

Grzegorz Zima

Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy

Nowy rodzaj płuczki wiertniczej do zastosowania w warunkach HTHP

W artykule zaprezentowano wyniki badań nad doбором składników do płuczki wiertniczej umożliwiających zastosowanie jej do wiercenia głębokich otworów (w warunkach HTHP) oraz wyniki badań nad określeniem wpływu materiałów obciążających o specjalnie dobranych właściwościach na parametry technologiczne płuczek wiertniczych w warunkach HTHP. W ramach przedstawionych badań zaproponowano skład płuczki wiertniczej o parametrach technologicznych odpowiednich dla płuczek stosowanych w warunkach HTHP. W badaniach uwzględniono wpływ materiałów obciążających o odpowiedniej granulacji na parametry reologiczne i filtrację płuczek w warunkach HTHP.

Słowa kluczowe: płuczka wiertnicza, baryt, warunki HTHP, skleroglukan.

A new type of drilling fluid for use in HTHP conditions

The article presents the results of the selection of drilling fluid components, which allow to use them at high temperature and pressure (HTHP) and studies on determining the impact of weighting materials of specially selected properties on the technological parameters of drilling fluids in HTHP conditions. As part of this research the drilling fluid technology parameters relevant for muds used in HTHP conditions was proposed. The study takes into account the impact of weighting materials of adequate granulation on rheological parameters and fluid loss in HTHP conditions.

Key words: drilling fluid, barite, HTHP conditions, scleroglucan.

Wprowadzenie

Przy projektowaniu płuczek wiertniczych do dowiercania w warunkach wysokich temperatur i ciśnień szczególną uwagę należy zwrócić na dobór odpowiednich materiałów i środków chemicznych. Wymagania odnośnie do płuczek wiertniczych, w szczególności stosowanych do dowiercania złoże, to przede wszystkim zapewnienie jak najmniejszego uszkodzenia strefy przyotworowej, parametry reologiczne umożliwiające zawieszenie materiału obciążającego, odpowiednie właściwości inhibitoryjne, smarne oraz niska filtracja.

Zastosowanie w składzie płuczki nietoksycznych polimerów naturalnych powinno przyczynić się do uzyskania minimalnego uszkodzenia naturalnej przepuszczalności skał zbiornikowych oraz małej szkodliwości opracowanych płuczek. Jak wynika z danych literaturowych [7, 9, 15], alternatywnym środkiem strukturotwórczym do obecnie wykorzystywanego w składach płuczek wiertniczych ksantanu (XCD) jest skleroglukan. Jest on biosyntezy przy

udziale grzybów z rodzaju *Sclerotium*, posiada całkowicie niejonowy charakter i tworzy strukturę złożoną z łańcuchów polimerowych skręconych w postaci potrójnej helisy. Taka budowa biopolimeru warunkuje dużą odporność termiczną, odporność na kationy metali wielowartościowych i zasolenie. Wykorzystanie skleroglukanu umożliwiło opracowanie składów płuczek wiertniczych o stabilnych parametrach reologiczno-strukturalnych w podwyższonej temperaturze, przy zasoleniu i obecności skażeń chemicznych. Do obciążania płuczek wiertniczych stosowane są przede wszystkim materiały obciążające takie jak węgiel wapnia, baryt, ferrohlem, hematyt. Zastosowanie niewłaściwego materiału obciążającego w płuczkach do dowiercania może doprowadzić do trwałego uszkodzenia naturalnej przepuszczalności horyzontów gazonośnych. W praktyce do obciążania płuczek wiertniczych do dowiercania stosowany jest węgiel wapnia

CaCO₃ z uwagi na jego wysoką rozpuszczalność w kwasie. Zbyt duża koncentracja materiału obciążającego w płuczce wpływa jednak na zwiększenie jej parametrów reologicznych oraz związane z tym komplikacje wiertnicze. Dlatego też do płuczek zawierających CaCO₃, w celu zmniejszenia ilości

materiałów stałych, dodawany jest baryt, charakteryzujący się znacznie większą gęstością: 4,2÷4,4 g/cm³. W związku z prowadzeniem głębokich wierceń w Karpatach trwają badania nad opracowaniem nowego rodzaju płuczki do warunków występowania podwyższonej temperatury.

Wpływ warunków występujących w otworach HTHP na właściwości płuczek wiertniczych

Trudności podczas wiercenia wynikają głównie z warunków geologicznych napotykaných w trakcie przewiercania poszczególnych warstw. Przez trudne warunki geologiczne należy rozumieć podwyższoną temperaturę i ciśnienie występujące w głębokich otworach oraz czynniki związane ze składem mineralogicznym przewiercanych warstw [1, 5, 9, 14, 17].

W warunkach podwyższonej temperatury dochodzi do obniżenia wartości parametrów reologicznych i do wzrostu filtracji płuczki wiertniczej. Dzieje się tak na skutek zmian fizycznych zachodzących w płuczce pod wpływem temperatury lub degradacji polimerów odpowiedzialnych za nadawanie płuczce odpowiednich parametrów reologicznych i ograniczanie filtracji. W pierwszym przypadku jest to proces odwracalny, natomiast w przypadku degradacji polimeru konieczna jest ciągła obróbka płuczki przez dodatek kolejnych porcji polimeru. Z degradacją polimeru mamy do czynienia szczególnie w przypadku równoczesnego występowania podwyższonej temperatury i skażeń jonami dwuwartościowymi (Ca²⁺ i Mg²⁺) lub zasolenia NaCl i KCl. Do wierceń w warunkach wysokiej temperatury należałoby stosować płuczki zawierające polimery o podwyższonej odporności termicznej, takie jak niektóre polimery syntetyczne lub modyfikowane polimery naturalne.

Przy występowaniu wyższych ciśnień złożowych mamy również często do czynienia z koniecznością obciążania płuczki za pomocą materiałów obciążających takich jak baryt czy hematyt. Wymaga to zastosowania płuczki o podwyższonych parametrach reologicznych, zwłaszcza wytrzymałości

strukturalnej, zdolnej do zawieszenia takiej ilości fazy stałej, która zapewni gęstość płuczki nawet do 2400 kg/m³.

Często dochodzi również do wzrostu parametrów reologicznych płuczki w czasie wiercenia otworu na skutek przedostawania się do płuczki fazy stałej, działania elektrolitów i rosnącej temperatury.

Regulowanie parametrów reologicznych płuczki osiąga się przez usunięcie fazy stałej, dodawanie wody lub obróbkę chemiczną. Obniżanie parametrów reologicznych w płuczce o wysokiej lepkości wywołanej wzrostem zawartości fazy stałej za pomocą wody jest efektywne tylko wtedy, gdy nie towarzyszy temu wzrost granicy płynięcia. Do obniżania granicy płynięcia stosuje się środki chemiczne. Środki wykorzystywane do obniżania parametrów reologicznych nazywane są środkami rozrzedzającymi, dyspergatorami, upłynniaczami lub środkami zmniejszającymi lepkość.

Istotą procesu upłynniania płuczki jest zapobieganie łączeniu się cząstek fazy stałej w większe agregaty przez adsorpcję środków rozrzedzających na ich powierzchni. Substancje te wysycają wartościowości rozerwanych wiązań na powierzchni cząstek ilastych, uniemożliwiając ich wzajemne przyciąganie. Środki stosowane do upłynniania płuczek wiertniczych to głównie małowartościowe polimery akrylowe, lignity i taniny roślinne.

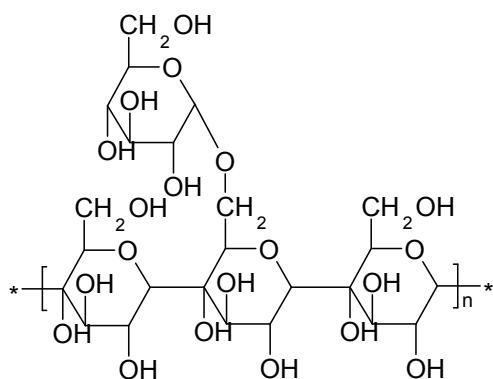
W warunkach przemysłowych często spotyka się płuczki o zbyt wysokich parametrach reologicznych wynikających z dużej zawartości aktywnych części bentonitu oraz jonów wapnia pochodzących z przewiercanych skał lub wprowadzonych przy zwiercaniu korków cementowych.

Właściwości i zastosowanie skleroglukanu

Skleroglukan (rysunek 1) to niejonowy polisacharyd produkowany na drodze fermentacji przez grzyby rodzaju *Sclerotium*. Dzięki szczególnej odporności na skażenia, wynikającej z jego niejonowego charakteru oraz dużej stabilności termicznej, jest on zalecany jako środek regulujący parametry reologiczne płuczek przy wysokim zasoleniu i w wysokiej temperaturze [11, 14, 16].

Dwie cechy budowy skleroglukanu warunkują jego szczególne właściwości, a mianowicie niejonowy charakter oraz skręcenie łańcuchów polimeru w strukturę potrójnej helisy. Wszyscy autorzy publikacji [10, 16] są zgodni co do unikatowej odporności termicznej skleroglukanu, ale wyniki, które

przedstawiają, często różnią się między sobą. Przeprowadzone przez nich badania potwierdziły stabilność skleroglukanu w temperaturze 90°C przez 500 dni oraz w 100°C przez 60 dni. Gallino [7] stwierdza, że skleroglukan zachowuje swoją strukturę w temperaturze wyższej niż 120°C, dopiero w temperaturze 130°C przy pH 7 dochodzi do obniżenia lepkości, a wysokość tej temperatury nie zależy od zasolenia. Badania Kalpakciego i in. [9] potwierdziły możliwość stosowania skleroglukanu w wysokich temperaturach. Ustalił on, że polisacharyd ten w temperaturze 93°C nie zmienia swoich właściwości nawet przez kilka lat, może on pozo-



Rys. 1. Budowa skleroglukanu [8]

stawać stabilny w temperaturach około 105°C, ale przez odpowiednio krótszy czas.

Ksantan (XCD) zależnie od metody otrzymywania może występować w postaci łańcuchów pojedynczej lub podwójnej helisy [10]. Jego odporność termiczna jest zależna od metody otrzymywania i zwykle wynosi około 70°C.

Płuczki z dodatkiem skleroglukanu były stosowane podczas wierceń za gazem w południowych Włoszech [8]. Płuczka użyta do wierceń zawierała 2÷4 g/l biopolimeru, 10÷40 g/l mrówczanu potasu, 3÷8 g/l polimeru do regulacji filtracji oraz baryt do gęstości płuczki 1,4÷1,5 g/cm³. Przy sporządzaniu płuczki zwracano szczególną uwagę na mieszanie – ze względu na niejonowy charakter skleroglukanu i wynikającą z tego jego powolną hydratację. W czasie przygotowywania okresowo sprawdzano parametry reologiczne

płuczki i stwierdzono znaczny wpływ intensywności mieszania (cyrkulacji) na szybkość hydratacji biopolimeru. Stwierdzono również, że podniesienie pH powyżej 11,5 powoduje znaczące obniżenie parametrów reologicznych płuczki, wywołane najprawdopodobniej zmianą konformacji biopolimeru. Ponowne obniżenie pH prowadzi do szybkiego odtworzenia wyjściowych parametrów płuczki.

Płuczki ze skleroglukanem i XCD porównywano podczas wierceń otworów położonych na tym samym obszarze. Zastosowanie skleroglukanu w miejsce XCD w płuczках zawierających mrówczan potasu pozwoliło na skrócenie czasu potrzebnego na prace związane z przeciwdziałaniem oblepianiu świdra i na obróbkę płuczki o około 60%. Doświadczenia przemysłowe potwierdziły odporność skleroglukanu na zasolenie, skażenie fazą stałą i wysoką temperaturę. Właściwości płuczki pozostawały stabilne w temperaturze 20÷80°C i pH w zakresie 7÷11, a po podgrzaniu płuczki przy intensywnej cyrkulacji obserwowano poprawę parametrów reologicznych wywołaną lepszą hydratacją biopolimeru.

W warunkach podwyższonej zawartości aktywnych części bentonitu płuczka na osnowie skleroglukanu wykazywała lepszą odporność na skażenie fazą stałą niż płuczka z XCD. Przeprowadzono badania korelacji pomiędzy zawartością aktywnych części bentonitu (MBT) a wartością granicy płynięcia (YP). W przypadku płuczki ze skleroglukanem krytyczna wartość MBT, tj. przy której obserwowano znaczny wzrost granicy płynięcia, wynosiła 65÷70 kg/m³, natomiast w przypadku płuczki z XCD było to 50 kg/m³.

Badania laboratoryjne

Wstępne badania dotyczyły ustalenia składu płuczki zapewniającego uzyskanie odpowiednich parametrów reologicznych w warunkach HTHP. W tym celu zbadano właściwości płuczek zawierających różne ilości dwóch rodzajów polianionowej celulozy (polianionowa celuloza niskolepna, polianionowa celuloza średniolepna) i skleroglukanu jako środka strukturotwórczego. Ze względu na wysoką filtrację HTHP opracowanej do dalszych badań płuczki do obróbki jej filtracji zastosowano w dalszej części pracy wybrane syntetyczne kopolimery winyloamidowo-winylosulfonowe, charakteryzujące się zwiększoną stabilnością termiczną, sięgającą 210°C.

Płuczka o ustalonym składzie była wykorzystana w dalszych badaniach wpływu rozmiaru cząstek materiałów

obciążających, takich jak baryt i blokator węglanowy, na właściwości płuczek w warunkach HTHP.

Celem wyodrębnienia poszczególnych frakcji materiałów obciążających (baryt, blokator węglanowy) przeprowadzono klasyfikację dostępnych w handlu materiałów na sitach. Po rozdzieleniu materiału uzyskano 6 frakcji o rozmiarach cząstek: <0,045 mm, 0,045÷0,063 mm, 0,063÷0,071 mm, 0,071÷0,09 mm, 0,09÷0,16 mm, >0,16 mm. Następnie materiałów z poszczególnych frakcji użyto do obciążenia wcześniej opracowanej płuczki wiertniczej w celu porównania ich wpływu na właściwości płuczki, a szczególnie na parametry reologiczne i filtrację w warunkach HTHP.

Badania nad określeniem odpowiednich parametrów reologicznych płuczek umożliwiających zawieszenie materiału obciążającego

Wyniki badań płuczek zawierających skleroglukan i – dla porównania – ksantan zebrano w tablicy 1. Otrzymane rezultaty

pozwołyły na dobór składu płuczki charakteryzującej się optymalnymi parametrami reologicznymi oraz najniższą

wartością filtracji. Najbardziej korzystne właściwości uzyskano dla płuczki (tablica 1, poz. 4) zawierającej: 0,5% skleroglukanu, 0,7% polianionowej celulozy niskolepnej i 0,2%

polianionowej celulozy średniolepnej (filtracja 6,6 cm³, granica płynięcia 12,5 Pa).

Dostępny w handlu baryt poddano klasyfikacji na sitach.

Tablica 1. Właściwości płuczek wiertniczych zawierających skleroglukan i ksantan

Nr płuczki	Skład [%]		Lepkość [mPa · s]		Granica płynięcia [Pa] τ_y	Wytrzymałość strukturalna [Pa]		pH	Gęstość [kg/m ³]	Filtracja API [cm ³]
			η_{pl}	η_s		I	II			
1	Biocyd	0,1	11	17,5	6,5	1,5	2,0	9,9	1070	14,6
	Polianionowa celuloza niskolepna	0,3								
	Polianionowa celuloza średniolepna	0,2								
	Skleroglukan	0,3								
	KCl	5,0								
	Blokator węglanowy	7,0								
2	Biocyd	0,1	18	22,5	9,0	3,0	5,0	9,8	1070	9,8
	Polianionowa celuloza niskolepna	0,3								
	Polianionowa celuloza średniolepna	0,2								
	Skleroglukan	0,5								
	KCl	5,0								
	Blokator węglanowy	7,0								
3	Biocyd	0,1	21	31,0	11,0	3,5	6,5	9,8	1070	7,6
	Polianionowa celuloza niskolepna	0,5								
	Polianionowa celuloza średniolepna	0,2								
	Skleroglukan	0,5								
	KCl	5,0								
	Blokator węglanowy	7,0								
4	Biocyd	0,1	21	33,5	12,5	2,5	4,0	9,7	1070	6,6
	Polianionowa celuloza niskolepna	0,7								
	Polianionowa celuloza średniolepna	0,2								
	Skleroglukan	0,5								
	KCl	5,0								
	Blokator węglanowy	7,0								
5	Biocyd	0,1	25	35,0	5,0	1,5	2,0	9,6	1070	7,6
	Polianionowa celuloza niskolepna	1,0								
	Polianionowa celuloza średniolepna	0,2								
	Skleroglukan	0,3								
	KCl	5,0								
	Blokator węglanowy	7,0								
6	Biocyd	0,1	23	44,0	11,0	5,5	7,5	9,3	1070	6,4
	Polianionowa celuloza niskolepna	0,7								
	Polianionowa celuloza średniolepna	0,2								
	XCD	0,5								
	KCl	5,0								
	Blokator węglanowy	7,0								

Tablica 2. Właściwości płuczek wiertniczych obciążonych barytem o różnej granulacji

Nr płuczki	Skład [%]		Lepkość [mPa·s]		Granica płynięcia [Pa] τ_y	Wytrzymałość strukturalna [Pa]		pH	Gęstość [kg/m ³]	Filtracja API [cm ³]
			η_{pl}	η_s		I	II			
1	Biocyd Polianionowa celuloza niskolepna Polianionowa celuloza średniolepna Skleroglukan KCl Blokator węglanowy	0,1 0,7 0,2 0,5 5,0 7,0	21	33,5	12,5	2,5	4,0	9,7	1070	6,6
2	Płuczka 1 + baryt nieklasyfikowany		48	73,0	25,0	6,0	9,5	8,7	1680	4,4
3	Płuczka 1 + baryt nieklasyfikowany		59	92,0	33,0	8,0	12,0	9,0	1810	4,4
4	Płuczka 1 + baryt o rozmiarach cząstek < 0,045 mm		46	70,0	24,0	6,0	10,0	8,9	1680	5,6
5	Płuczka 1 + baryt o rozmiarach cząstek < 0,045 mm		53	82,0	29,0	7,5	11,5	8,6	1810	4,6
6	Płuczka 1 + baryt o rozmiarach cząstek 0,045÷0,063 mm		47	72,0	25,0	6,5	11,0	9,0	1680	4,4
7	Płuczka 1 + baryt o rozmiarach cząstek 0,045÷0,063 mm		52	82,5	30,5	7,5	11,5	8,7	1810	4,0
8	Płuczka 1 + baryt o rozmiarach cząstek 0,063÷0,071 mm		47	72,0	25,0	6,0	10,0	9,1	1680	4,8
9	Płuczka 1 + baryt o rozmiarach cząstek 0,063÷0,071 mm		58	90,0	32,0	8,0	11,5	8,7	1810	4,4
10	Płuczka 1 + baryt o rozmiarach cząstek 0,071÷0,09 mm		42	65,0	23,0	5,5	8,5	9,2	1680	5,2
11	Płuczka 1 + baryt o rozmiarach cząstek 0,071÷0,09 mm		49	76,5	27,5	6,5	10,0	8,7	1810	4,2
12	Płuczka 1 + baryt o rozmiarach cząstek 0,09÷0,16 mm		42	65,0	23,0	6,0	9,0	9,3	1680	4,8
13	Płuczka 1 + baryt o rozmiarach cząstek 0,09÷0,16 mm		49	77,5	28,5	7,0	10,5	8,8	1810	4,4
14	Płuczka 1 + baryt o rozmiarach cząstek > 0,16 mm		43	67,5	24,5	6,5	10,5	9,2	1680	4,8
15	Płuczka 1 + baryt o rozmiarach cząstek > 0,16 mm		59	89,5	30,5	8,0	11,5	8,6	1810	4,4

Tablica 3. Właściwości płuczek wiertniczych z dodatkiem skleroglukanu obrobionych kopolimerami winylowoamidowo-winylosulfonowymi

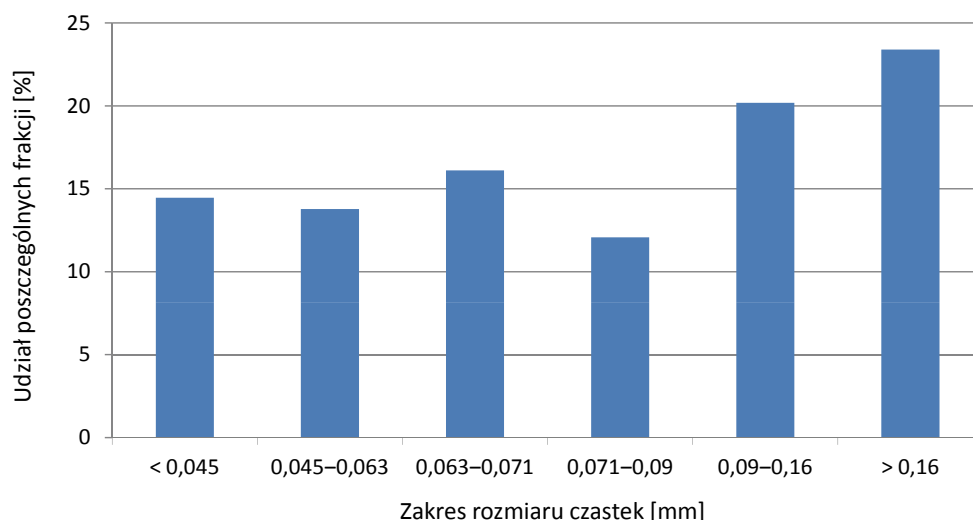
Nr płuczki	Skład [%]		Lepkość [mPa · s]		Granica płynięcia [Pa] τ_y	Wytrzymałość strukturalna [Pa]		pH	Gęstość [kg/m ³]	Filtracja API/HTHP 120°C/140°C [cm ³]
			η_{pl}	η_s		I	II			
1	Biocyd	0,1	48	75,5	27,5	7,0	11,5	9,2	1800	3,6/ 15,0/ 20,2
	Polianionowa celuloza niskolepna	0,7								
	Polianionowa celuloza średniolepna	0,2								
	Skleroglukan	0,5								
	KCl	5,0								
	Blokator węglanowy	7,0								
	Baryt									
2	Biocyd	0,1	56	95,0	39,0	9,5	14,5	8,9	1800	2,8/ 6,4/ 8,6
	Polianionowa celuloza niskolepna	0,7								
	Polianionowa celuloza średniolepna	0,2								
	Skleroglukan	0,5								
	KCl	5,0								
	Blokator węglanowy	7,0								
	Baryt									
	B 3344	0,5								
3	Biocyd	0,1	54	87,0	33,0	8,0	13,5	9,0	1800	3,0/ 11,0/ 17,0
	Polianionowa celuloza niskolepna	0,7								
	Polianionowa celuloza średniolepna	0,2								
	Skleroglukan	0,5								
	KCl	5,0								
	Blokator węglanowy	7,0								
	Baryt									
	B 3020	0,5								
4	Biocyd	0,1	59	95,5	36,5	8,5	13,0	8,6	1800	2,0/ 8,6/ 12,2
	Polianionowa celuloza niskolepna	0,7								
	Polianionowa celuloza średniolepna	0,2								
	Skleroglukan	0,5								
	KCl	5,0								
	Blokator węglanowy	7,0								
	Baryt									
	D-3018	0,5								
5	Biocyd	0,1	58	91,0	33,0	7,5	12,0	9,5	1800	4,6/ 9,8/ 13,0
	Polianionowa celuloza niskolepna	0,7								
	Polianionowa celuloza średniolepna	0,2								
	Skleroglukan	0,5								
	HCOOK	5,6								
	Blokator węglanowy	7,0								
	Baryt									

Udział procentowy poszczególnych frakcji barytu przedstawiono na rysunku 2.

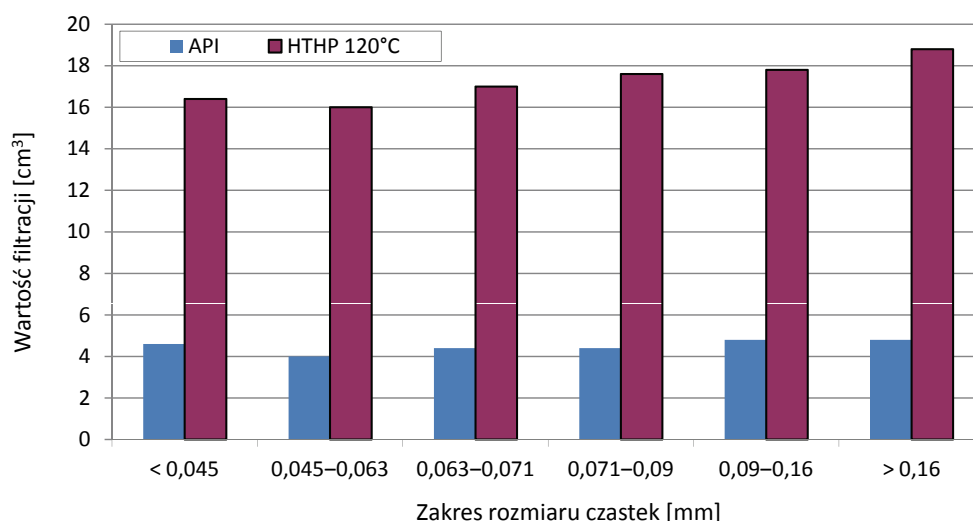
Płuczki zawierające baryt o różnej granulacji (tablica 2) nie różniły się między sobą znacząco parametrami reologicznymi. Wartości filtracji płuczek również były porównywalne, najniższą wartość filtracji API odnotowano w przypadku płuczki obciążonej barytem o rozmiarach cząstek w zakresie $0,045 \div 0,063$ mm do gęstości 1800 kg/m^3 . We wszystkich płuczках obciążonych barytem faza stała pozostawała zawieszona w całej objętości. Wyniki pomiarów filtracji w warunkach HTHP w temperaturze 120°C potwierdziły najniższą wartość filtracji płuczki obciążonej barytem o rozmiarach cząstek w zakresie $0,045 \div 0,063$ mm do gęstości 1800 kg/m^3 (rysunek 3).

Poprawę filtracji w warunkach HTHP uzyskano przy zastosowaniu kopolimerów winylowoamidowo-winylosulfonowych, pozwoliło to na obniżenie filtracji płuczki mierzonej w temperaturze 120°C z wartości 15 cm^3 do około 7 cm^3 , a w temperaturze 140°C z 20 cm^3 do około $8,5 \text{ cm}^3$ po użyciu środka B 3344 – w stosunku do płuczki bez dodatku polimeru (rysunek 4).

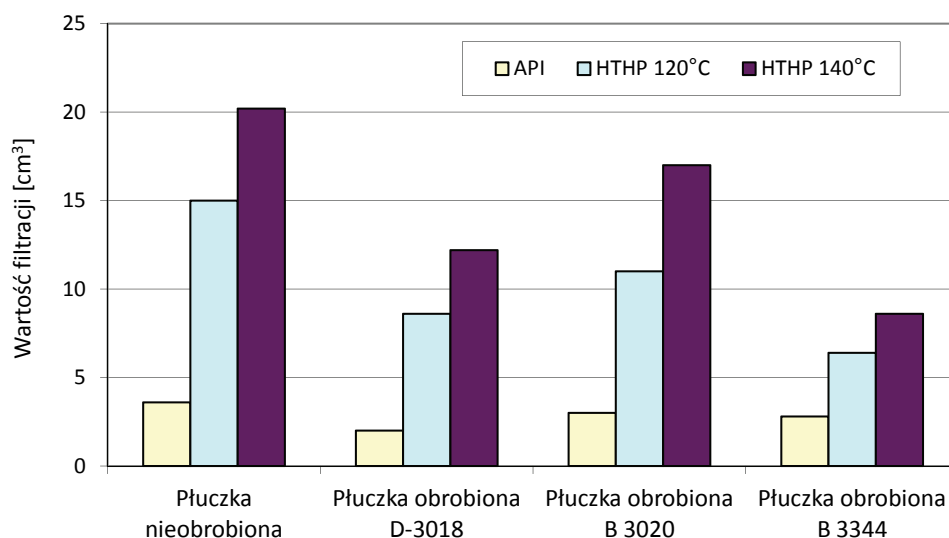
Na rysunkach 5 i 6 przedstawiono wyniki badań płuczki obciążonej barytem o rozmiarach cząstek w zakresie $0,045 \div 0,063$ mm zawierającej skleroglukan i – dla porównania – XCD. Uzyskane rezultaty potwierdziły stabilność termiczną skleroglukanu do temperatury 120°C , natomiast w przypadku XCD stwierdzono znaczną zmianę parametrów reologicznych powyżej 100°C .



Rys. 2. Udział procentowy poszczególnych frakcji barytu

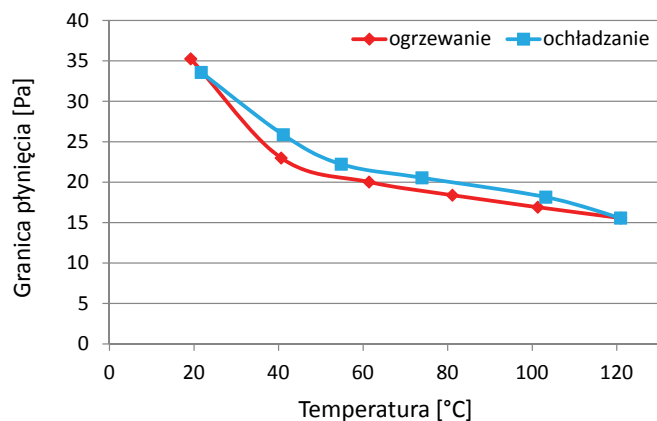


Rys. 3. Wartość filtracji API i HTHP w temperaturze 120°C płuczek obciążonych barytem o różnej granulacji



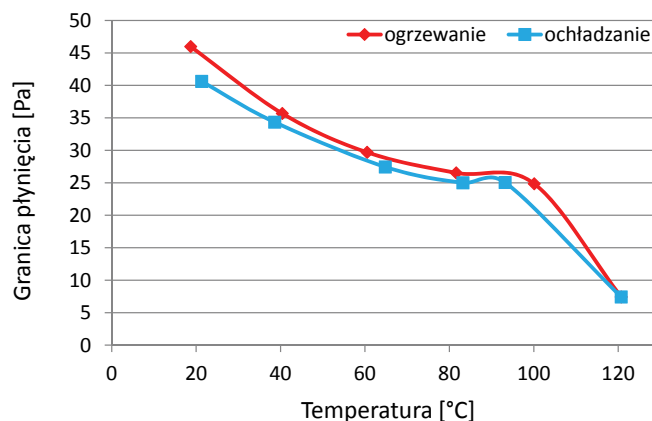
Rys. 4. Wartość filtracji API oraz HTHP w temperaturach 120°C i 140°C płuczek obciążonych barytem o rozmiarach cząstek w zakresie $0,045 \div 0,063$ mm obrobionych za pomocą kopolimerów winylowoamidowo-winylosulfonowych

Niepewność pomiaru lepkości plastycznej oszacowano jako $1 \text{ mPa} \cdot \text{s}$, lepkości pozornej jako $0,25 \text{ mPa} \cdot \text{s}$, wytrzymałości strukturalnej jako $0,5 \text{ Pa}$, a granicy płynięcia jako $0,75 \text{ Pa}$ na podstawie klasy dokładności użytego wiskozymetru.



Rys. 5. Zmiany granicy płynięcia płuczki z dodatkiem skleroglukanu obciążonej barytem o rozmiarach cząstek $0,045 \div 0,063 \text{ mm}$ do gęstości 1800 kg/m^3 w funkcji temperatury

Niepewność pomiaru gęstości oszacowano jako 5 kg/m^3 na podstawie klasy dokładności wagi płuczkowej. Niepewność pomiaru pH oszacowano jako $0,05$ na podstawie klasy dokładności pH-metru.



Rys. 6. Zmiany granicy płynięcia płuczki z dodatkiem XCD obciążonej barytem o rozmiarach cząstek $0,045 \div 0,063 \text{ mm}$ do gęstości 1800 kg/m^3 w funkcji temperatury

Podsumowanie

- Na podstawie przeprowadzonych badań laboratoryjnych zaproponowano skład płuczki zawierającej biopolimer skleroglukan i polianionową celulozę. Analiza zmian parametrów reologicznych opracowanej płuczki wraz z temperaturą wskazuje na możliwość zastosowania jej w warunkach HTHP.
- Skleroglukan wykazuje znacznie większą stabilność parametrów reologicznych w temperaturze powyżej 100°C niż stosowany powszechnie biopolimer XCD.
- Skutecznymi środkami do ograniczania filtracji opracowanej płuczki w warunkach HTHP są kopolimery winylo-woamidowo-winylosulfonowe, wykazujące odporność w podwyższonej temperaturze.
- Przeprowadzone badania z zastosowaniem barytu o różnej granulacji wykazały, że najniższe wartości filtracji w warunkach HTHP uzyskano, stosując materiały w zakresie cząstek o wymiarach $0,045 \div 0,063 \text{ mm}$. Nie stwierdzono natomiast znaczącego wpływu rozmiarów cząstek na parametry reologiczne płuczek wiertniczych. Płuczki obciążone barytem w zakresie $0,071 \div 0,16 \text{ mm}$ mają najniższe parametry reologiczne, natomiast poniżej i powyżej tego zakresu są one nieznacznie wyższe. Ze względu na najniższe wartości filtracji korzystne jest zastosowanie w składzie płuczki barytu o rozmiarach cząstek $0,045 \div 0,063 \text{ mm}$.

Biocyd	0,1%
Polianionowa celuloza niskolepna	0,7%
Polianionowa celuloza średniolepna	0,2%
Skleroglukan	0,5%
KCl	5,0%
Blokator węglanowy	7,0%
Baryt	
B 3344	0,5%

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2015, nr 8, s. 556–564

Artykuł nadesłano do Redakcji 21.11.2014 r. Zatwierdzono do druku 16.02.2015 r.

Artykuł powstał na podstawie pracy pt. *Badania nad doborem nowych rodzajów materiałów obciążających do płuczek wiertniczych stosowanych w warunkach HTHP* – praca statutowa INiG – PIB; nr archiwalny: DK-4100-28/14, nr zlecenia: 28/KW/14.

Literatura

[1] Andreson B. A., Maas A. F., Penkov A. I., Koshelev V. N., Fathutdinov I. H.: *Complex Inhibitor Drilling Mud For Drilling*

Deep Wells In Complicated Conditions. Petrol. Eng. Intern. 1999, August, s. 51–57.

- [2] Beall B. B., Brannon H. D., TjonJoePin R. M., Driscoll K.: *Evaluation of a new technique for removing horizontal well-born damage attributable to Grill-In Filter Cake*. SPE 36429, 1996, s. 234–244.
- [3] Bielewicz D.: *Nowe kierunki rozwoju technologii płuczek wiertniczych*. Konferencja Naukowo-Techniczna „45 lat Oddziału PNiG Jasło”, 1998.
- [4] Bielewicz D., Bortel E.: *Polimery w technologii płuczek wiertniczych*. Kraków, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, 2000.
- [5] Blaz S.: *Badania laboratoryjne nad opracowaniem składu płuczki wiertniczej do przewiercania formacji łupkowych*. Nafta-Gaz 2013, nr 2, s. 123–133.
- [6] Blaz S.: *Niekonwencjonalny, ultralekki materiał do regulowania gestosci cieczy wiertniczych*. Nafta-Gaz 2014, nr 4, s. 219–228.
- [7] Gallino G., Guarneri A., Poli G., Xiao L.: *Scleroglucan Biopolymer Enhances WBM Performances*. SPE 36426, 1996, pp. 105–119.
- [8] Herman Z., Migdal M.: *Wpływ właściwości osmotycznych osadów filtracyjnych i skal ilasto-lupkowych na stabilność sciany otworu wiertniczego*. Technika Poszukiwań Geologicznych 1996, nr 3–4, pp. 71–80.
- [9] Kalpakci B., Jeans Y.T., Magri N.F., Padolewski J.P.: *Thermal Stability of Scleroglucan at Realistic Reservoir Conditions*. SPE/DOE 20237, 1990, pp. 603–613.
- [10] *Katalog materiałów płuczkowych i cementowych PSPW*. www.pspw-krosno.com.pl (Katalog materiałów) (dostęp: 12.11.2015) Krosno 2010.
- [11] Lange P., Keilhofer G.: *Industrial Biopolymers for Oilwell Drilling: Xanthan Gum, Scleroglucan and how both differ at elevated temperatures*. Degussa Construction Polymers GmbH, Trostberg, Germany 2004.
- [12] Nasr-El-Din H. A., Al-Otaibi M. B., Al-Qahtani A. A., Samuel M. M.: *An effective fluid formulation to remove drilling-fluid mudcake in horizontal and multilateral wells*. SPE 87960-PA-P, 2007, pp. 26–32.
- [13] *Podrecznik inżynierii płuczek wiertniczych*. M-I Drilling Fluids L.L.C., 1996.
- [14] Raczkowski J., Polchlopek T.: *Materiały i środki chemiczne do sporządzania oraz regulowania parametrów płuczek wiertniczych*. Prace IGNiG 1988, nr 65.
- [15] Rivenq R. C., Donche A., Nolk C.: *Improved Scleroglucan for Polymer Flooding Under Harsh Reservoir Conditions*. SPE 19635, 1992, pp. 15–20.
- [16] Wilcox R. D., Jarrett M. A.: *Polymer Deflocculants: Chemistry and Application*. SPE 17201, 1988, pp. 166–181.
- [17] Zaitoun A., Berton N.: *Stabilization of Montmorillonite Clay in Porous Media by Polyacrylamides*. SPE 31109, 1996, pp. 47–52.



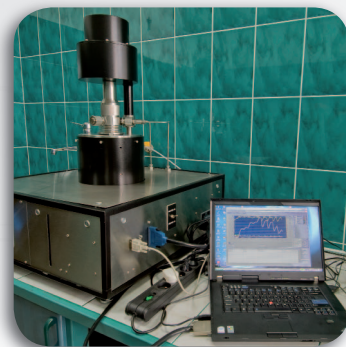
Dr inż. Grzegorz ZIMA
 Adiunkt w Zakładzie Technologii Wiercenia.
 Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy
 ul. Lubicz 25A
 31-503 Kraków
 E-mail: zima@inig.pl

OFERTA

ZAKŁAD TECHNOLOGII WIERCENIA

Zakres działania:

- opracowywanie składów i technologii sporządzania płuczek wiertniczych, cieczy do dowiercania, opróbowania i rekonstrukcji odwiertów, zaczynów cementowych i mieszanin wiążących dla różnych warunków geologiczno-technicznych wiercenia;
- kompleksowe badania i ocena nowych rodzajów środków chemicznych, materiałów płuczkowych i wiążących, przeznaczonych do sporządzania i regulowania właściwości płuczek wiertniczych i zaczynów cementowych;
- pomiary parametrów technologicznych cieczy wiertniczych i kamienia cementowego w warunkach normalnej i wysokiej temperatury oraz ciśnienia;
- badania wpływu płuczek wiertniczych na przewiercane skały;
- dobór płuczek wiertniczych, zaczynów cementowych, cieczy buforowych w celu poprawy skuteczności cementowania otworów wiertniczych;
- badania serwisowe dla bieżących zabiegów cementowania;
- specjalistyczne badania laboratoryjne dotyczące oznaczania: współczynnika tarcia cieczy wiertniczych i napięcia powierzchniowego na granicy faz, czystości i temperatury krystalizacji solanek, typu emulsji, sedymentacji fazy stałej, efektywności wynoszenia zwiercin w otworach kierunkowych i poziomych oraz wyplukiwania osadów ilowych ze skał przed zabiegiem cementowania, odporności na migrację gazu w wiążącym zaczynie cementowym w warunkach otworopodobnych, wczesnej wytrzymałości na ściskanie kamienia cementowego, odporności korozyjnej kamienia cementowego w różnym środowisku złożowym, porowatości oraz przepuszczalności dla gazu kamienia cementowego i skał, zawartości związków chemicznych w cieczach wiertniczych, stopnia toksyczności środków chemicznych i cieczy wiertniczych przy użyciu bakterii bioindykatorów;
- badania właściwości fizyczno-mechanicznych skał pod kątem ich zwiercalności.



Kierownik: dr inż. Małgorzata Uliasz
Adres: ul. Armii Krajowej 3, 38-400 Krosno
Telefon: 13 436-89-41 w. 5219
Faks: 13 436-79-71
E-mail: malgorzata.uliasz@inig.pl

