

Sławomir Wysocki*, Danuta Bielewicz*, Heike Strauss**,
Marta Wysocka*****

**PŁUCZKA POLIAMFOLITYCZNO-POTASOWA
NA OSNOWIE BENTONITU NIEMODYFIKOWANEGO
DO PRZEWIERCANIA SKAŁ ILASTYCH**

1. WSTĘP

Obecnie płuczka wiertnicza musi spełniać wiele zadań równocześnie. Jednym z takich zadań jest zapewnienie stabilności ścian otworu. Zagadnienie to nabiera szczególnego znaczenia podczas przewiercania skał ilasto-łupkowych. W tym przypadku problemy z utrzymaniem stabilności ściany otworu wiertniczego związane są z hydratacją i pęcznieniem skał ilastych pod wpływem wody z płuczki wiertniczej.

Adsorpcję wody na minerałach ilastych można podzielić na dwa etapy:

1. hydratację powierzchniową,
2. hydratację osmotyczną.

Hydratacja powierzchniowa polega na adsorpcji wody przez kationy międzypakietowe oraz pakiety krzemionkowe; hamowana jest w wyniku wymiany jonowej; rolę inhibitora hydratacji spełniają jony potasowe K^+ , wapniowe Ca^{2+} oraz amonowe NH_4^+ .

Hydratacja osmotyczna jest wynikiem braku równowagi pomiędzy aktywnością jonów w przestrzeniach międzypakietowych łańcuchów, a ich aktywnością w płuczce i polega na przepływie cząstek rozpuszczalnika od niższego do wyższego stężenia elektrolitów, w celu zrównoważenia ciśnienia osmotycznego [1]; ograniczenie hydratacji osmotycznej osiąga się poprzez stosowanie płuczek o wysokiej koncentracji elektrolitów.

Inhibicja jonowa jest jednym ze sposobów ograniczenia hydratacji skał ilastych. Drugą możliwością jest zastosowanie inhibicji polimerowej dzięki zastosowaniu tzw. polimerów kapsułujących, które adsorbują się na ścianie otworu i wytwarzają trudno przepuszczalną dla cząsteczek wody, adsorpcyjną warstwę polimerową. Najkorzystniejszym rozwiązaniem wydaje się połączenie obu typów inhibicji w jednej płuczce.

* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

** TU – Bergakademie Freiberg, Niemcy

*** Doktorant WwNiG AGH, Kraków

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań płuczki poliamfoliczno-potasowej o podwójnym systemie inhibicji hydratacji przeznaczony do przewiercania skał ilastych. Badana płuczka, oprócz niemodyfikowanego bentonitu zawiera w składzie poliamfolit AMF-4·HCl [2] oraz chlorek potasu.

Polimery stosowane w płuczce do przewiercania skał ilastych muszą spełniać wiele różnorodnych funkcji. Obecnie w praktyce przemysłowej sporządza się płuczki jako kompozycje wieloskładnikowe. Jednakże duża ilość składników chemicznych może być przyczyną trudności, spowodowanych utratą ich kompatybilności w zmiennych warunkach podczas wiercenia. Duża ilość chemikaliów utrudnia również utylizację zużytej płuczki po zakończonym procesie wiercenia.

Należy zaznaczyć, że dystrybuowane przez firmy płuczki bentonity handlowe są materiałami zawierającymi polimery dla uzyskania odpowiednich parametrów reologicznych przy niewielkiej koncentracji bentonitu. Obecność polimerów w suspensji „wyjściowej” może ograniczać działanie dodawanych komponentów płuczek lub czyni je mniej efektywnymi, a tym samym utrudnia regulację parametrów płuczki.

Zastosowanie w prezentowanej płuczce jedynie trzech składników umożliwia łatwą kontrolę nad parametrami technologicznymi płuczki, pozwala także na szybkie ich dostosowanie do zmieniających się warunków wiercenia.

2. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

2.1. Receptura płuczki

Założenia projektowe zakładały opracowanie płuczki o minimalnej liczbie składników, która charakteryzowałaby się dobrymi parametrami reologicznymi (lepkość plastyczna w 20°C – poniżej 30 mPa·s, stosunek granicy płynięcia do lepkości pozornej 1:1) oraz niską filtracją.

W trakcie badań stwierdzono, że poliamfolit AMF-4·HCl skuteczniej działa z bentonitami niemodyfikowanymi niż z bentonitami modyfikowanymi (np. Bentopol Zębiec). Dlatego w badaniach stosowano niemodyfikowany bentonit węgierski (zgodny z normami OCMA).

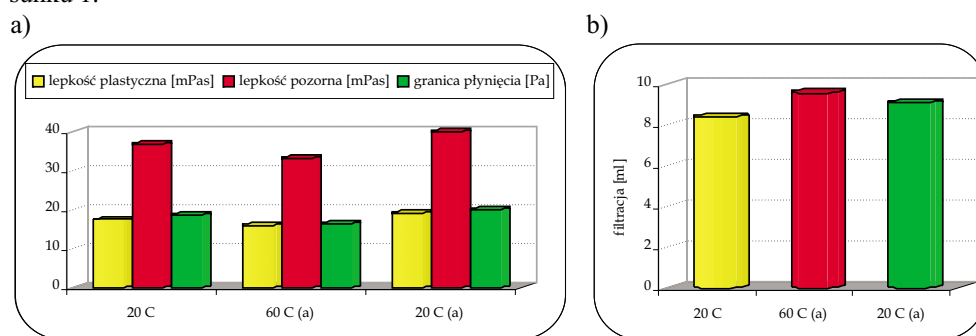
Tabela 1
Skład i parametry technologiczne płuczek

Lp.	Skład płuczki	Gęstość [g/dm ³]	Lepkość plastyczna [mPa·s]	Lepkość pozorna [mPa·s]	Granica płynięcia [Pa]	Wytrzymałość strukturalna 10 s/10 min [Pa]	Filtracja [ml]	pH
M-XIX	Bentonit 3% AMF-4·HCl 0,5% KCl 2,5%	1,03	14,5	26,5	11,5	3,8/4,3	10	9,5
M-XX	Bentonit 3% AMF-4·HCl 0,75% KCl 2,5%	1,03	17,5	37	18,7	5,3/5,8	8,4	9,6

Po przeprowadzeniu badań wstępnych do dalszych badań wytypowano płuczki, których skład i parametry technologiczne przedstawiono w tabeli 1.

2.2. Odporność temperaturowa

Płuczki wiertnicze muszą charakteryzować się wysoką odpornością na temperaturę. W celu sprawdzenia odporności temperaturowej płuczki M-XX przeprowadzono badanie, które polegało na wygrzewaniu płuczki w piecu Rollen-Oven w temperaturze 60°C przez 16 godzin. Następnie przeprowadzono pomiary parametrów reologicznych w temperaturze 60°C oraz po ochłodzeniu płuczki do temperatury 20°C i porównano je z wynikami pomiarów parametrów płuczki przed wygrzewaniem. Wyniki pomiarów przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Badanie odporności temperaturowej płuczki M-XX. Pomiary: a) lepkości plastycznej, lepkości pozornej i granicy płynięcia; b) filtracji; (a) pomiary po wygrzewaniu płuczki

Niewielkie zmiany wartości parametrów reologicznych i filtracji płuczki M-XX wskazują na odporność temperaturową płuczki do 60°C.

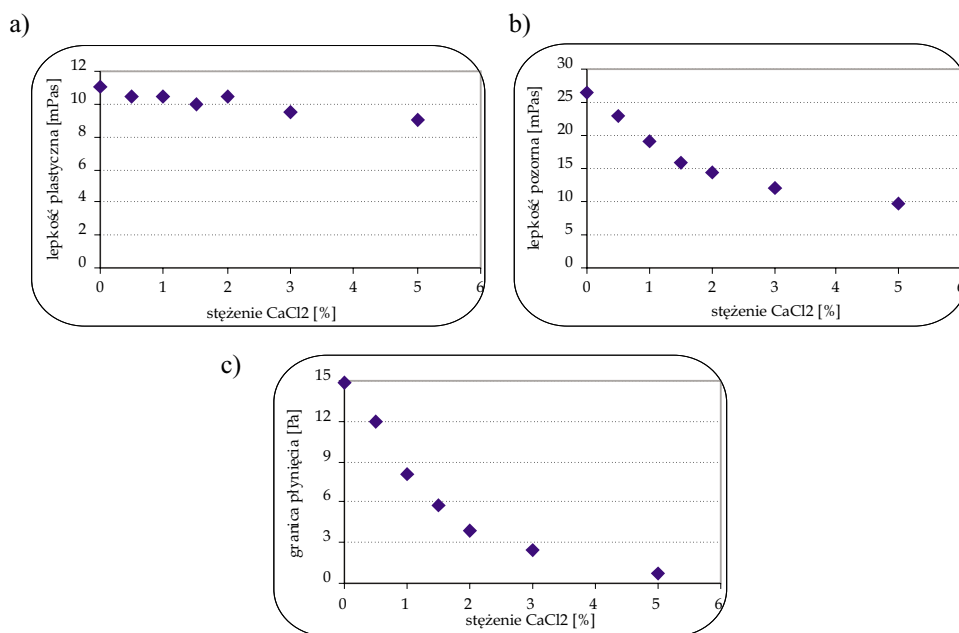
2.3. Odporność na skażenie solami dwuwartościowymi

W procesie wiercenia płuczka narażona jest na skażenie jonami jedno- i wielowartościowymi, które zawarte są w dopływających do przestrzeni pierścieniowej cieczach złożowych.

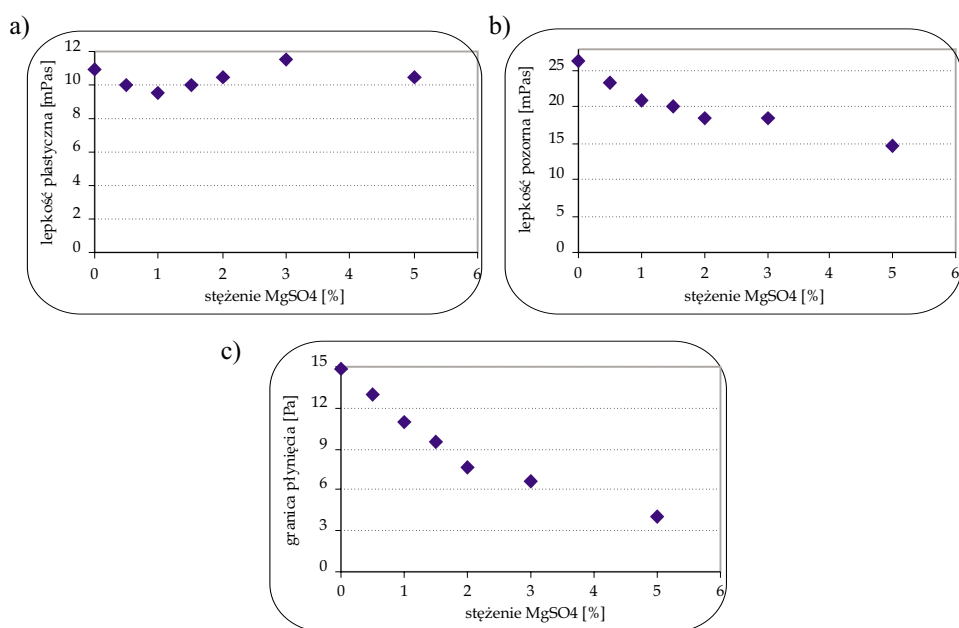
W celu sprawdzenia odporności badanych płuczek na skażenie solami dwuwartościowymi przeprowadzono badania wpływu CaCl_2 oraz MgCl_2 na ich parametry technologiczne. Wyniki badań przedstawiono na rysunkach 2–4.

Należy przyjąć, że niewielkie stężenia jonów wapniowych (0,5% CaCl_2) nie powodują drastycznych zmian parametrów reologicznych płuczki. Jednak wyższe stężenia jonów Ca^{2+} wpływają na ich obniżenie, przy czym lepkość plastyczna i filtracja ulega tylko niewielkim zmianom.

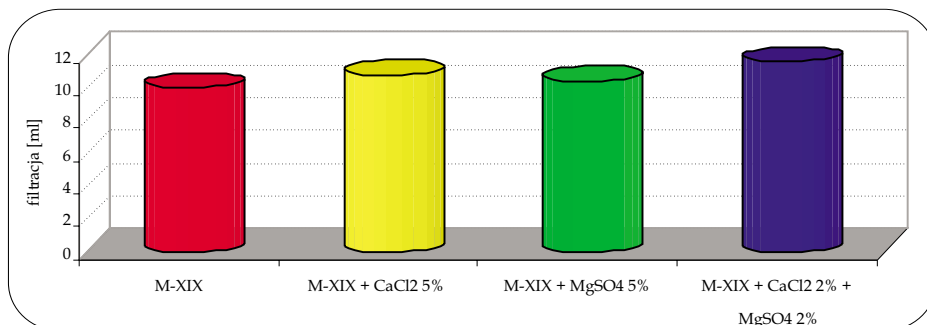
Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że tolerancja badanej płuczki na jony Mg^{2+} jest zadowalająca. Dopuszczalnym zmianom ulegają parametry reologiczne w szerokim zakresie stężeń MgSO_4 . Filtracja przy stężeniu 5% MgSO_4 wynosi ok. 10,5 ml, co jest wynikiem dobrym. Również w obecności 2% CaCl_2 + 2% MgSO_4 wielkość filtracji pozostaje w dopuszczalnych granicach.



Rys. 2. Zmiany parametrów reologicznych płuczki M-XIX: a) lepkości plastycznej; b) lepkości pozornej; c) granicy płynięcia, pod wpływem CaCl₂



Rys. 3. Zmiany parametrów reologicznych płuczki M-XIX: a) lepkości plastycznej; b) lepkości pozornej; c) granicy płynięcia, pod wpływem MgSO₄



Rys. 4. Zmiany filtracji płuczki M-XIX pod wpływem CaCl₂ i MgSO₄

2.4. Test pęcznienia beleczek QSE Pellets

W celu sprawdzenia skuteczności inhibicji hydratacji iłów przez badane płuczki przeprowadzono test pęcznienia beleczek QSE Pellets. W tym celu belecзки przetrzymywano w płuczce przez 24 godziny.

Wynik testu wskazuje na skuteczne inhibujące działanie, co wizualnie objawia się tylko lekko spęczniałą postacią belecзки (rys. 5).

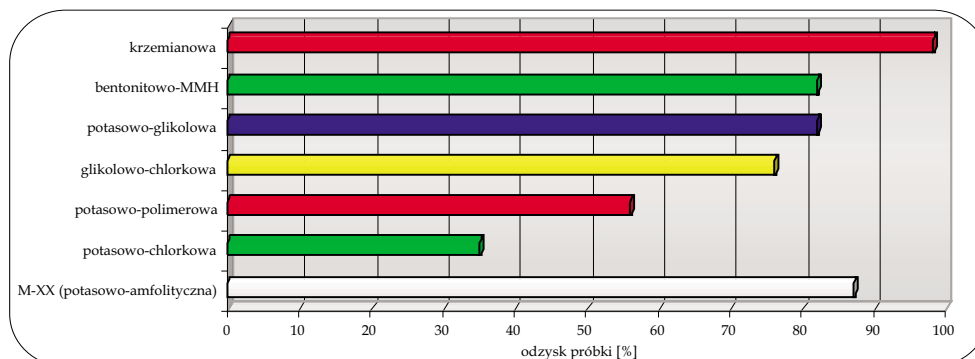


Rys. 5. Zdjęcia beleczek QSE Pellets po oddziaływaniu badanych płuczek: a) belecзка porównawcza; b) płuczka M-XIX; c) płuczka M-XX

2.5. Test dezintegracji

Test dezintegracji łupka eoceńskiego przeprowadzono wg standardów API. Próbkę skały o wymaganej granulacji wysuszono, zważono, a następnie umieszczono w płuczce w temperaturze 60°C na okres 16 godzin. Po okresie wygrzewania próbkę przemyto wodą, wysuszono, przesiano przez sito 0,5 mm i ponownie zważono. Procent odzysku obliczono na podstawie różnicy mas.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że płuczka M-XX zapewnia 87% odzysk próbki łupka eoceńskiego (rys. 6).



Rys. 6. Skuteczność inhibicji hydratacji skał ilastych przez płuczkę M-XX w porównaniu z innymi typami płuczek wiertniczych

3. WNIOSKI

Przeprowadzone badania wykazały, że płuczka poliamfolytyczno-potasowa sporządzona na osnowie bentonitu niemodyfikowanego z dodatkiem polimeru amfolytycznego AMF-4-HCl:

- posiada dobre właściwości reologiczne niską filtrację, odporność na podwyższoną temperaturę i skażenie solami dwuwartościowymi;
- zapewnia inhibicję hydratacji skał ilastych.

LITERATURA

- [1] Bailey L., Denis J.H., Maitland G.C.: *Chemicals in the Oil Industry: Developments and Applications*. Melksham, Wiltshire, UK, Redwood Press Ltd. 1998
- [2] Bielewicz D., Wysocka M., Wysocki S.: *Poliamfolit poli(KAMPS-co-VAm-HCl) – skuteczny inhibitor hydratacji łupków*. Rocznik AGH Wiertnictwo Nafta Gaz, t. 20/2, 2003