

Dawid Jach*, Sławomir Wysocki, Anna Ropka***

SYSTEM PŁUCZKOWY HDD-14 DO WIERCEŃ TYPU HDD Z POLIMEREM PT-51***

1. WSTĘP

Wiercenia kierunkowe jest to dział technologii bezwykopowych bardzo szybko rozwijających się w ostatnich latach w Polsce. Technologia stosowana jest m.in. do wierceń inżynierskich, przekraczania rzek, kanałów i dróg. Technologie bezwykopowe niejednokrotnie okazują się bardziej ekologiczne oraz tańsze od tradycyjnych metod. Są one stosowane najczęściej na terenach silnie zurbanizowanych oraz w sytuacjach, gdy tradycyjne wykopy okazują się nieopłacalne lub niemożliwe do wykonania. Wykonywane prace w bardzo małym stopniu ingerują w otaczające środowisko.

Najistotniejszym zagadnieniem w technologii przewiertów kierunkowych jest płyn wiertniczy, obecny podczas każdej fazy wykonywanych prac, od wiercenia pilotowego po instalację rurociągu [1]. Poprzez zastosowanie odpowiedniego systemu płuczkowego, indywidualnie dobranego do projektu możemy w znacznym stopniu wpłynąć na powodzenie przeprowadzanej inwestycji. Jedną z istotnych cech płuczek stosowanych w wierceniach HDD jest to, że osiągają one założone parametry technologiczne już po kilkunastu minutach od sporządzenia suspensji. Umożliwia to szybką reakcję i dobór płuczki w zależności od zmieniających się warunków wiercenia. Stosowanie nieprawidłowo dobranego systemu płuczkowego może doprowadzić do poważnych komplikacji wiertniczych takich jak: przechwycenia przewodu wiertniczego, szczelinowania hydraulicznego przewiercanych warstw jak również migracją płynu po za otwór [2, 3].

Do podstawowych zadań płuczki wiertniczej należą m.in.:

- transmitowanie energii hydraulicznej na czoło otworu.
- wynoszenie zwiercin na powierzchnię poprzez przestrzeń pierścieniową,
- utrzymywanie w zawieszeniu urobku w trakcie cyrkulacji a także podczas przerwy w tłoczeniu płynu,

* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków – student

** Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

*** Praca wykonana w ramach badań statutowych BS 11.11.190.01

- stabilizacja ścian otworu,
- zmniejszanie wpływu wiercenia na formacje skalne otaczające odwiert,
- chłodzenie narzędzia wierzącego,
- minimalizowanie tarcia [3].

Aby płuczka mogła spełniać wszystkie w/w funkcje niezbędne jest zapewnienie odpowiednich parametrów technologicznych (lepkości, granicy płynięcia, wytrzymałości strukturalnej). Przy braku możliwości zawieszenia fazy stałej w płynie, tworzy ona zasypy i może doprowadzić do zaniku cyrkulacji i przychwycenia przewodu w otworze. Aby zapobiec odkładaniu się urobku na dnie otworu możliwe jest zastosowanie płuczek o wysokiej lepkości pozornej przy niskich prędkościach ścinania. Jeżeli odwiert jest niedostatecznie oczyszczany może to spowodować ogromne komplikacje. Kolejnym parametrem odgrywającym ważną rolę podczas wierceń HDD jest smarność płuczki. Z powodu poziomej konstrukcji odwiertu, przewód wiertniczy bądź instalowany rurociąg jest dociskany do ściany otworu na znacznej długości, co powoduje znaczne opory. Właściwości smarne płynu wiertniczego znacząco wpływają na zmniejszenie liczby komplikacji wiertniczych, wpływają na poprawę zwiercalności skał, zminimalizowanie oporów hydraulicznych a także zużycia narzędzi [4].

Badanie przeprowadzone w niniejszej pracy pozwoliły na opracowanie receptury płuczki bentonitowej z dodatkiem polimeru PT-51, która może znaleźć zastosowanie przy wierceniach typu HDD.

2. SKŁAD I PARAMETRY TECHNOLOGICZNE OPRACOWANEJ PŁUCZKI

Pierwszym etapem badań było opracowanie składu płuczki bentonitowej z zastosowaniem polimeru PT-51. Przeprowadzone badania doprowadziły do ustalenia składu płuczki przedstawionego w tabeli 1. Parametry technologiczne zostały zbadane zgodnie z normami międzynarodowymi API [5] oraz z Polską Normą Branżową [6].

Tabela 1

Skład i parametry technologiczne opracowanej receptury wyjściowej płuczki bentonitowej z polimerem PT-51

Receptura płuczki		Parametry technologiczne	
BENTONIT	2%	Gęstość	1,03 [g/cm ³]
POLIMER PT-51	0,50%	Lepkość plastyczna	9 [mPas]
SKROBIA	0,50%	Lepkość pozorna	23,5 [mPas]
K ₂ CO ₃	0,50%	Granica płynięcia	29 [lb/100ft ²]
		Wytrzymałość strukturalna [10s/10m]	13/16 [lb/100ft ²]
		Filtracja	15 [ml]
		pH	9 [-]

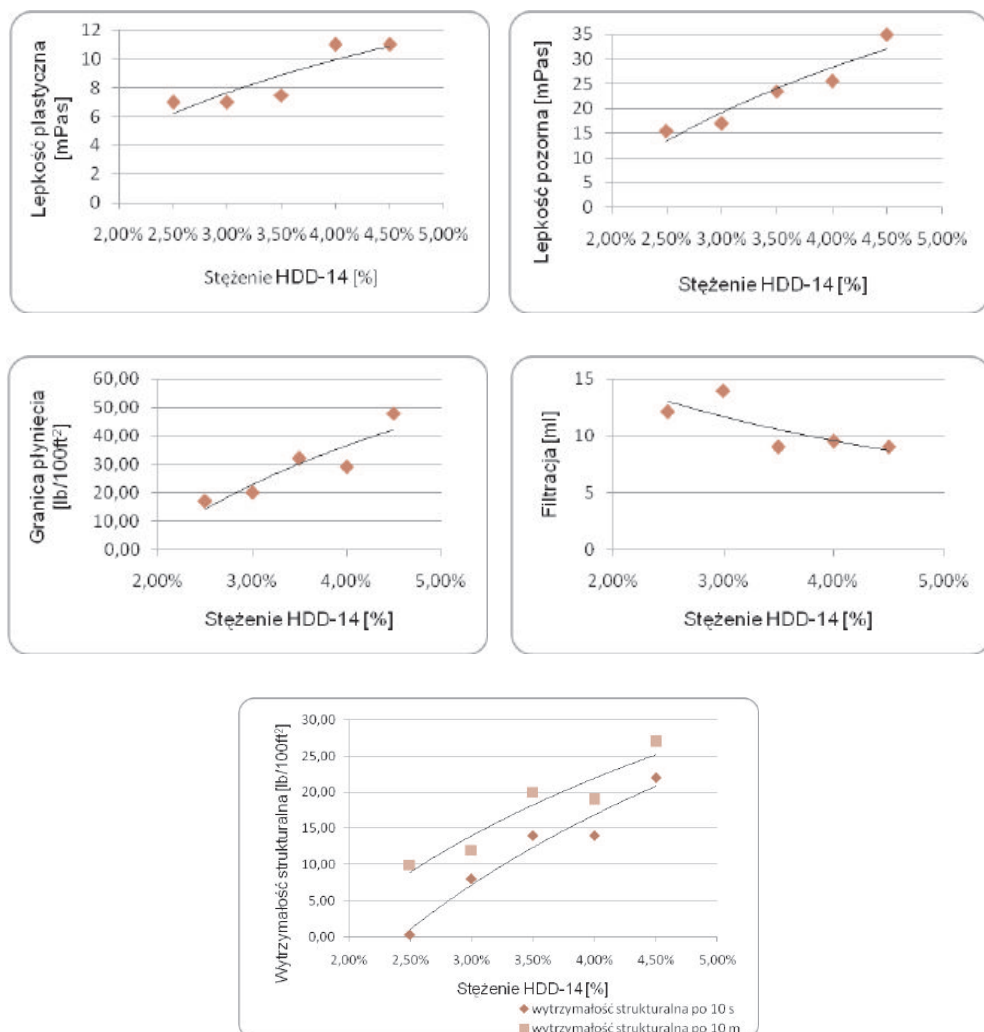
W celu uzyskania wymaganej struktury płuczki zastosowano niemodyfikowany bentonit oraz polimer PT-51. Dla poprawy parametrów technologicznych zastosowano modyfikowaną skrobię oraz węglan potasowy (K₂CO₃).

3. OPRACOWANIE SYSTEMU PŁUCZKOWEGO

Na podstawie przeprowadzonych badań wstępnych została sporządzona mieszanina stałych składników w proporcjach:

Bentonit : Polimer PT-51 : skrobia : K_2CO_3 jak 4 : 1 : 1 : 1

Sporządzoną mieszaninę oznaczono jako System HDD-14. Następnie na bazie ww. mieszaniny, sporządzono płuczki o stężeniach 2,5–4,5%, które poddano badaniom w celu określenia zmiany parametrów technicznych w zależności od stężenia. Wyniki przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Zmiana parametrów technologicznych w zależności od stężenia HDD-14

Przeprowadzone badania wykazały, że opracowany system charakteryzuje się dobrymi parametrami technologicznymi. Zanotowano wzrost parametrów reologicznych oraz spadek wartości filtracji wraz ze zwiększaniem stężenia HDD-14. Do dalszych badań wybrana została płuczka o stężeniu 3,5%.

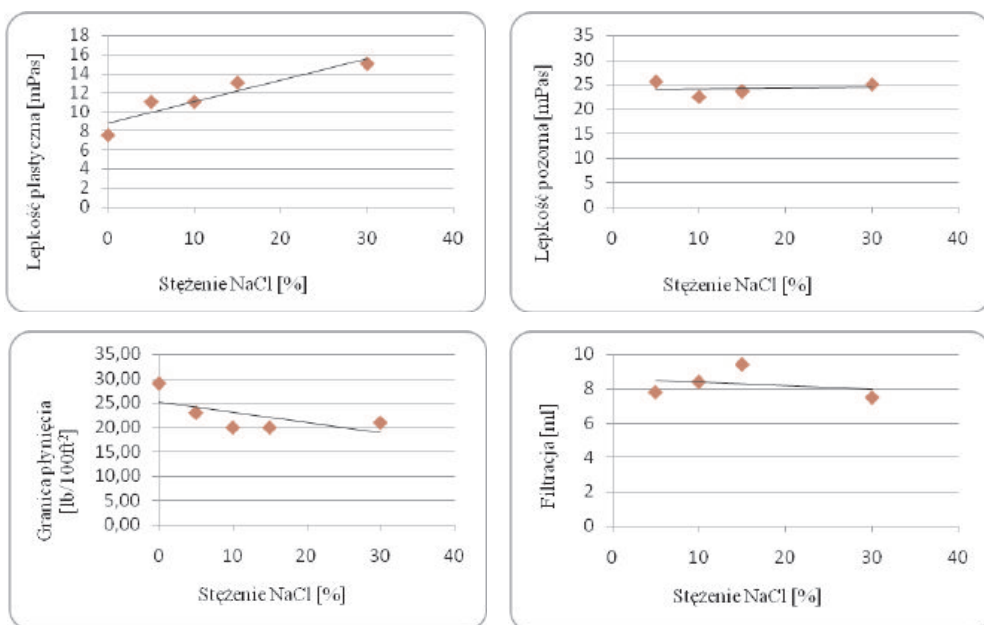
4. ODPORNOŚĆ NA SKAŻENIE CHEMICZNE

W celu zbadania odporności wybranej płuczki na skażenie jonami jedno- i dwuwartościowymi zostały przeprowadzone badania wpływu soli NaCl, CaCl₂ i MgCl₂ na jej parametry technologiczne. Wyniki badań zostały przedstawione na rysunkach 2–4.

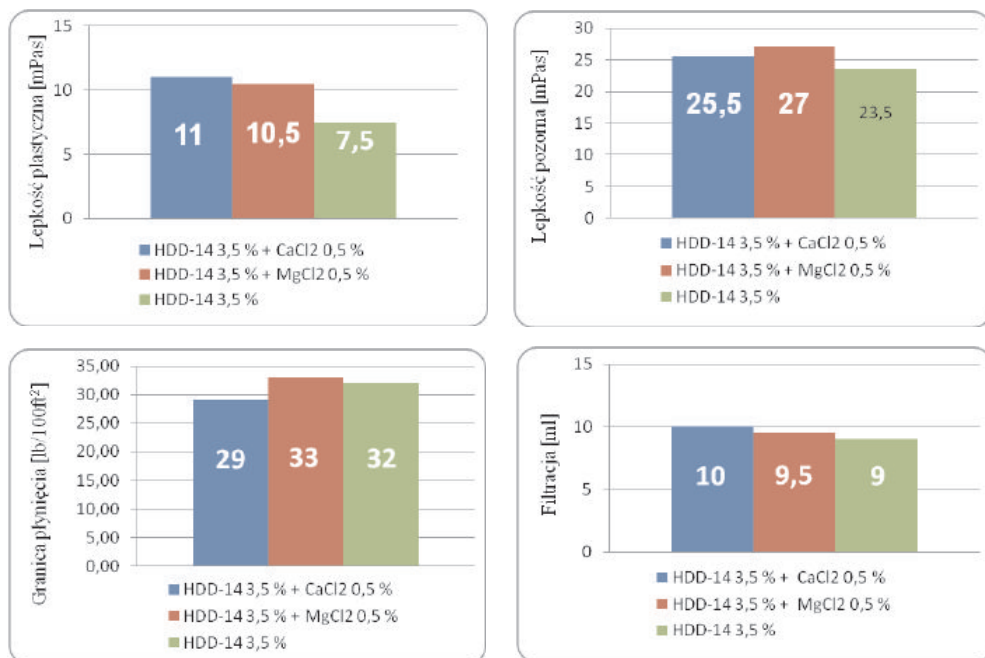
Jak możemy zauważyć płuczka HDD-14 o stężeniu 3,5% charakteryzuje się dobrą odpornością na zasolenie chlorkiem sodu. Obserwuje się jedynie niewielką zmianę parametrów reologicznych oraz filtracji.

Przeprowadzone badania wykazały również, że płuczka HDD-14 o stężeniu 3,5% charakteryzuje się bardzo dobrą odpornością na skażenie solami dwuwartościowymi. Parametry reologiczne i filtracja płuczki nie uległy znaczącym zmianom.

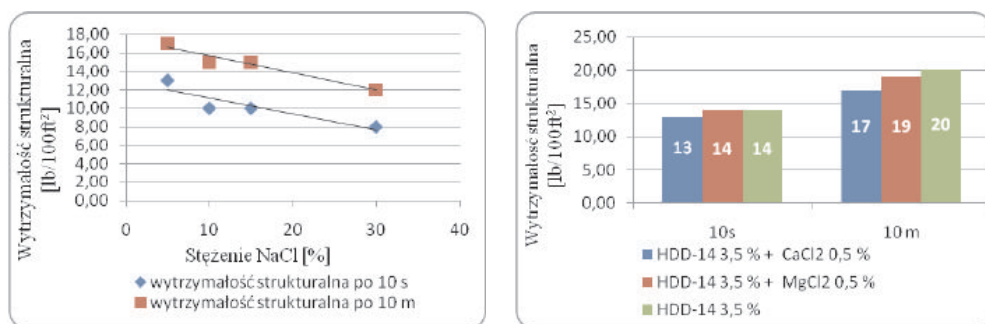
Wyniki badań pokazują, że po skażeniu solami jednowartościowymi nastąpił niewielki spadek wytrzymałości strukturalnej. W przypadku skażenia jonami dwuwartościowymi nie obserwuje się znaczących zmian tego parametru.



Rys. 2. Zmiana parametrów reologicznych i filtracji systemu HDD-14 o stężeniu 3,5% pod wpływem NaCl



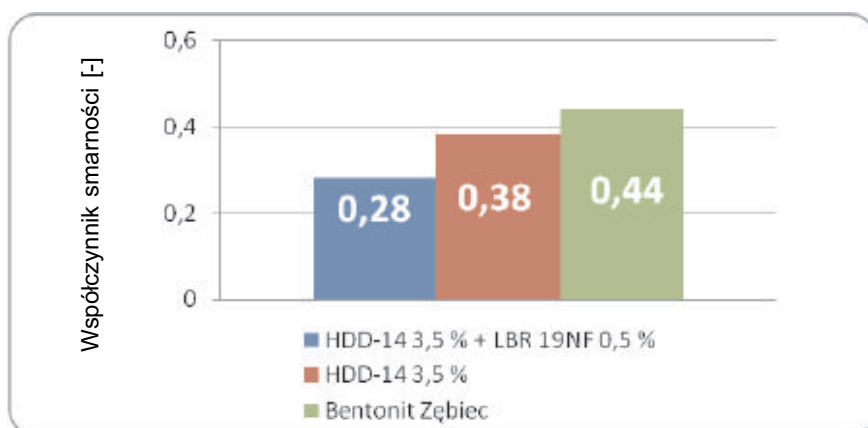
Rys. 3. Zmiana parametrów reologicznych i filtracji płuczki HDD-14 o stężeniu 3,5% pod wpływem CaCl₂ i MgCl₂



Rys. 4. Zmiana wytrzymałości strukturalnej płuczki HDD-14 o stężeniu 3,5% pod wpływem NaCl, CaCl₂ i MgCl₂

5. WSPÓŁCZYNNIK SMARNOŚCI

Dla sporządzonej płuczki HDD-14 o stężeniu 3,5% przeprowadzone zostało badanie współczynnika smarności. Pomiar wykonany został za pomocą urządzenia Lubricity Tester. Wyniki pomiarów przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Porównanie współczynnika smarności płuczki HDD-14 o stężeniu 3,5%, bez dodatku środka smarnego, po jego zastosowaniu (0,5% LUBRICANT 19NF) oraz 3% suspensji bentonitu Zębiec

Opracowana płuczka charakteryzuje się względnie dobrym współczynnikiem smarności. Ponieważ współczynnik smarności jest ważnym parametrem przy wierceniach horyzontalnych, w celu poprawy właściwości smarnych płuczki, zastosowano środek smarny LUBRICANT 19NF. Po dodaniu do płuczki środka smarnego, współczynnik tarcia uległ znacznej poprawie. Nie zaobserwowano pogorszenia parametrów reologicznych płuczki HDD-14 o stężeniu 3,5%.

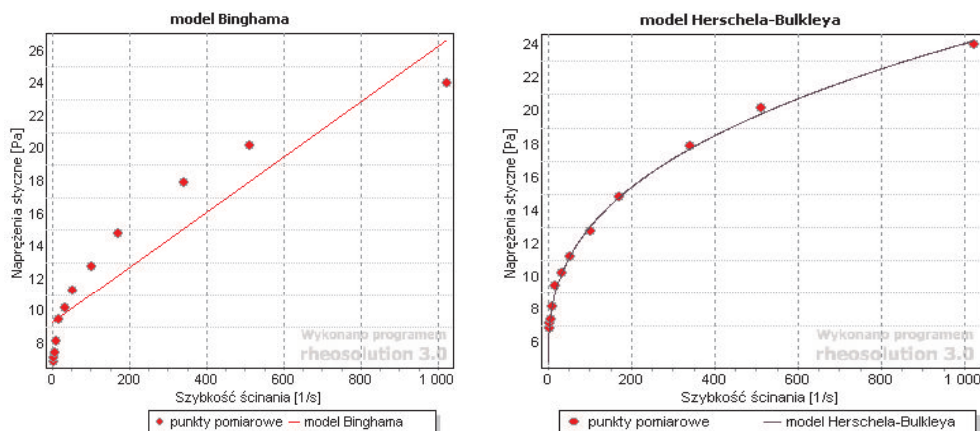
6. DOBÓR MODELU REOLOGICZNEGO

Model reologiczny cieczy, opisujący w szczegółowy sposób właściwości cieczy wiertniczej, ma decydujące znaczenie przy planach projektowych jak i wykonawczych. Odpowiednio dobrany model pozwala dokładnie obliczyć rzeczywiste opory przepływu płynu wiertniczego oraz zoptymalizować parametry hydrauliczne i mechaniczne technologii wiercenia [4]. W celu doboru modelu reologicznego, najlepiej opisującego badaną płuczkę posłużono się programem Rheosolution 3 stworzonym, na Wydziale Wiertnictwa Nafty i Gazu AGH. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 6.

Współczynniki korelacji modeli są następujące:

- Model Bingham: $R = 0,9294$,
- Model Herschela–Bulkleya: $R = 0,9992$.

Modelem najlepiej opisującym płuczkę HDD-14 o stężeniu 3,5% jest model Herschela–Bulkleya, w porównaniu z modelem Bingham powszechnie używanym do opisu płynów wiertniczych w przemyśle.



Rys. 6. Modele reologiczne Binghama i Herschela-Bulkleya opisujące płuczkę HDD-14 o stężeniu 3,5%

7. WNIOSKI

Przeprowadzone badania wykazały, że system płuczkowy HDD-14 charakteryzuje się dobrymi parametrami technologicznymi, a polimer PT-51 może znaleźć zastosowanie w przemyśle płynów wiertniczych do wierceń kierunkowych. Świadczą o tym zmierzone wartości parametrów reologicznych oraz odporności na skażenia solami jedno- i dwuwartościowymi. Ważnym czynnikiem jest również gotowość płuczki do stosowania już po 15 minutach od sporządzenia.

Do sporządzenia płuczki zastosowano niewielką ilość składników, dzięki czemu możliwa jest łatwa regulacja parametrów technologicznych i stosunkowa niska cena.

LITERATURA

- [1] Kuliczkowski A.: *Technologie Bezwykopowe w Inżynierii Środowiska*. Seidel-Przywecki, 2010
- [2] Osikowicz R.: *Przegląd rynku płynów wiertniczych*. Inżynieria Bezwykopowa, 07-08, 2009
- [3] Osikowicz R.: *Krytyczne funkcje płynów wiertniczych*. Inżynieria Bezwykopowa, 01-03, 2005
- [4] Bielewicz D.: *Płyny wiertnicze*. Wydawnictwa AGH, Kraków 2009
- [5] American Petroleum Institute, API Spec. 13 B-1
- [6] Polska Norma Branżowa BN-90/1785-01