



Jedynie wytrzymałości otrzymanych kamieni cementowych są bardzo niskie dlatego bardzo istotne jest prowadzenie dalszych szczegółowych badań nad doбором odpowiednich receptur.

Zastosowanie w składach zaczynów cementowych spoiw wiążących dotychczas stosowanych głównie w budownictwie pokazało możliwości wynikające z ich zastosowania oraz poszerzyło wiedzę na ten temat. Ponadto użycie w składach zaczynów cementowych dodatków o zróżnicowanej wielkości uziarnienia wpłynęło dodatkowo na lepsze wypełnienie przestrzeni międzyziarnowej matrycy cementowej oraz na zmniejszenie przepuszczalności kamieni cementowych.

Zinterpretowanie uzyskanych wyników badań laboratoryjnych pozwoli na wytypowanie odpowiednich składów zaczynów cementowych na bazie cementów specjalnych mogących znaleźć zastosowanie podczas uszczelniania otworów wiertniczych po zastosowaniu różnych płuczek wiertniczych.

BADANIA NAD ZASTOSOWANIEM NANOMATERIAŁÓW W SKŁADACH PŁUCZEK WIERTNICZYCH

*Grzegorz Zima, Małgorzata Uliasz, Sławomir Błaż, Bartłomiej Jasiński
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

Wprowadzenie

W czasie wiercenia na ścianie otworu powstaje osad filtracyjny z płuczki wiertniczej składający się na ogół z bentonitu, skrobi, karboksymetylocelulozy, polimerów syntetycznych, barytu i zwiercin. Powszechnie dodawane materiały do płuczek wiertniczych nie zawsze zapewniają utworzenie szczelnego osadu filtracyjnego. Zastosowanie nanokrzemionki hydrofobowej dyspergowanej w płuczce wiertniczej wodnodispersyjnej za pomocą środków powierzchniowo czynnych w połączeniu z mikrokrzemionką przyczynia się do zwiększenia szczelności osadu filtracyjnego i obniżenia filtracji płuczki wiertniczej, co jest spowodowane tym, że materiały obciążające takie jak blokator węglanowy czy baryt mają rozmiar cząstek rzędu 10^2 – $10\ \mu\text{m}$, natomiast mikrokrzemionka ok. $15\ \mu\text{m}$.

Badania laboratoryjne nad doбором dodatku nanokrzemionki i SPCz w składach bezilowych płuczek wiertniczych

Badania rozpoczęto od opracowania składu płuczek wiertniczych zawierających nanokrzemionkę hydrofobową, mikrokrzemionkę, poliglikol oraz środki powierzchniowo czynne, charakteryzujących się odpowiednimi parametrami reologicznymi oraz filtracją. Badania te polegały głównie na doborze ilości nanokrzemionki oraz ilości i rodzaju środka powierzchniowo czynnego. W badaniach użyto trzech rodzajów środków powierzchniowo czynnych (SPCz): adduktu tlenku etylenu do oleju rycynolowego, adduktu



tlenku etylenu do alkoholu tłuszczowego i estru sorbitolu. Nanokrzemionkę przed dodaniem do płuczki dyspergowano wstępnie przy użyciu sonifikatora w mieszaninie wody i poliglikolu przez okres 30 min. Uzyskane wyniki wykazały, że płuczki z dodatkiem nanokrzemionki hydrofobowej, poliglikolu oraz dodatkowo SPCz (tab. 1) charakteryzują się niższą filtracją niż płuczka bez jej dodatku. Uzyskane wyniki wykazały korzystny wpływ dodatku SPCz na obniżenie filtracji płuczek zawierających nanokrzemionkę hydrofobową i poliglikol. W dalszych badaniach, w celu doszczelnienia osadu filtracyjnego skład płuczek zmodyfikowano przez zastąpienie części nanokrzemionki przez mikrokrzemionkę. Pozwoliło to na uzyskanie płuczek charakteryzujących się niską filtracją zarówno mierzoną w temperaturze otoczenia jak i w warunkach HPHT.

Tablica 1 – Wyniki pomiarów filtracji oraz współczynnika tarcia w środowisku płuczek wiertniczych zawierających nanokrzemionkę i mikrokrzemionkę

Nr płuczki	Rodzaj płuczki	Filtracja [cm ³]		Współczynnik tarcia [-]
		API	HPHT 120°C	
1	Płuczka zawierająca poliglikol (4 %) i SPCz (1%) bez dodatku nanokrzemionki	26,0	36,0	0,145
2	Płuczka zawierająca poliglikol (4 %) i SPCz (1%) z dodatkiem nanokrzemionki hydrofobowej (2%)	7,6	23,0	0,160
3	Płuczka zawierająca poliglikol (4 %) i SPCz (1%) z dodatkiem nanokrzemionki hydrofobowej (1%) i mikrokrzemionki (1%)	6,0	21,0	0,175
4	Płuczka zawierająca poliglikol (4 %) i SPCz (1%) z dodatkiem mikrokrzemionki (2%)	11,0	24,0	0,155

Badanie wpływ dodatku nanokrzemionki na ograniczenie filtracji płuczki w warunkach otworopodobnych

Dla opracowanych płuczek przeprowadzono badania filtracji HPHT (tabl. 1). W podwyższonej temperaturze (120 °C) uzyskano podobną zależność filtracji płuczek od ich składu jak w przypadku filtracji API w temperaturze otoczenia. Przeprowadzone badania potwierdziły korzystny wpływ dodatku nanokrzemionki hydrofobowej w połączeniu z SPCz oraz mikrokrzemionki na obniżenie filtracji płuczek w temperaturze otoczenia (filtracja API) i warunkach otworopodobnych (filtracja HPHT – 120 °C). Przy czym w płuczce zawierającej tylko mikrokrzemionkę filtracja była wyższa niż w przypadku płuczek zawierających nanokrzemionkę hydrofobową.

Badania właściwości smarnych płuczek zawierających nanokrzemionkę hydrofobową i mikrokrzemionkę

Pomiary współczynnika tarcia na kontakcie metal – metal (tabl. 1) wykazały wpływ dodatku mikrokrzemionki na obniżenie współczynnika



tarcia. Im większa zawartość mikrokrzemionki w płuczce tym wartość współczynnika tarcia niższa. Najwyższe wartości współczynnika tarcia uzyskano dla płuczki z dodatkiem nanokrzemionki. Jest to najprawdopodobniej spowodowane małymi rozmiarami fazy stałej (nanokrzemionki) tworzącej bardzo cienką błonkę na powierzchni metalu. Mikrokrzemionka tworzy grubszą błonkę pokrywającą powierzchnię metalu i tym samym przyczynia się do zmniejszenia tarcia na kontakcie metal – metal. Należy zaznaczyć, że dla wszystkich badanych płuczek uzyskano niskie wartości współczynnika tarcia wynikające z zastosowania w składzie płuczki poliglikolu.

Podsumowanie

W przeprowadzonych badaniach uzyskano pozytywne wyniki obniżenia filtracji poprzez doszczelnienie osadu filtracyjnego płuczek wiertniczych przy zastosowaniu nanokrzemionki hydrofobowej dyspergowanej w wodnym roztworze polglikolu i środka powierzchniowo czynnego. Nie zaobserwowano znaczącego wpływu rodzaju środka powierzchniowo czynnego na właściwości płuczki. Dodatkowe doszczelnienie osadu filtracyjnego z płuczek wiertniczych jest możliwe poprzez zastosowanie dodatku mikrokrzemionki do płuczek zawierających nanokrzemionkę hydrofobową i środki powierzchniowo czynne. Utworzony w ten sposób osad przyczynia się do ograniczenia filtracji, szczególnie przy połączeniu dodatku nanokrzemionki hydrofobowej i mikrokrzemionki. Właściwości smarne płuczek zależą również od ilości nanokrzemionki i mikrokrzemionki w ich składzie. Dodatek mikrokrzemionki do płuczki wpływa na obniżenie współczynnika tarcia na kontakcie metal – metal. Pomiar parametrów reologicznych z wykorzystaniem wiskozymetru HPHT potwierdzają stabilność termiczną płuczek wiertniczych z dodatkiem nanokrzemionki hydrofobowej i mikrokrzemionki w cyklu podgrzewania i chłodzenia płuczek. Uzyskane wyniki wskazują na celowość dodatku mikrokrzemionki do płuczki wiertniczej zawierającej nanokrzemionkę hydrofobową ze względu na korzystny jej wpływ na obniżenie filtracji i poprawę właściwości smarnych.

Literatura

1 Adel M., Ragab S., Noah A. - Reduction of Formation Damage and Fluid Loss using Nano-sized Silica Drilling Fluids. Petroleum Technology Development Journal (ISSN 1595-9104): An International Journal; July 2014 - Vol. 2 ss75-88

2 Agarwal S., Tran P., Soong Y., Martello D., Gupta R.- Flow Behavior of Nanoparticle Stabilized Drilling Fluids and Effect of High Temperature Aging. Presented at the AADE National Technical Conference and Exhibition, Houston, Texas, 12-14 April, AADE-11-NTCE-3, 2011, ss1-6



3 Contreras O., Hareland G., Husein M., Nygaard R., Al-Saba M., Application of In-House Prepared Nanoparticles as Filtration Control Additive to Reduce Formation Damage, SPE-168116-MS, 2014, <http://dx.doi.org/10.2118/168116-MS>

4 Mahmoud O., Nasr-El-Din H.A., Vryzas Z., Kelessidis V.C., Nanoparticle-Based Drilling Fluids for Minimizing Formation Damage in HP/HT Applications, SPE-178949-MS, 2016, <http://dx.doi.org/10.2118/178949-MS>

BADANIA LABORATORYJNE NAD OGRANICZENIEM FILTRACJI DYNAMICZNEJ PŁUCZEK WIERTNICZYCH W WARUNKACH HPHT

Bartłomiej Jasiński, Małgorzata Uliasz, Grzegorz Zima, Sławomir Błaż

Filtracją nazywa się odfiltrowanie płynu (najczęściej wody i rozpuszczonych w niej substancji chemicznych) z płuczki wiertniczej do przewiercanych formacji skalnych. Zjawisko filtracji ma miejsce, gdy płuczka wiertnicza wywiera ciśnienie na ścianę otworu wiertniczego oraz gdy przepuszczalność danej formacji pozwala na wnikanie płynu w otwartą przestrzeń komunikujących się porów. Znane są dwa rodzaje filtracji: dynamiczna i statyczna. Filtracja dynamiczna ma miejsce, gdy płuczka znajduje się w ruchu – w systemie cyrkulacyjnym. Filtracja statyczna natomiast występuje, gdy cyrkulacja płuczki jest zatrzymana. Filtracja dynamiczna różni się od filtracji statycznej tym, że przepływ płuczki wzdłuż ściany otworu wiertniczego może powodować erozję osadu utworzonego w wyniku procesu filtracji. Osad na ścianie otworu powiększa się w wyniku filtracji aż do momentu, gdy szybkość jego tworzenia i szybkość erozji, nawzajem się równoważą. Gdy grubość osadu osiągnie stan równowagi, szybkość filtracji utrzymywana będzie na stałym poziomie.

Do pomiaru filtracji dynamicznej wykorzystano unikatowy na skalę światową aparat Grace M2200 HPHT. Umożliwia on przeprowadzenie pomiaru smarności i filtracji dynamicznej płuczek wiertniczych w symulowanych warunkach otworowych. Dodatkową funkcją jest pomiar szybkości wiercenia w rzeczywistych próbkach skał przy pomocy miniaturowego świdra wiertniczego. Aparat umożliwia realistyczne symulowanie warunków otworowych dzięki dużemu zakresowi temperatury roboczej (do 260°C) oraz ciśnienia (do 13,8 MPa). Obsługa odbywa się przy użyciu nowoczesnego oprogramowania komputerowego M2200 PC.

Badania przeprowadzone w toku realizacji pracy charakteryzowały się następującymi parametrami: