Sławomir Wysocki*

MODYFIKACJE BENTONITU NIESPEŁNIAJĄCEGO NORM OCMA ZA POMOCĄ POLIMERU PT-25 DO PŁUCZEK TYPU HDD**

1. WSTĘP

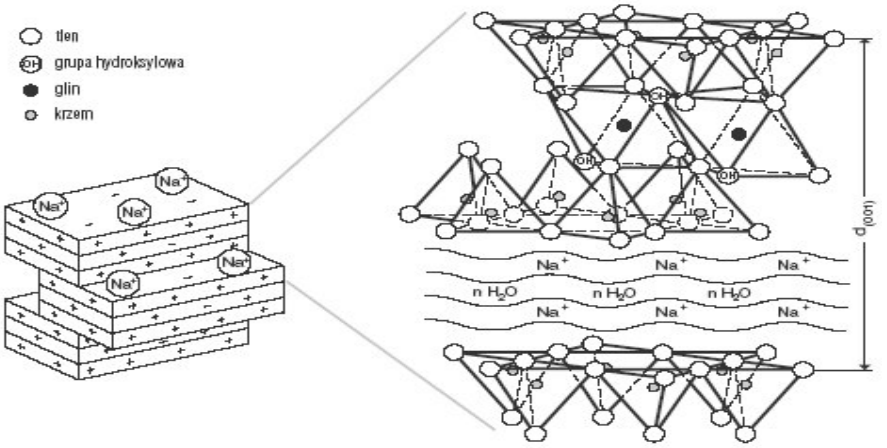
Technika przewiertów sterowanych jest połączeniem konwencjonalnych technik bezwykopowego pokonywania przeszkód naturalnych i inżynierskich oraz wierceń kierunkowych stosowanych w górnictwie naftowym. Technika ta stosowana jest w przypadku instalacji kabli, przewodów ciśnieniowych oraz grawitacyjnych. Polega ona na wykonaniu otworu pilotowego, jego rozwierceniu do wymaganej średnicy i wciągnięciu w tak przygotowany otwór końcowy projektowanej rury lub kabla. Podstawowymi parametrami decydującymi o zastosowaniu tej techniki są długość i średnica przewodu oraz lokalne warunki geologiczne [4]. Najdłuższe odcinki przewodów wykonywanych tą techniką nie przekraczają długości 200 m i średnicy 1200 mm. Za wyjątkowe osiągnięcie na świecie uważa się wykonanie przewiertu pod rzeką Sacramento, gdzie zastosowano technikę przewiertu sterowanego w przypadku rurociągu o średnicy 1076 mm i długości 1265 m. W Polsce godne uwagi jest wykonanie przewiertu pod Martwą Wisłą rurociągiem o średnicy 1200 m i długości 504 m.

Bentonity to materiały ilaste zawierające w swojej strukturze minerały z grupy montmorylonitu w ilości przekraczającej 75% masy. Posiadają budowę pakietową (rys. 1). Ze względu na dominujące jony w warstwie międzypakietowej wyróżniamy m.in.: bentonity sodowe, wapniowe, potasowe [2]. W technologii płuczek wiertniczych najczęściej stosowane są bentonity typu „Wyoming" zawierające około 98% montmorylonitu sodowego. Charakteryzują się one najlepszymi parametrami technologicznymi, w wodzie stosunkowo łatwo ulegają dyspersji i tworzą stabilne suspensje.

Modyfikowane bentonity (bentonity aktywowane) są głównymi składnikami płuczek przeznaczonych do horyzontalnych przewiertów sterowanych (HDD = Horizontal

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

Directional Drilling). Odpowiadają za zapewnienie wymaganych parametrów technologicznych płuczki. Modyfikacji bentonitów pod kątem zastosowania w HDD dokonuje się najczęściej za pomocą polimerów naturalnych i/lub syntetycznych.



Rys. 1. Budowa pakietowa montmorylonitu
Źródło [2]

Płuczka stosowana do wierceń horyzontalnych różni się od tradycyjnej płuczki stosowanej w wierceniach pionowych [1]. Płyn wiertniczy powinien posiadać tzw. „odwróconą reologię". Termin ten oznacza, że parametry lepkości pozornej, wytrzymałości strukturalnej i granicy płynięcia powinny być stosunkowo wysokie, natomiast lepkość plastyczna stosunkowo niska. Właściwości tiksotropowe płuczki odgrywają dużą rolę w przypadku wierceń HDD, związane są one ze zdolnościami do utrzymywania zwiercin w zawieszeniu podczas przestojów w wierceniu. Charakter opadania i wynoszenia zwiercin na powierzchnię różni się znacznie od wierceń pionowych. W wierceniach horyzontalnych mamy do czynienia ze stosunkowo krótką drogą opadania zwiercin, dlatego niezmiernie ważne jest stosowanie odpowiednio dobranego płynu wiertniczego. Również odpowiednia lepkość płuczki ma duże znaczenie. Zapewnia utrzymywanie turbulentnego przepływu płuczki w przestrzeni pierścieniowej, co umożliwia lepsze oczyszczenie otworu ze zwiercin. Ważne jest także, aby czas potrzebny do sporządzenia płuczki i uzyskania przez nią założonych wartości parametrów był jak najkrótszy. W praktyce przemysłowej przyjmuje się, że dobra płuczka HDD powinna osiągnąć założone parametry technologiczne już po 15 minutach mieszania i utrzymywać je przez cały okres wiercenia.

W niniejszym artykule zaprezentowano wyniki badań przydatności, do płuczek wiertniczych, bentonitu ze złóż armeńskich. W pierwszym etapie przebadano surowy bentonit na zgodność z międzynarodowymi normami API oraz OCMA i porównano ich parametry z parametrami bentonitu spełniającego te normy. W drugiej części pracy do bentonitu armeńskiego dodawano biopolimer PT–25, a następnie przebadano parametry technologiczne tak modyfikowanych bentonitów. Biopolimer PT–25 jest zmodyfikowanym, za pomocą grup $–SO_3^-$,

polimerem typu Xanthan Gum (XC–Polymer). Wyniki przeprowadzonych badań pokazują, że tak zmodyfikowany bentonit może znaleźć zastosowanie w technologii płuczek HDD.

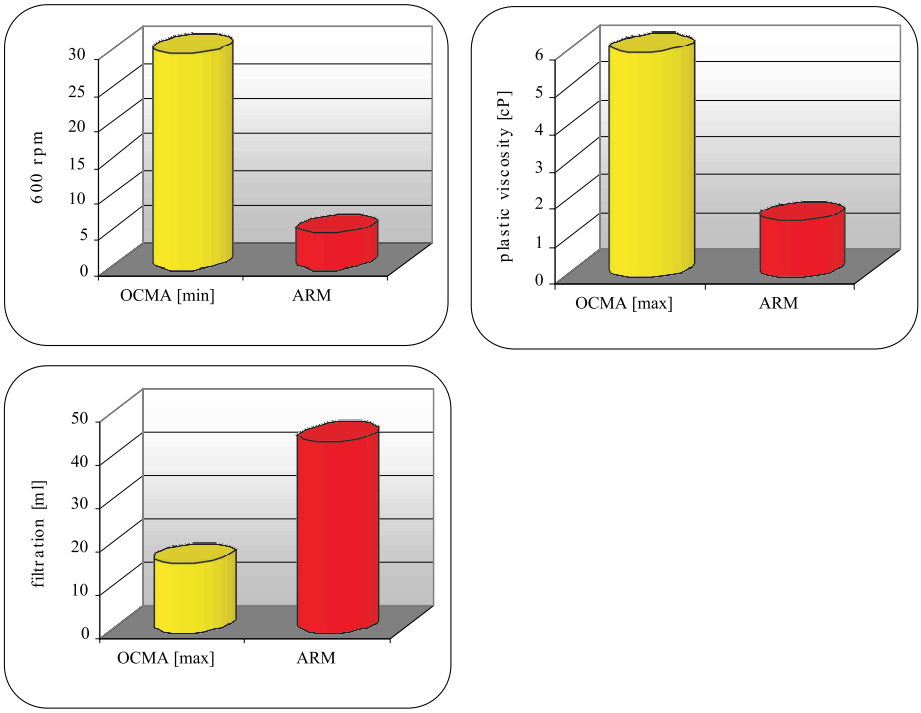
2. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Badania bentonitu zostały przeprowadzone w celu stwierdzenia możliwości zastosowania go w technologii wierceń horyzontalnych. Doświadczenia przemysłowe pokazują, że dobrze skomponowana płuczka przeznaczona do wierceń horyzontalnych powinna charakteryzować się lepkością plastyczną nie wyższą niż 15 cP, stosunkiem granicy płynięcia do lepkości plastycznej równym 2, jak najmniejszą filtracją oraz łatwością przygotowania – bezpośrednio przekładającą się na małą ilość komponentów (co przyjęto jako podstawowe założenia do badań).

2.1. Badania przydatności bentonitu ARM do płuczek wiertniczych

Badania surowego bentonitu armeńskiego (ARM) przeprowadzono zgodnie z międzynarodowymi normami API według specyfikacji 13A (Section 5. Non-treated Bentonite, Section 11. OCMA Grade Bentonite) [3].

Wyniki badań bentonitu ARM na zgodność z normami OCMA oraz API przedstawiono na rysunku 2.



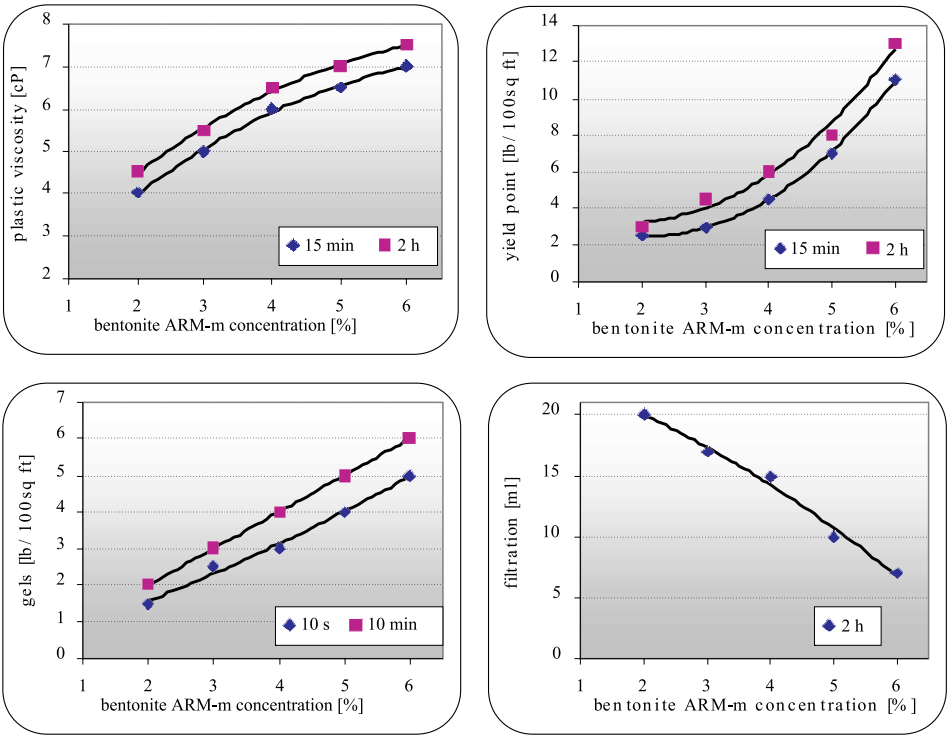
Rys. 2. Wyniki badań API – Section 11. OCMA Grade Bentonite

Przeprowadzone badania wykazały, że badany bentonit armeński (ARM) nie spełnia wymagań norm API oraz OCMA.

2.2. Modyfikacje bentonitu ARM pod kątem zastosowania w technologii HDD

Ponieważ badany bentonit nie spełnia norm API oraz OCMA, postanowiono dokonać chemicznej jego modyfikacji. W tym celu do bentonitu, na sucho, dodano biopolimer PT-25 w stosunku 1 część wagowa PT-24 na 9 części wagowych bentonitu. Tak zmodyfikowany bentonit (oznaczony jako ARM-m) przebadano pod kątem zastosowania w technologii HDD.

W pierwszej fazie przebadano wpływ stężenia modyfikowanego bentonitu na parametry technologiczne suspensji. W tym celu sporządzono suspensje bentonitu w wodzie o stężeniach 2–6% wagowo. Pomiary przeprowadzono po 15 i 120 minutach mieszania suspensji. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Parametry technologiczne bentonitu ARM-m zmodyfikowanego polimerem PT-25

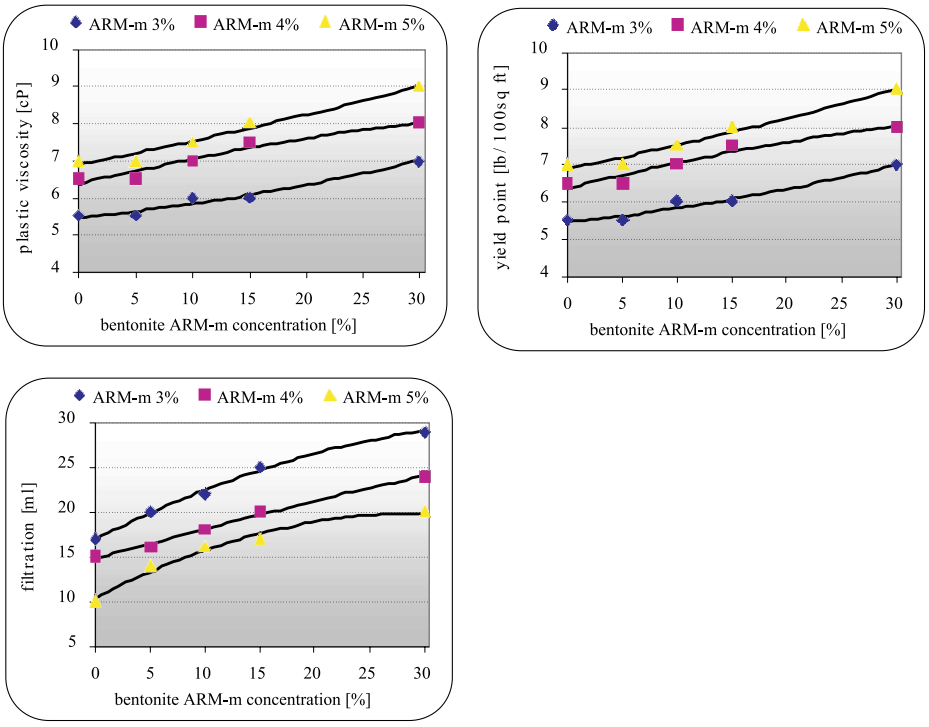
Przeprowadzone badania wykazały, że wraz ze wzrostem stężenia bentonitu ARM-m modyfikowanego polimerem PT-25 znacząco wzrasta granica płynięcia, przy stosunkowo niewielkim wzroście lepkości plastycznej. Ze wzrostem stężenia bentonitu obniżeniu

ulega wartość filtracji badanych suspensji. Korzystne jest, że skomponowana płuczka, już po 15 minutach mieszania, osiąga zadowalające parametry technologiczne, które po upływie 2 godzin wzrastają jedynie nieznacznie. Wartość wytrzymałości strukturalnej po 15 minutach i 2 godzinach pozostaje stała.

Dalsze badania kontynuowano w przypadku płuczek sporządzonych na bazie modyfikowanego bentonitu ARM-m o stężeniach 3–5%.

2.3. Badania odporności sporządzonych płuczek na skażenie jonami jedno- i wielowartościowymi

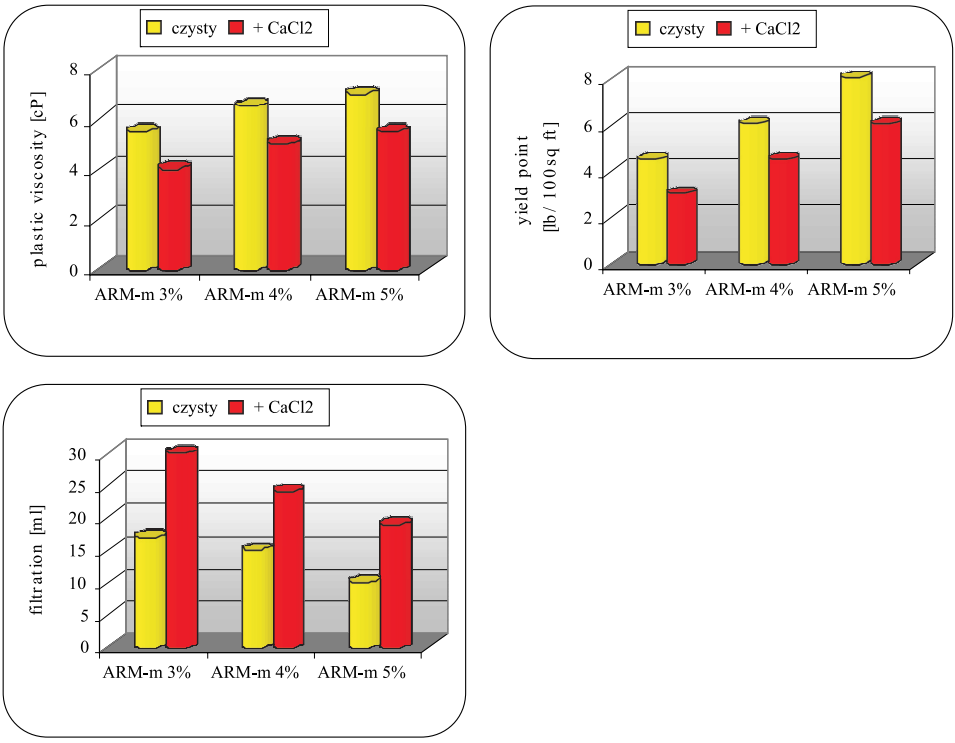
Płuczki wiertnicze muszą być odporne na skażenia solami metali jedno- i wielowartościowych, które przedostają się do nich z przewiercanych warstw. W celu sprawdzenia odporności badanych płuczek na skażenie solami jednowartościowymi przeprowadzono badania wpływu stężenia NaCl na właściwości trzy-, cztero-, pięcioprocentowej płuczki wiertniczej na bazie bentonitu ARM-m. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Wpływ stężenia soli NaCl na parametry technologiczne suspensji bentonitu ARM-m

Jak wynika z wykresów wzrost stężenia soli jednowartościowych jedynie nieznacznie wpływa na parametry technologiczne badanych płuczek. Obserwuje się wzrost lepkości plastycznej i filtracji oraz spadek wartości granicy płynięcia.

Badania odporności płuczek na skażenie jonami dwuwartościowymi przeprowadzono, mierząc zmiany parametrów technologicznych płuczek pod wpływem jonów wapnia (0,5% $CaCl_2$). Wyniki badań przedstawiono na rysunku 5.



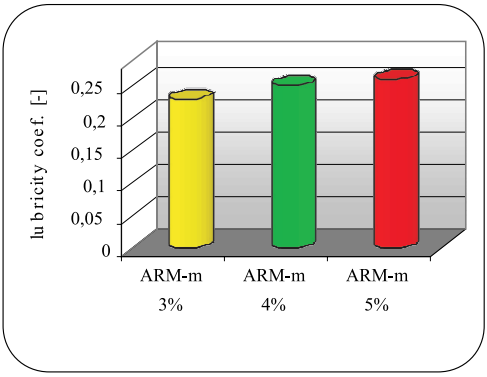
Rys. 5. Wpływ stężenia soli $CaCl_2$ na parametry technologiczne bentonitu ARM-m

Przeprowadzone badania wykazały, że po wpływem jonów dwuwartościowych w stosunkowo niewielkim stopniu obniżeniu ulega wartość lepkości plastycznej i granicy płynięcia. Wzrasta filtracja, ale pozostaje na akceptowalnym poziomie.

2.4. Badania smarności opracowanych płuczek

Szczególnie ważnym parametrem płuczki przeznaczonej do wiercenia horyzontalnych przewiertów sterowanych jest współczynnik smarności. Ze względu na poziomy charakter wiercenia, możliwość przychwycenia przewodu jest stosunkowo duża, dlatego płuczka powinna charakteryzować się niewielkimi wartościami współczynnika smarności. Badania przeprowadzono za pomocą aparatu „Lubricity Tester". Wyniki badań przedstawiono na rysunku 6.

Przeprowadzone badania wykazały, że płuczki sporządzone na bazie modyfikowanego bentonitu ARM-m wykazują niskie wartości współczynnika smarności.



Rys. 6. Współczynnik smarności dla badanych płuczek

3. WNIOSKI

Bentonit ARM nie spełnia norm API oraz OCMA. Po modyfikacji za pomocą biopolimeru PT-25 parametry technologiczne ulegają znacznej poprawie.

Płuczki wiertnicze skomponowane na bazie zmodyfikowanego bentonitu ARM-m charakteryzują się: dobrą odpornością na skażenie solami jedno- i dwuwartościowymi, dobrym współczynnikiem smarności oraz zapewniają wymagane, stabilne, parametry technologiczne już po 15 minutach mieszania.

Przeprowadzone badania wykazały, że skomponowane płuczki mogą znaleźć zastosowanie w przemyśle.

LITERATURA

[1] Raczkowski J.: *Płuczki wiertnicze*. Kraków 1979
[2] Bielewicz D., Bortel E., Witek E.: *Polimery amfoteryczne w zastosowaniu do płuczek wiertniczych*. Kraków 2003
[3] Specification for Drilling – Fluid Materials: „API Specification 13A (Section 5. Non-treated Bentonite, Section 11. OCMA Grade Bentonite)"
[4] Szostak L.: *Wiercenie otworów kierunkowych*. Katowice 1980