

**Paweł Kopeć\*, Sławomir Wysocki\***

**BADANIA MOŻLIWOŚCI ZASTĄPIENIA BARYTU KREDĄ  
W OBCIĄŻONEJ PŁUCZCE POLIGLIKOLOWEJ  
Z POLIMEREM PT-51 DO PRZEWIERCANIA SKAŁ ILASTYCH\*\***

**1. WSTĘP**

Przewiercanie skał ilastych nastęrcza wiele trudności związanych z pęcznieniem iłóv pod wpływem filtratu pochodzącego z wodnodispersyjnych płuczek wiertniczych. Może to prowadzić do zaciskania się otworu i w konsekwencji do przychwycenia przewodu wiertniczego. Pęcznienie powoduje również zmniejszenie sił utrzymujących skałę w stanie zwartym. Prowadzi to do kruszenia się i sypania skały, w wyniku tego może dojść do powstawania kawern utrudniających zacementowanie rur okładzinowych.

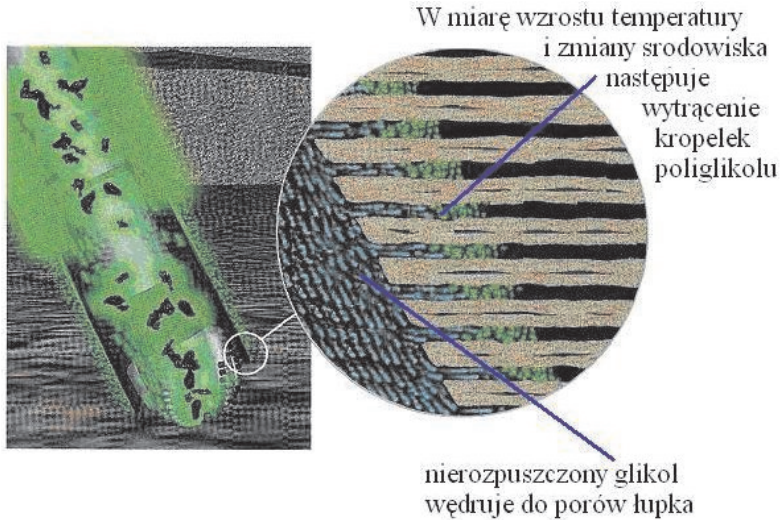
Z tego powodu do przewiercania skał ilastych stosuje się specjalnie skomponowane płuczki wiertnicze. Jednym z najnowszych rozwiązań są płuczki poliglikolowe. Skuteczność inhibitującego działania takich płuczek w odniesieniu do hydratacji skał ilastych jest porównywalna do płuczek olejowodispersyjnych. Płuczkę poliglikolową można zasolić do nasycenia lub obciążyć do żądanej gęstości. Istnieją dwie teorie dotyczące inhibitującego działania poliglikoli. Wg pierwszej: przenikając do skały, poliglikol wypiera z niej wodę ze względu na silniejsze powinowactwo ılı do glikolu aniżeli do wody. W tym przypadku poliglikol działa jak penetrujący klej, który przenikając do poróv skały ilastej utwardza ją, przy czym decydujące znaczenie w tym procesie mają wiązania wodorowe. Druga teoria mówi, że podstawowe znaczenie w procesie inhibitowania skał ilastych ma wypieranie wody z powierzchni skały i tworzenie trwałych kompleksóv ılıwo-glikolowych. Ważne znaczenie ma w tym przypadku zjawisko rozdziału faz, polegające na wytrącaniu mikrokropelek poliglikolu w płuczce wiertniczej w podwyższonej temperaturze, tj. powyżej

---

\* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

\*\* Praca wykonana w ramach badań własnych

punktu zmetnienia. Oddzielająca się z płuczki faza poliglikolowa osadza się na ścianie otworu tworząc lepka, podobną do oleju hydrofobową warstwę, która nie ulega rozpuszczeniu ani rozmyciu przez płuczkę wiertniczą – rys. 1 [2].



**Rys. 1.** Schemat inhibującego działania poliglikolu

Źródło: [3]

Innym problemem występującym podczas przewiercania skał ilastych jest zjawisko „płynięcia skał”, zachodzi wtedy potrzeba zwiększenia gęstości płuczki celem zrównoważenia ciśnienia górotworu. Najbardziej rozpowszechnionym sposobem zwiększania gęstości płuczek jest dodawanie do nich różnych sproszkowanych materiałów o dużej gęstości, nazywanych materiałami obciążającymi. Zapobieganie i likwidowanie wielu trudności i awarii podczas wiercenia otworu osiągnane jest poprzez regulowanie przeciwcisnienia na przewiercane skały.

Materiały obciążające charakteryzują się zróżnicowaną gęstością i związaną z tym zdolnością do obciążania płuczek wiertniczych. Różnią się także właściwościami fizyczno-chemicznymi, co powoduje, że wywołują często zmiany gęstości jak również innych parametrów technologicznych płuczek wiertniczych. Zdolność określonego materiału do obciążania płuczki wiertniczej, warunkująca uzyskiwanie dużych gęstości, uzależniona jest od fizyczno-chemicznych właściwości, takich jak: gęstość, stopień rozdrobnienia, hydrofilność, skład chemiczny i mineralny oraz wilgotność. Duże właściwości mają również właściwości ściernie materiału obciążającego, skłonność do sedimentacji i zawartości resztek odczynników chemicznych używanych podczas flotacyjnego wzbogacania niektórych materiałów obciążających.

Materiały obciążające można podzielić ze względu na gęstość na:

- Materiały o małej gęstości (2,6–2,9 kg/dm<sup>3</sup>), do których należą węglanowe materiały obciążające, takie jak: wapień, kreda, margiel.
- Materiały o średniej gęstości (3,8–5,0 kg/dm<sup>3</sup>), do których zaliczane są: baryt, ilmenit, koncentraty rud żelaza o zawartości żelaza 45–55%.
- Materiały o dużej gęstości (5,0–7,0 kg/dm<sup>3</sup>), takie jak: koncentraty rud ołowio-owych, magnetyt i hematyt o zawartości żelaza ponad 70%, rudy żelazowo-arsenowe.

Najbardziej rozpowszechnionym materiałem stosowanym do obciążania płuczek wiertniczych jest baryt. (BaSO<sub>4</sub>). Jest on minerałem o budowie krystalicznej, występującym w przyrodzie jako bezwodny siarczan baru, z różnymi domieszkami, jak np. krzemionka, tlenki żelaza, wapień, dolomit, łupek. Niekiedy baryt występuje w postaci rud ołowio-wo-cynkowo-barytowych. W czystej postaci baryt ma gęstość 4,48 kg/dm<sup>3</sup> i twardość 3,0–3,5 wg skali Mohsa. W porównaniu z innymi materiałami obciążającymi, głównymi zaletami barytu z punktu widzenia technologii płuczkowej są: stosunkowa duża gęstość, obojętność chemiczna wobec innych składników płuczki wiertniczej, mała abrazywność w odniesieniu do elementów armatury płuczkowej, możliwość przemiału do wymaganego składu granulometrycznego, obojętność dla środowiska przyrodniczego i zdrowia człowieka, dostępność w kraju.

Obecnie w przemyśle, do obciążania płuczek wiertniczych stosowany jest głównie baryt. W niniejszym artykule zaprezentowano wyniki badań możliwości zastąpienia, w płuczkach, barytu kredą.

Kreda jest odmianą wapienia, zbudowaną głównie z wapiennych szczątków drobnych otwornic, glonów i innych organizmów. Jest skałą miękką charakteryzującą się brakiem uwarstwienia i słabym scementowaniem, w związku z czym łatwo dysperguje w płucce wiertniczej do cząstek o bardzo małych wymiarach (2–10 μm). Głównymi składnikami kredy są: drobnziarnisty kalcyt i kokolity.

Ze względu na rozpuszczalność w kwasach, materiały węglanowe są stosowane przede wszystkim do dowiercania złoża oraz różnych cieczy roboczych, głównie solankowych, używanych przy udostępnieniu złoża. Węglany wapniowe są obojętne chemicznie, w związku z czym ich zawartość w płucce lub innej cieczy może być bardzo duża.

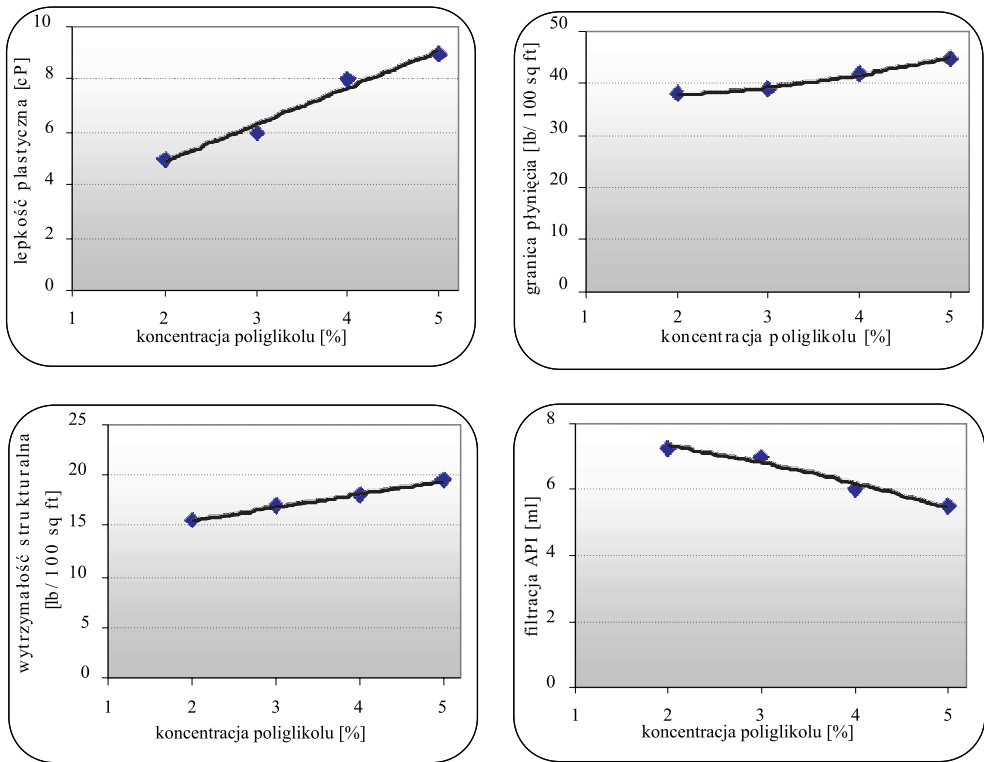
Najczęściej stosowanym materiałem węglanowym była do niedawna kreda. Płuczki z dodatkiem kredy wyróżniają się dużą odpornością na działanie elektrolitów (solanki węglane). W polskim wiertnictwie kreda była używana jako składnik ciężkich płuczek solnych [1].

W niniejszym artykule zaprezentowano wyniki badań możliwości zastąpienia barytu kredą. W pierwszym etapie przebadano kilka płuczek poliglikolowych o różnych stężeniach i wybrano optymalny skład procentowy płuczki. Kolejnym etapem było przeprowadzenie testu pęcznienia na belkach iłowych. W dalszej części badań przystąpiono do obciążania płuczki przy pomocy barytu i kredy i dokonano pomiarów parametrów technologicznych. Końcowym etapem pracy było wykonanie testu sedymentacji. Wszystkie badania przeprowadzono zgodnie z normami polskimi [5] oraz międzynarodowymi [4].

## 2. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Głównym celem przeprowadzonych badań było sprawdzenie, jak materiały obciążające (baryt i kreda) wpływają na parametry technologiczne płuczki poliglikolowej i czy możliwe jest zastąpienie powszechnie używanego barytu kredą.

W pierwszym etapie opracowano recepturę płuczki poliglikolowej przeznaczonej do obciążania. Przyjęto założenie, że taka płuczka powinna charakteryzować się stosunkowo wysokimi wartościami wytrzymałości strukturalnej oraz granicy płynięcia, przy możliwie najniższej wartości lepkości plastycznej. Do skomponowania płuczki użyto nowy polimer PT-51. Jest to biopolimer XCD modyfikowany grupami  $-\text{CO}_3^-$ . Wyniki pomiarów parametrów technologicznych skomponowanej płuczki w zależności od stężenia poliglikolu przedstawiono na rysunku 2.

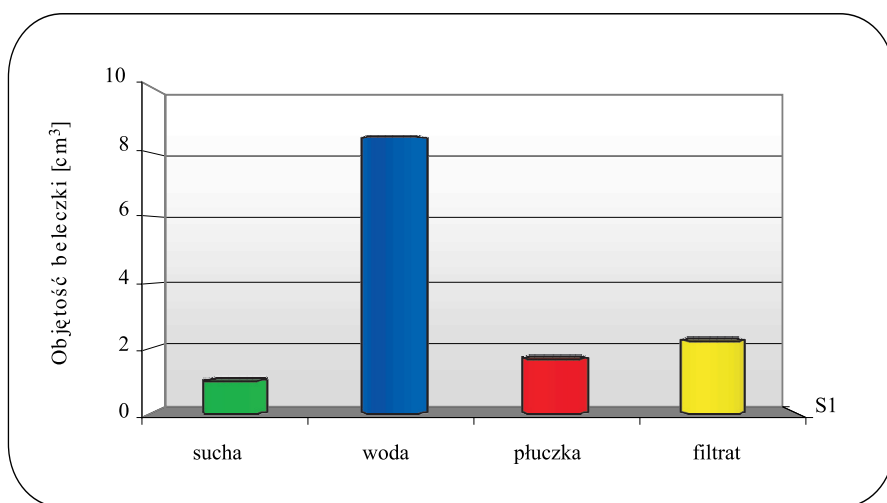


Rys. 2. Wpływ koncentracji poliglikolu na parametry technologiczne skomponowanej płuczki poliglikolowej

Przeprowadzone badania pokazały, że opracowana płuczka charakteryzuje się dobrymi parametrami technologicznymi i spełnia założenia wstępne. Stwierdzono również, że wzrost stężenia poliglikolu powoduje wzrost parametrów technologicznych i obniżenie filtracji.

Do dalszych badań wytypowano płuczkę z 4% dodatkiem poliglikolu, o składzie: modyfikowana skrobia 2%, PT-51 0,5%,  $K_2CO_3$  3%, poliglikol 4%.

Ponieważ skomponowana płuczka poliglikolowa przeznaczona jest do przewiercania skał ilastych, w związku z tym musi inhibitować hydratację ilów. W celu sprawdzenia właściwości inhibitujących, przeprowadzono test pęcznienia beleczek ilowych QSE Pellets. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 3.



**Rys. 3.** Przyrost objętości belki ilowej w różnych środowiskach

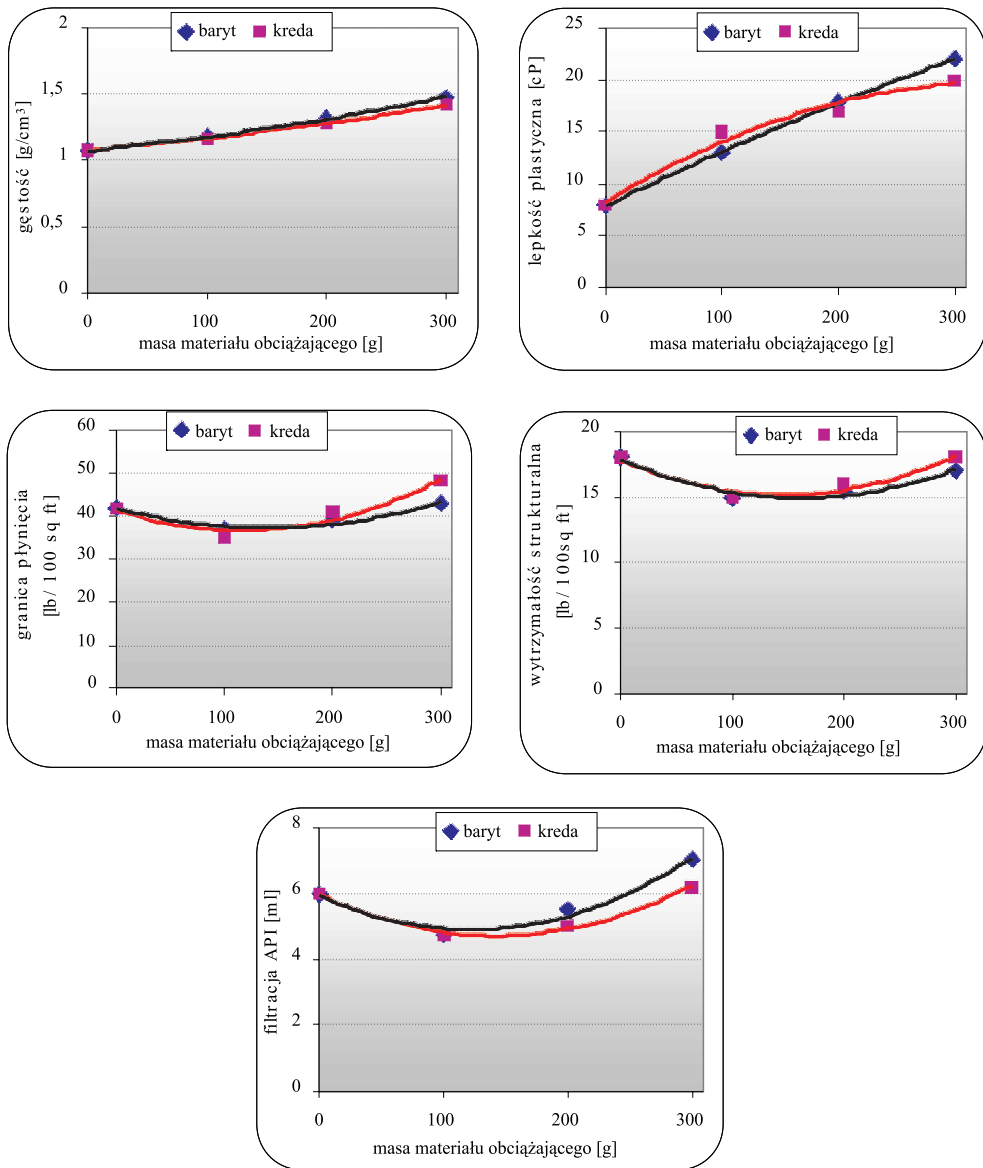
Jak wynika z przeprowadzonych badań beleczi ilowe w obecności płuczki i filtratu zwiększają swoją objętość w stosunkowo niewielkim stopniu.

Przeprowadzono również badania sedymentacji materiałów obciążających w skomponowanej płuczce. W tym celu dodawano do płuczki materiał obciążający (baryt lub kredę) w ilości: 20, 30, 40% wagowych, mieszano i przenoszono do cylindrów miarowych. Następnie obserwowano przesuwanie się granicy faz. Badanie prowadzono przez 120 godzin.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji stwierdzono, że zarówno baryt jak i kreda, niezależnie od stężenia, nie ulegają sedymentacji w opracowanej płuczce.

Kolejnym etapem badań było obciążanie skomponowanej płuczki za pomocą barytu i kredy oraz sprawdzenie jak ten dodatek wpłynie na parametry technologiczne płuczki. W tym celu do 500ml płuczki dodawano: 100, 200, 300 g materiału obciążającego, a następnie wykonywano pomiary parametrów technologicznych. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 4.

Z przeprowadzonych badań wynika, że zarówno baryt jak i kreda nie powodują znaczących zmian parametrów technologicznych, poza lepkością plastyczną, która zdecydowanie rośnie, i oczywiście gęstością płuczki.



Rys. 4. Wpływ materiałów obciążających na parametry technologiczne opracowanej płuczki

### 3. WNIOSKI

- Przeprowadzone badania wykazały, że skomponowana płuczka zapewnia dobre parametry technologiczne oraz nie wpływa znacznie na pęcznienie iłó.
- Użycie kredy i barytu zapewnia skuteczne obciążenie płuczki do gęstości ok. 1,5 g/cm<sup>3</sup>.

- Oba badane materiały obciążające (baryt i kreda) w podobny sposób wpływają na parametry technologiczne skomponowanej płuczki poliglikolowej.
- Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że przy komponowaniu płuczek do gęstości  $1,5 \text{ g/cm}^3$  możliwe jest zastąpienie powszechnie stosowanego barytu kredą, zwłaszcza jeśli uwzględni się fakt, że kreda charakteryzuje się mniejszymi właściwościami ściernymi i niższą ceną.

## LITERATURA

- [1] Raczkowski J., Półchłopek T.: *Materiały i środki chemiczne do sporządzania płuczek wiertniczych*. Prace IGNiG, nr 95, Kraków 1998
- [2] Bielewicz D., Bortel E., Witek E.: *Polimery amfoteryczne w zastosowaniu do płuczek wiertniczych*. Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2003
- [3] M-I Seminar – materiały seminaryjne firmy M-I, Hamburg 2000
- [4] API Specification 13B (SPEC 13B, July 1, 1990)
- [5] Polska Norma Branżowa BN-90/1785-01, 1 października 1990