Robert Chlebosz*, Bogusława Fabia*, Sławomir Wysocki*

BEZIŁOWA PŁUCZKA WIERTNICZA PRZEZNACZONA DO WIERCEŃ HDD NA BAZIE NOWEGO POLIMERU PT-51**

1. WSTĘP

W polskiej i światowej praktyce inżynieryjnej coraz częściej spotykamy się z odwiertami HDD. Mają one na celu głównie podniesienie standardu życia poprzez umożliwienie transportu energii elektrycznej, paliwa, informacji czy budowania sieci wodnych i sanitarnych. W przypadkach, kiedy powierzchniowe metody okazują się zbyt drogie, lub po prostu niemożliwe, doskonałą alternatywą okazują się być instalacje podziemne, umożliwiające łatwe omijanie przeszkód takich jak drogi, budynki czy rzeki [2].

Metoda HDD polega na wierceniu otworu za pomocą żerdzi wiertniczych z jednego do drugiego punktu na powierzchni terenu. Założoną trajektorię uzyskuje się stosując orientowane wiercenie kierunkowe. Kolejnymi krokami są poszerzanie otworu do wymaganej średnicy oraz instalacja rurociągu [4] (rys. 1).

Rys. 1. Ilustracja przedstawiająca ideę horyzontalnych przewiertów sterowanych [7]

Płyny wiertnicze to jeden z najważniejszych elementów w technologii horyzontalnych wierceń kierunkowych. Dobór optymalnego systemu płuczkowego skutkuje zwiększeniem postępu wiercenia i bezpieczeństwa inwestycji. Dzięki dobremu oczyszczaniu dna ze

* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków
** Praca wykonana w ramach badań własnych

zwiercin możliwa jest efektywna praca narzędzia, bez konieczności ponownego rozdrabniania okruchów skalnych, a także realizacja założonej trajektorii. Dobry system eliminuje problemy związane z przychwyceniem przewodu wiertniczego, szczelinowaniem hydraulicznym przewiercanych warstw, nadmierną migracją płynu poza otwór oraz brakiem kontroli wiercenia. Każda z wymienionych komplikacji skutkuje nieproduktywnym czasem pracy wiertnicy [3].

Podczas wykonywania odwiertów HDD należy zwrócić uwagę na inny profil przepływu płynu wiertniczego niż ma to miejsce w przypadku wykonywania otworów pionowych. Przewód wiertniczy może znajdować się praktycznie na ścianie otworu. Determinuje to stosowanie płynu o stosunkowo wysokiej wytrzymałości strukturalnej, umożliwiającego uniknięcie obwałów górnej części otworu. Struktura płuczki nie może jednak wymagać zbyt dużej energii potrzebnej do jej zniszczenia i uruchomienia krążenia w otworze [1].

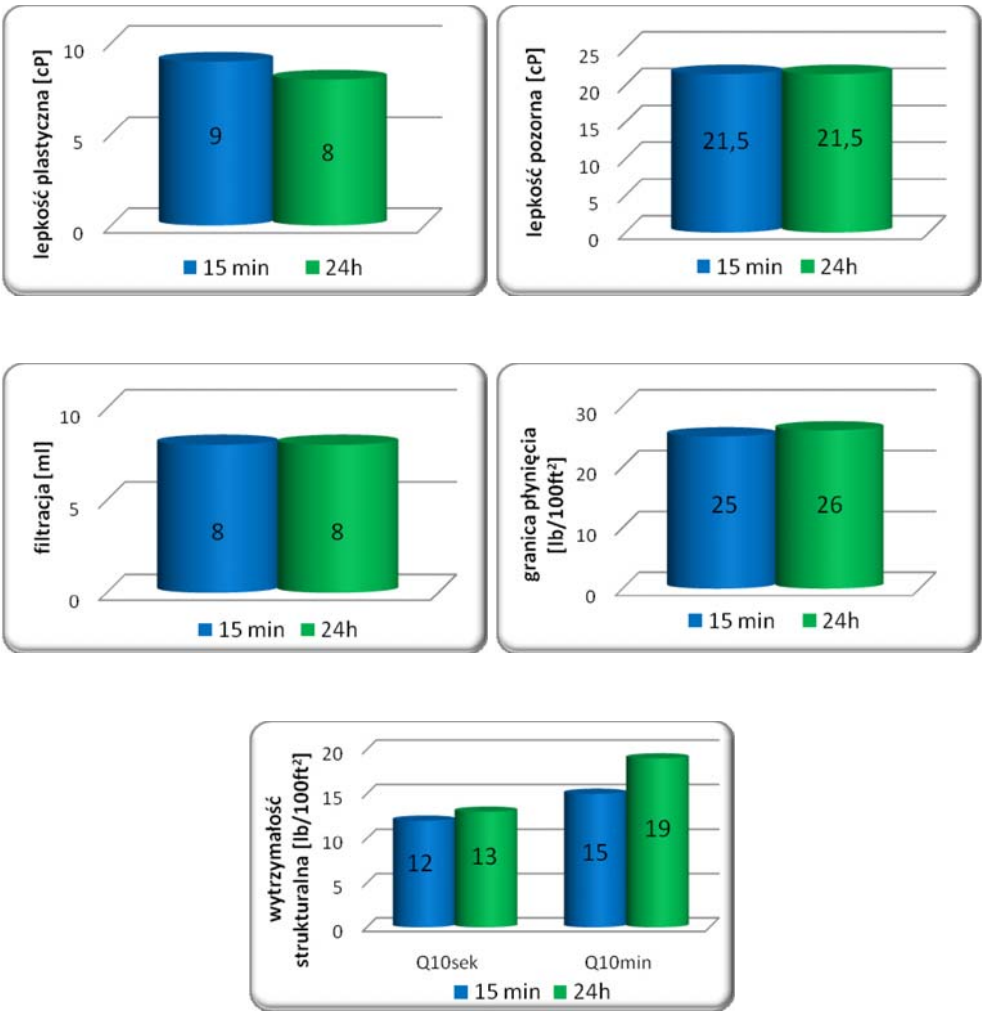
W odwiertach horyzontalnych spotykamy się także ze znacznie mniejszymi prędkościami ścinania, zwłaszcza w części znajdującej się pod przewodem wiertniczym. Korzystne są zatem płyny charakteryzujące się „odwróconą reologią", niskimi wartościami lepkości plastycznej oraz podwyższonymi wartościami lepkości pozornej (przy niskich prędkościach ścinania) i granicy płynięcia [1].

W realizowaniu tych wymagania szczególną rolę odgrywają polimery, które poza regulacją parametrów reologicznych umożliwiają także zmniejszenie ilości fazy stałej w systemie płuczkowym. Rozwój chemii polimerów umożliwia stosowanie nowych związków i zrozumienie zjawisk zachodzących z użyciem już istniejących, dzięki czemu pełnią one istotną rolę w przemyśle płynów wiertniczych. Niniejsza praca przedstawia wyniki badań dotyczące płuczki przeznaczonej do horyzontalnych przewiertów sterowanych, z dodatkiem nowego polimeru PT-51. Jest to biopolimer modyfikowany jonami CO_3^{2-}. Zawartość grup jonowych wynosi 5%. Sporządzona płuczka jest płuczką beziłową i stanowi alternatywę dla suspensji bentonitowych.

2. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

W pierwszym etapie przeprowadzono badania wstępne mające na celu sprawdzenie płuczki z nowym polimerem pod kątem wykorzystania w kierunkowych odwiertach sterowanych. W tym celu sporządzono suspensję o składzie: biopolimer PT-51 – 0,5%, rotomag – 1%, kreda – 5% oraz przeprowadzono pomiary parametrów technologicznych zgodnie z zaleceniami *American Petroleum Institiute* (13 spec. API) oraz polskiej normy branżowej [4,5], sprawdzono także stabilność parametrów płuczki po 24 h od sporządzenia. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 2.

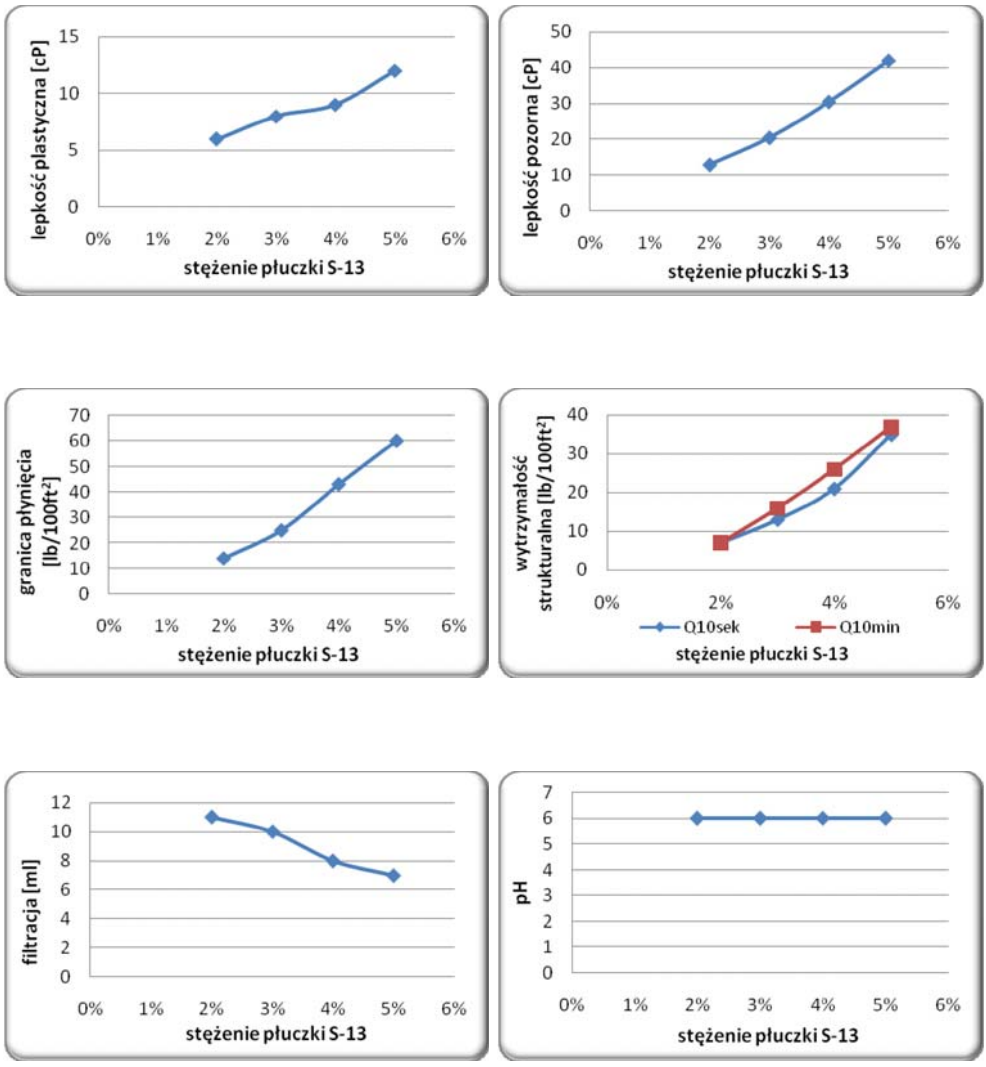
Skomponowana płuczka, już po upływie 15 min, charakteryzuje się dobrymi parametrami technologicznymi, które nie ulegają zmianom wraz z upływem czasu. W związku z powyższym, postanowiono, na bazie skomponowanej płuczki, stworzyć kompletny system płuczkowy. W tym celu „na sucho" zmieszano poszczególne składniki płuczki w stosunku: biopolimer PT-51 : rotomag : kreda jak 1 : 2 : 3. Tak skomponowaną mieszaninę oznaczono jako: System–13.



Rys. 2. Parametry technologiczne płuczki z dodatkiem polimeru PT-51 po 15 min i 24 h

W celu sprawdzenia przydatności mieszaniny: System–13 do zastosowania w technologii HDD, przeprowadzono badania parametrów technologicznych płuczek o stężeniu 2–5% System–13. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 3.

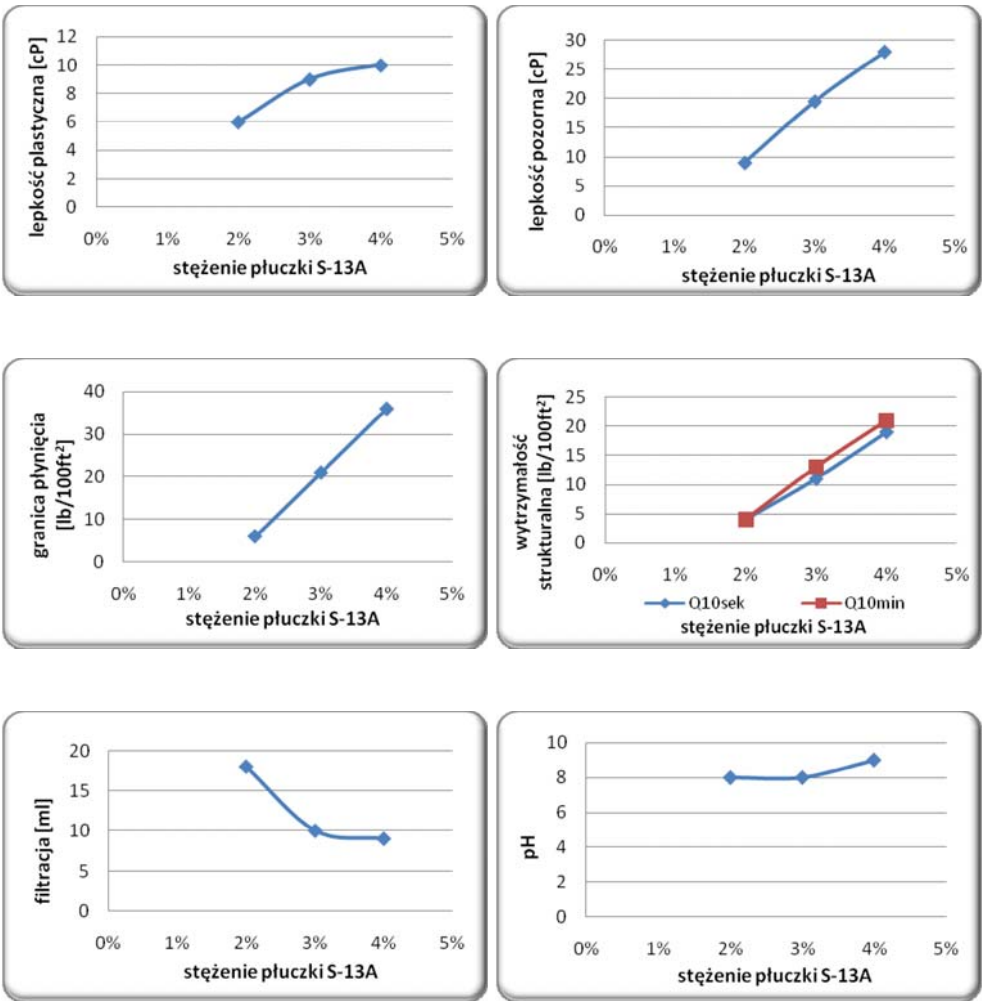
Przeprowadzone badania pokazały, że skomponowany system płuczkowy, charakteryzuje się dobrymi parametrami technologicznymi. Zaistniała jednak konieczność podniesienia pH płuczek. W tym celu do receptury System-13 wprowadzono węglan potasu, w takiej ilości, że stosunek składników wyniósł – PT-51 : rotomag : kreda: węglan potasu – 1 : 2: 3: 1. Tak zmieszaną mieszaninę oznaczono jako System-13A. Następnie przeprowadzono badania parametrów technologicznych płuczek o stężeniu 2–4% System-13A. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 3. Badanie zależności parametrów technologicznych płuczek w zależności od stężenia System-13

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że dodatek węglanu potasu nie wpłynął znacząco na parametry technologiczne badanych płuczek. Uzyskano natomiast korzystne podwyższenie wartości pH. Dodatkowy wprowadzenie węglanu potasu do receptury przyczyniło się do obniżenia kosztu systemu płuczkowego.

Ponieważ skomponowane płuczki spełniają założenia technologiczne stawiane płuczkom do wierceń HDD, postanowiono przeprowadzić badania odporności na skażenie solami jedno- i dwuwartościowymi, odporności temperaturowej oraz smarności. Do badań wytypowano płuczkę o 3% stężeniu System-13A.

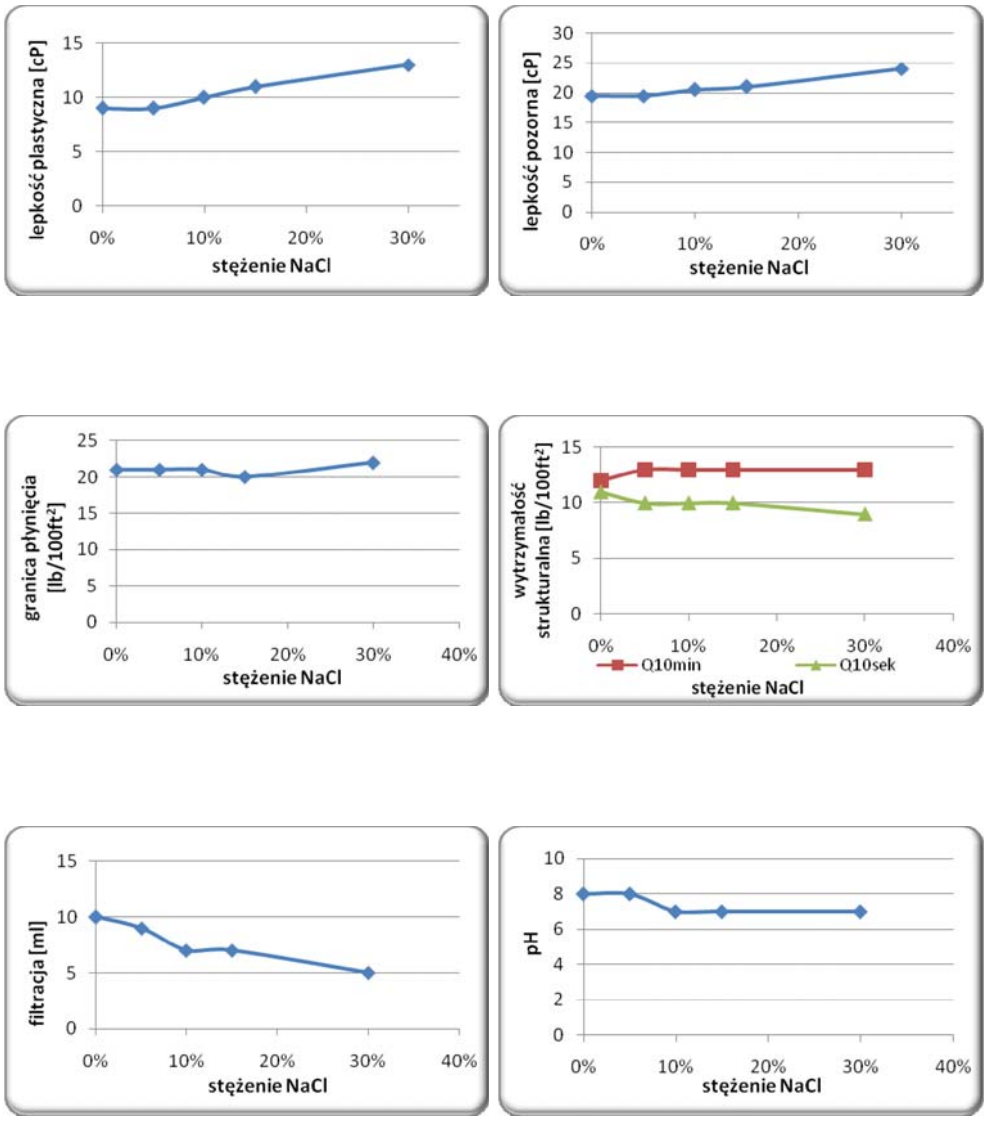


Rys. 4. Badania zależności parametrów technologicznych płuczek w zależności od stężenia System-13A

2.1. Odporność na skażenie solami jednowartościowymi

W celu sprawdzenia odporności płuczki System-13A na skażenie jonami jednowartościowymi przeprowadzono badania zmian parametrów technologicznych pod wpływem soli NaCl. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 5.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że nawet duży dodatek soli (NaCl) nie powoduje znaczących zmian parametrów reologicznych opracowanej płuczki. Zaobserwowano również korzystne obniżenie wartości filtracji. Na tej podstawie można stwierdzić, że sól kamienna, w razie zaistnienia takiej konieczności, może zostać użyta, w tej płuczce, jako materiał obciążający.

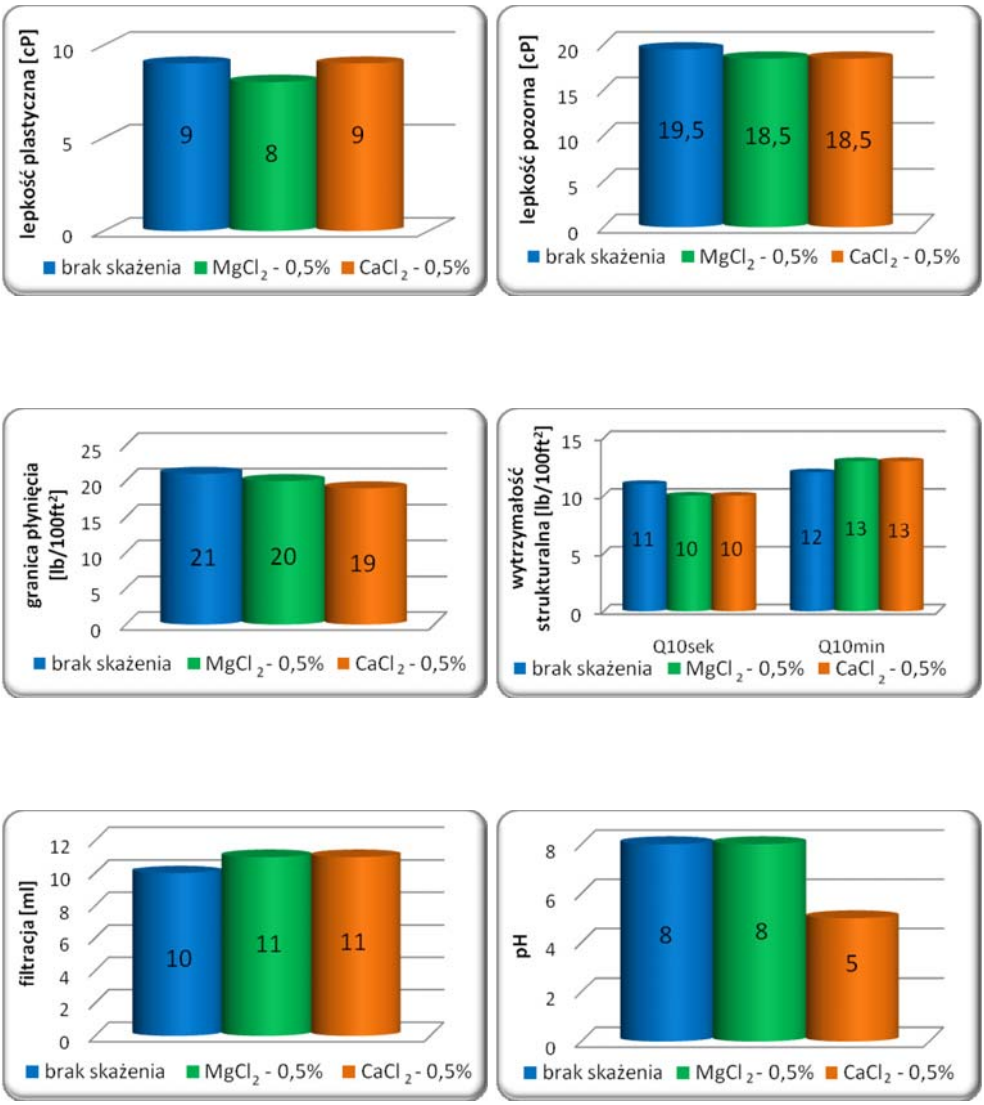


Rys. 5. Wpływ stężenia soli NaCl na parametry technologiczne 3% płuczki System-13A

2.2. Odporność na skażenie solami dwuwartościowymi

W celu sprawdzenia odporności płuczki System-13A na skażenie jonami dwuwartościowymi przeprowadzono badania zmian parametrów technologicznych pod wpływem $CaCl_2$ i $MgCl_2$. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 6.

Przeprowadzone badania wykazały, że jony dwuwartościowe nie wpływają na parametry technologiczne suspensji sporządzonej na bazie System-13A.

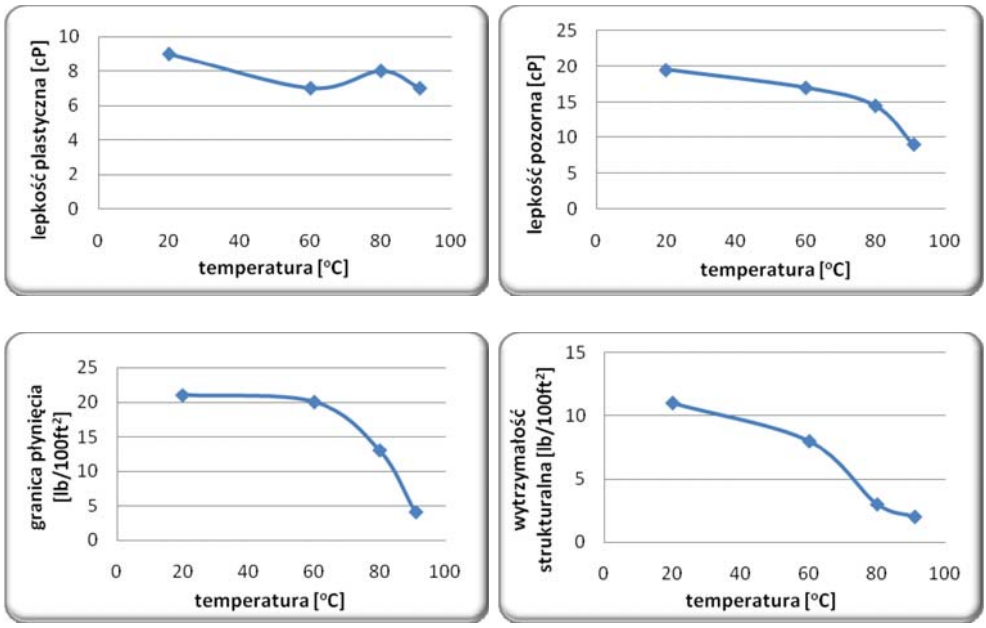


Rys. 6. Wpływ stężenia soli dwuwartościowych
na parametry technologiczne 3% płuczki System-13A

2.3. Odporność temperaturowa

W celu sprawdzenia odporności temperaturowej skomponowanej płuczki System-13A, przeprowadzono badania parametrów technologicznych za pomocą lepkościomierza typu FANN z przystawką temperaturową. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 7.

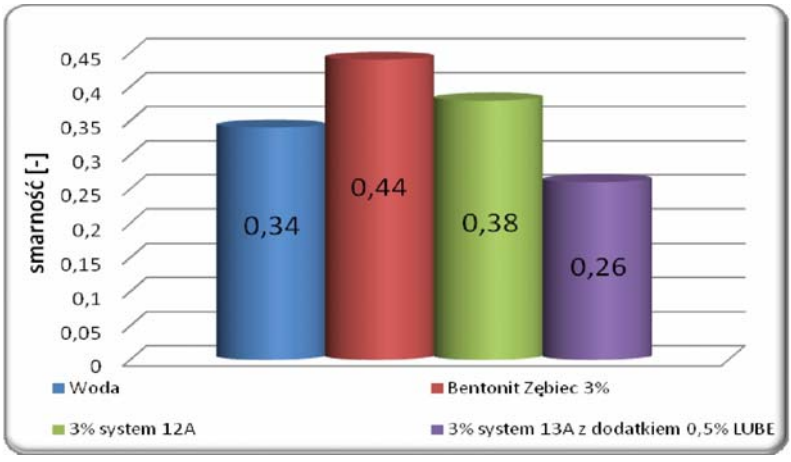
Na podstawie badań stwierdzono, że dopiero po przekroczeniu temperatury 70°C wartość granicy płynięcia oraz wytrzymałość strukturalna ulegają istotnym zmianom.



Rys. 7. Wpływ temperatury na właściwości reologiczne 3% płuczki System-13A

2.4. Smarność

W celu określenia właściwości smarnych badanych suspensji, przeprowadzono pomiary współczynnika smarności za pomocą aparatu Lubricity Tester. Dla porównania przedstawiono wyniki pomiarów wykonanych dla 3% suspensji Bentonit Zębiec oraz czystej wody, dodatkowo przedstawiono wyniki badania płuczki System-13A z dodatkiem środka smarnego LUBE. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 8.

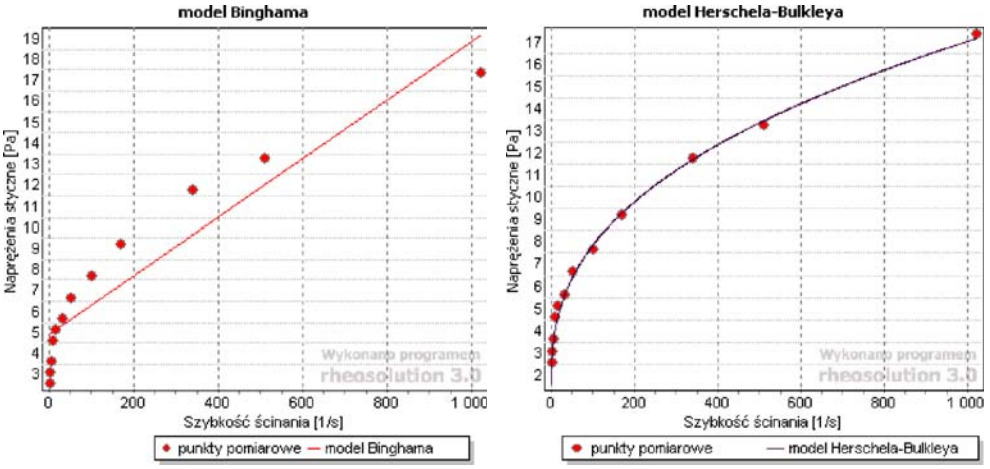


Rys. 8. Wyniki pomiarów wartości współczynnika smarności

Przeprowadzone badania pokazały, że skomponowana płuczka System-13A charakteryzuje się dobrym współczynnikiem smarności, który dodatkowo można obniżyć dzięki zastosowaniu środka smarnego.

2.5. Dobór modelu reologicznego

Dla badanych płuczek sporządzono również wykresy krzywych płynięcia. Pozwoliło to na dobór modeli reologicznych. W badaniach wykorzystano program Rheosolution 3 opracowany na Wydziale Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH. Wyniki przedstawiono na rysunku 9.



Rys. 9. Modele reologiczne badanej płuczki

Przedstawione wykresy (rys. 9) wykazały, że płuczkę Systemu-13A dobrze opisuje model Herschel – Bulkleya. Opis za pomocą modelu Binghama używanego w normach branżowych jest mniej dokładny.

3. WNIOSKI

Badania wykazały, że polimer PT-51 może znaleźć zastosowanie do płuczek HDD. Sporządzony na jego bazie system płuczkowy System-13A charakteryzuje się dobrymi parametrami technologicznymi i smarnością, jest odporny na skażenie solami jedno- i dwuwartościowymi oraz na wpływ temperatury, a dzięki prostej recepturze istnieje możliwość stosunkowo łatwej regulacji jego parametrów.

LITERATURA

[1] Bielewicz D., Bortel E., Witek E.: *Polimery amfoteryczne w zastosowaniu do płuczek wiertniczych*, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2003.
[2] Osikowicz R.: *Przegląd projektów HDD*, „Inżynieria Bezwykopowa", 6/2009.
[3] Osikowicz R.: *Przegląd rynku HDD*, „NTTB", 2/2002.
[4] Wysocki S., Bielewicz D., Wysocka M.: *Badania laboratoryjne nad zastosowaniem nowego kopolimeru kationowo-niejonowego do płuczek HDD*, „Wiertnictwo, Nafta, Gaz", 2008.
[5] API Specification 13A (SPEC 13A) Thirteenth Edition, July 1, 1990.
[6] Polska Norma Branżowa BN-90/1785-01, 1 październik 1990.
[7] http://www.tunnelandgeoconsult.com/Directional-drilling.HTML, 2010.