

Czynniki determinujące parametry przepływów fazowych w piaskowcach karbonu złoża Stężycza

Piotr Such*

Piaskowce zbiornikowe ze złoża Stężycza wyróżniają się szeregiem cech pozwalających na analizę przyczyn zmienności parametrów charakteryzujących przepływy fazowe. Są to takie cechy jak bardzo małe zróżnicowanie wielkości współczynnika porowatości (12–16%) przy wartościach ekstremalnych 9–20%, duża zwięźłość badanych piaskowców pozwalająca na poprawne wykonanie pomiaru (Such, 1997). Długie serie pomiarów wykonane dla piaskowców z tego złoża zapewniają poprawność statystyczną obliczeń i korelacji.

Przeanalizowano zależności przepuszczalności fazowych dla gazu, wody i ropy oraz nasycenia rezydualnego od przepuszczalności absolutnej, wymiaru fraktalnego, zwilżalności, głębokości zalegania, średnicy progowej i temperatury złożowej.

Analizie korelacyjnej poddano wyniki otrzymane dla pomiarów przepuszczalności względnych w układach

woda-gaz i woda-ropa. W szczególności analizowano maksymalne wartości przepuszczalności względnych dla wody, gazu i ropy oraz wartości odpowiadających im nasyceniom rezydualnym. Te wartości przepuszczalności względnych określa się jako przepuszczalności bazowe.

W badaniach korelacyjnych wykorzystano wyniki 98 badań przepuszczalności względnych z siedmiu odwiertów ze złoża Stężycza, obejmujących interwały od 1637,5 do 2477,5 m. Badane skały charakteryzowały się współczynnikami porowatości rzędu 9,14–20,74% oraz współczyn-

Tab. 1. Przeciętne wartości przepuszczalności względnych dla złoża Stężycza

Przepuszczalność absolutna [mD]	Przepuszczalność bazowa dla gazu	Przepuszczalność bazowa dla ropy
0–10	0,4	0,42
10–50	0,56	0,45
50–100	0,58	0,51

*Instytut Górnictwa Naftowego i Gazownictwa, ul. Lubicz 25a, 31-503 Kraków

nikami przepuszczalności absolutnej od 0,1 do 232 mD. Z posiadanej bazy danych usunięto 7 pomiarów (odwierty S-1, S-2, S-6) ze względu na uszkodzenie badanych skał podczas przepływu wody złożowej (przepuszczalności względne dla gazu i ropy niższe od 0,3). Analiza petrograficzna badanych rdzeni pozwoliła na stwierdzenie, że uszkodzenie ma charakter mechaniczny (wyrywanie ziaren skały przez przepływającą wodę i zatykanie gardzieli porów). W sumie analizie poddano 89 pomiarów.

Przeanalizowano wszystkie parametry mogące mieć wpływ na wielkości przepływów fazowych. Były to: porowatość, przepuszczalność absolutna, rozkład średnic porów, temperatury złożowe, głębokość zalegania badanej skały oraz kontakt powierzchni skały z ropą (Such, 2002).

Jednorodnemu rozkładowi porowatości odpowiada duże zróżnicowanie przepuszczalności efektywnej. Nie ma żadnej istotnej korelacji między tymi wielkościami.

Również próba skorelowania otrzymanych wyników z temperaturami, pozycją badanej próbki oraz odwiertu w złożu, kontakt badanej skały z ropą oraz głębokość zalegania nie dała żadnych istotnych wyników.

Analiza wyników badań porozymetrycznych przy pomocy macierzy korelacyjnych wykonana dla skał zbiornikowych wykazała szereg korelacji. Są to zależności: przepuszczalność — średnica progowa, przepuszczalność — histereza. Innymi słowy, przepuszczalność zależy w decydującym stopniu od rozkładu średnic porów oraz od ich kształtu. Bardziej dokładna, fraktalna analiza parametrów fizycznych wykazuje, że głównym czynnikiem determinującym przepływy przez skały jest kształt porów oraz parametry modelu sieciowego czyli ilość drożnych kanałów w przestrzeni porowej mogących transportować płyny złożowe o średnicach większych od 3 μm .

Parametry najlepszych skał zbiornikowych (porowatość powyżej 18% i przepuszczalność powyżej 150 mD) są homogeniczne: przepuszczalność bazowa dla gazu równa 0,7–0,73, przepuszczalność bazowa dla ropy 0,58–0,6, przepuszczalność bazowa dla wody 0,19–0,22 i nasycenie rezydualne rzędu 48–52%. Są to dobrze wysortowane piaskowce o niezaburzonej przestrzeni porowej. Przestrzeń porowa skał o niższych porowatościach i przepuszczalnościach została zmieniona przez procesy diagenetyczne, które w ogromnej większości spowodowały pogorszenie się właściwości filtracyjnych tych utworów (tylko w kilku przypadkach obserwuje się polepszenie zdolności transportu

płynów złożowych). Rozrzut tych parametrów wzrastał wraz z obniżaniem się przepuszczalności i porowatości. Tabela 1 ilustruje zależność przeciętnych wartości przepuszczalności bazowych od przepuszczalności absolutnej.

W analizie korelacyjnej odrzucono próbki uszkodzone przez przepływ wody złożowej, przyjmując arbitralnie wartość 0,3 jako graniczną. Tym niemniej niskie wartości przepuszczalności bazowych, chociaż wyższe od 0,3 też wynikają z uszkodzenia przestrzeni porowej przez przepływ wody złożowej.

Wnioski

1. Wartości przepuszczalności względnych zależą w decydującym stopniu od wykształcenia przestrzeni porowej badanych skał (średnic progowych, kształtu porów oraz ilości drożnych kanałów w przestrzeni porowej). Czynnikiem kontrolującym te procesy jest diagenеза. Pozycja danej skały w złożu, głębokość zalegania i temperatura nie mają istotnego wpływu na przepływy fazowe.

2. Skały są silnie wodozwilżalne. Daje to w efekcie mały rozrzut wartości przepuszczalności bazowych dla wody i niskie średnie wartości tego parametru.

3. Ze wzrostem przepuszczalności absolutnej rosną wartości średnie przepuszczalności bazowych dla gazu i ropy.

4. W rozkładach wartości przepuszczalności bazowych dla gazu i wody można wyróżnić po trzy wartości modalne. Odpowiadają im trzy typy krzywych rozkładu średnic porów o określonych wymiarach fraktalnych.

5. Przepuszczalność absolutna, średnica progowa i wymiar fraktalny są parametrami determinującymi przepływy fazowe dla piaskowców karbonu ze złoża Stężycza. Mając te parametry można oszacować wszystkie wielkości charakteryzujące przepływy fazowe dla tego złoża.

Literatura

- SUCH P. 1997 — Kompleksowe badania zdolności magazynowania i transportu mediów złożowych przez skały zbiornikowe na przykładzie złóż Stężycza i Mełgiew. Mat. Konf. Nauk.-Bad. Pułtusk, wrzesień, 1997. Arch. Geonafta.
- SUCH P. 2002 — Zastosowanie rachunku fraktalowego w badaniach przestrzeni porowej skał zbiornikowych. Pr. IGNiG, 115.