increased the migration paths through the Young Palaeozoic and Triassic complexes. The younger generation of bitumens, for which the Upper Palaeozoic complexes are mother rocks, matured successively up to the end of the Mesozoic. During certain time interval, the complexes of the salinary Zechstein played a part of an isolating screen in relation to the migrating Palaeozoic hydrocarbons. The migration of the hydrocarbons of the older and younger generations may have proceeded vertically along the zones of tectonic discontinuities within the Permian and older complexes, and laterally — through the porous complexes. The next strong impulse for hydrocarbon migration was related to the intense tectonic movements between the Cretaceous and Tertiary. Disjunctive tectonics rejuvenated the migration paths within the Palaeozoic and Triassic complexes, and activated within the Jurassic and Cretaceous complexes.

Salt dynamics, increasing with the time, and responsible for the expansion of salts and for their penetration into tectonic fissures, caused that the migration of hydrocarbons was little by little stopped through the dislocation system within the central area of the Zechstein-Mesozoic sedimentation. Due to disjunctive tectonics, a collateral contact of the Devonian and Carboniferous deposits with the Permian and Triassic deposits may have taken place too. If so, the hydrocarbons may have laterally migrated through the porous Permian and Triassic complexes and moved vertically and horizontally. Such conditions of migration may be expected to occur at the tectonically disturbed walls of salt plugs.

Beyond the central area of the most intense subsidence and sedimentation during the Zechstein-Mesozoic time, the kinematic role of salt masses that fill in the tectonic fractures may have been of lesser importance, thus the migration paths may have been easier.

Bitumens of the younger generation, for which the Upper Jurassic deposits may be mother rocks seem to be, according to the present-day knowledge, of lesser significance. In the tectonic and structural zones, related to deeply seated dislocations, bitumens of both younger and older generations may be expected to occur even in the deposits of the younger Mesozoic time.

The best perspectives in search for hydrocarbon deposits within the Polish Lowland area seem to be related to the zones of long-lived and deep-seated dislocations. Particular attention should be paid to the long-lived and deep-seated faults and reversed flexures, which at their hanging limbs may produce favourable conditions for both vertical and lateral migrations, and for accumulation of the younger and older generations of bitumens. Hydrocarbons may have accumulated in structural, lithological and stratigraphical traps here. The outer zones of the

piercing salt structures create the best possibilities for the existence of reversed faults.

The positive results in search for bitumens may also be related to dislocations that were not so distinctly fixed with the process of displacement of salt masses, but were responsible for a considerable differentiation in the rate of sedimentary process on both sides. Dislocations of this type are deep and in the Palaeozoic formations they are of considerable amplitudes which make possible the migration of bitumens of the older and younger generations into the Mesozoic formations.

Structural arrangement and frequently deep-seated bottom of the Zechstein formation force to apply deep geophysical surveys and deep drillings. Comprehensive stratigraphic, petrographic and sedimentary studies are necessary to reconstruct dynamic evolution systems in the palaeofacial and palaeolithological aspect, from the viewpoint of changes in the porosity of rock complexes. Necessary are also hydrogeological studies to present the dynamic evolution systems with respect to chemical nature and dynamics of water. Geochemical and tectonic-structural research is indispensable also to reconstruct the dynamic evolution systems. The results of these studies should be synthesized into adequate evolution-palaeogeographical conceptions that, taking into account all parameters variable in time, allow us to select the most promising areas.