

Migracja i akumulacja gazu ziemnego w zapadlisku przedkarpackim: mechanizm i czynniki kontrolujące

Paweł Henryk Karnkowski*,, Wojciech Ozimkowski***

Gaz w zapadlisku przedkarpackim ma genezę mikrobialną, niskotemperaturową. Jego generacja rozpoczęła się w bezpośrednio zdeponowanym osadzie i rozwijała się

wraz ze wzrostem temperatury. Maksymalna temperatura w osadzie nigdy nie przekroczyła kilkudziesięciu stopni Celsjusza. Większość osadów miocenijskich wypełniających zapadlisko przedkarpackie to skały ilaste, we wczesnym etapie postdepozycyjnym wykazujące wysoką porowatość. Wraz ze wzrostem ciśnienia nadkładu skały ulegają kompaktacji, przez co zmniejsza się ich objętość, a zatem i porowatość. Równoległość procesów gene-

*Wydział Geologii, Uniwersytet Warszawski, ul Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa

**PGNiG S.A. w Warszawie, Oddz. BG GEONAF TA, ul. Jagiellońska 76, 03-301 Warszawa

racji i intensywnej kompaktacji sprzyjała przemieszczaniu się molekuł gazu wraz z wyciskanymi z osadu solankami. Sekwencja osadów miocénskich, chociaż w większości złożona z pakietów ilastych, jest wielokrotnie przełamana wkładkami piaskowców. Wygenerowany gaz migrował przede wszystkim w obrębie wkładek piaszczystych i zapiaszczonych poziomów ilastych. Wraz ze wzrostem kompaktacji skały ilaste coraz lepiej uszczelniały poziomy kolektorskie i w końcu migracja odbywała się tylko w środowisku bezpośredniej łączności skał macierzystych i skał zbiornikowych. Pułapki złożowe (strukturalne i litofacjalne) wypełniane gazem pochodzącym tylko z bezpośredniego ich zaplecza generacyjnego nie mogłyby zawierać znacznych objętości metanu. Musiał istnieć więc mechanizm umożliwiający migrację znacznych ilości gazu na duże odległości. Pośrednim dowodem za taką hipotezą jest konieczność istnienia w przeszłości dostaw dużych ilości metanu w rejonach dzisiejszych złóż siarki rodzimej. Przyjmuje się, że złoża siarki w zapadlisku przedkarpackim mają genezę redukcyjną, czyli że siarczany zostały zredukowane do siarki i węglanów przy współdziałaniu bakterii beztlenowych i dużych dostawach metanu. W bezpośrednim zapleczu złóż siarki nie ma wystarczających objętości skał macierzystych dla dużych ilości gazu niezbędnych do takiej reakcji. Gaz musiał więc migrować z dalszej odległości, z centralnych części basenu miocénskiego ku jego północnym peryferiom. Analiza sedymentologiczna wskazuje, że trudno się dopatrzeć w NE części zapadliska przedkarpackiego ciągłych, o dużym zasięgu lateralnym, poziomów piaskowcowych, będących naturalnymi drogami migracji. W tej sytuacji należy brać pod uwagę inne możliwości, a przede wszystkim strefy dyslokacyjne działające jako naturalne ciągi umożliwiający przemieszczanie się metanu na znaczne odległości.

Jednak na mapach geologicznych przedstawiających tektonikę kompleksu miocénskiego z rzadka tylko znaczne są uskoki. O ile na zinterpretowanych przekrojach sejsmicznych widuje się uskoki, to na zbiorczych mapach rysowane są rzadko. Wynika to z niejednoznaczności wyróżnianych uskoków. Często na przekrojach sejsmicznych uskoki interpretowane są jako tylko pojedyncze powierzchnie i to biegnące tylko przez część kompleksu miocénskiego. Gdzie indziej znów, uskoki pojawiają się w górnej części osadów zapadliska i nie kontynuują się ku spągowi. Niekiedy uskoki z podłoża nawet wchodziły w kompleks miocénski, lecz nie kontynuują się ku stropowi. Jednym słowem, nie można kwestionować istnienia uskoków w obrębie osadów zapadliska, ale narysowanie mapy geologicznej przedstawiającej ich lokalizację jest trudne ze względu na kryteria obowiązujące przy konstrukcji standardowych materiałów kartografii wglębnej.

Kilka lat temu, została wykonana geologiczna interpretacja zdjęć satelitarnych metodą pokryć wielokrotnych, obejmująca również obszar zapadliska przedkarpackiego. Analiza strukturalna omawianego obszaru była już wielokrotnie wcześniej opracowywana na podstawie zdjęć satelitarnych. Poprzednie prace były jednak wykonywane klasyczną metodą wizualną, która jest subiektywna, gdyż to samo zdjęcie może być różnie interpretowane przez różnych badaczy. Ten czynnik subiektywizmu można powa-

żnie zredukować przez zestawienie wielu interpretacji tego samego zdjęcia, wykonanych przez wielu różnych interpretatorów (*geologiczna interpretacja zdjęć satelitarnych metodą pokryć wielokrotnych*). Tak otrzymany obraz charakteryzuje się wyraźnym przebiegiem najlepiej czytelnym lineamentów, a także umożliwia odczytanie ich szerokości i stopnia czytelności (= aktywności?). Sumaryczny obraz lineamentów nałożono na mapę występowania złóż węglowodorów, co pozwoliło wykonać geologiczną i statystyczną ocenę zależności występowania złóż ropy naftowej i gazu ziemnego w stosunku do lineamentów wyinterpretowanych metodą pokryć wielokrotnych.

W zapadlisku przedkarpackim wyróżniono trzy kategorie złóż: (1) złoża występujące na lineamentach (8%), (2) złoża występujące w pobliżu lineamentów (23%), (3) złoża poza lineamentami (69%). Wyinterpretowane lineamenty prawdopodobnie są powierzchniowym wyrazem stref dyslokacyjnych. Aktywne strefy tektoniczne są szczególnie przepuszczalne dla gazu, który docierając do powierzchni terenu rozprasza się. Z drugiej strony te aktywne drogi migracji sprzyjają napełnianiu pułapek złożowych, jeżeli znajdują się one w pobliżu lineamentów. Jest zastanawiające, że największe złoża gazu są położone obok lineamentów.

Geologiczna interpretacja zdjęć satelitarnych metodą pokryć wielokrotnych zastosowana na przedgórzu Karpat wykazała, że istnieje bezpośredni związek pomiędzy lokalizacją złóż węglowodorów, a przebiegiem lineamentów. Potwierdza to opinię o znacznym udziale tektoniki nieciągłej w migracji i akumulacji gazu ziemnego w zapadlisku przedkarpackim.

Powstaje jednak pytanie o naturę tektoniki przedkarpackiego kompleksu miocénskiego. W obecnej chwili przynajmniej trzy czynniki miały bezpośredni lub pośredni wpływ na kształtowanie się tutaj procesów tektonicznych: 1) tektonika podłoża, 2) tektonika nasuwającego się orogenu karpackiego i 3) tektonika autochtoniczna wynikająca ze zróżnicowania intensywności i zakresu procesów kompaktacji osadów miocénskich wypełniających zapadlisko. Każdy z osobna z wymienionych powyżej czynników tektonicznych można śledzić na wybranych przykładach. Niejednokrotnie można udowodnić interferencję dwóch lub trzech bodźców składających się na ostateczny efekt tektoniczny. Wszystko to wpływa na powstanie skomplikowanej sieci uskoków i spękań, które umożliwiły migrację gazu, niekiedy na znaczne odległości, ale z drugiej strony przyczyniły się do destrukcji części zasobów zapadliska przedkarpackiego.

Reasumując, można powiedzieć, że bez złożonych mechanizmów tektonicznych nie byłoby migracji gazu ziemnego umożliwiającej napełnienie potencjalnych pułapek złożowych. Tektonika przyczyniała się także do powstawania pułapek strukturalnych, które akumulowały gaz migrujący głównie strefami spękań i szczelin. Możliwość wyróżniania i kartowania trudnych zagadnień tektonicznych z zapadliska przedkarpackim powinna przyczynić się do lepszego zrozumienia mechanizmu migracji i akumulacji gazu ziemnego w miocénkim kompleksie osadowym zapadliska przedkarpackiego.