



– nie wykazywały tendencji do sedymentacji, co sprawia, że przestrzeń likwidowanego odwiertu będzie wypełniana w sposób równomierny przez spoiwo wiążące, a wiązanie będzie następować na całym odcinku uszczelnianego odwiertu, (początek wiązania mieszanin sporządzonych z rozrzedzonej płuczki następował po około 8 godzinach a koniec wiązania po ok. 24 godzinach);

– po związaniu tworzyły kamień uszczelniający o niskiej wytrzymałości co jest spowodowane tym, iż ciecz zarobowa stanowiła aż około 140 – 160 % masy spoiwa wiążącego (główną rolę opracowanych mieszanin nie jest jednak uzyskanie wysokiej wytrzymałości kamienia lecz to, aby skutecznie wypełniły przestrzeń w likwidowanym odwiercie i związały w warunkach otworowych);

– mogą być z powodzeniem zastosowane przy likwidacji wyeksploatowanych odwiertów ze względu na parametry mechaniczne kamienia uszczelniającego, łatwość sporządzania ich w warunkach terenowych, niski koszt sporządzenia, a także zagospodarowanie znacznej ilości zużytej płuczki wiertniczej co ma duże znaczenie dla ochrony środowiska.

## OCENA WŁAŚCIWOŚCI CIECZY ROBOCZYCH STOSOWANYCH DO REKONSTRUKCJI ODWIERTÓW

*Małgorzata Uliasz, Grzegorz Zima, Sławomir Błaż, Bartłomiej Jasiński*

*Institut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy, Polska  
[uliasz@inig.pl](mailto:uliasz@inig.pl), [zima@inig.pl](mailto:zima@inig.pl), [blaz@inig.pl](mailto:blaz@inig.pl), [jasiński@inig.pl](mailto:jasiński@inig.pl)*

### Wprowadzenie

Prace w odwiertach naftowych związane z ich rekonstrukcją, jak wymiana wyposażenia wglębnego, likwidacja niekontrolowanego dopływu, zwiercanie korków, stawianie korków, czyszczenie, perforacja lub likwidacja piaszczenia ale również z udostępnianiem złoża, mogą być prowadzone po jego zatłoczeniu specjalną cieczą, tzw. cieczą roboczą. Rolą cieczy roboczej jest wytworzenie przeciwcisnienia na złożu, niedopuszczając do dopływu płynów złożowych do odwiertu, a podstawowym jej zadaniem jest zapewnienie jak najmniejszego uszkodzenia przepuszczalności skały zbiornikowej w strefie przyodwiertowej.

Do rekonstrukcji odwiertów o normalnym ciśnieniu złożowym, których gradient zawiera się w przedziale od 0,01 do 0,0125 MPa/m, stosowane ciecze robocze charakteryzują się gęstością od ok. 1,02 do 1,25 kg/dm<sup>3</sup>. Do ich sporządzania używane są głównie sole chlorkowe, NaCl i KCl. W odwiertach o wysokim ciśnieniu złożowym, posiadających gradient ciśnienia od 0,0125 do 0,023 MPa/m, gęstości stosowanych cieczy



roboczych, tzw. solanek ciężkich powinny mieścić się w zakresie  $1,25 \div 2,3 \text{ kg/dm}^3$ . W przeszłości do ich sporządzania stosowano roztwory soli bromkowych, a obecnie te toksyczne sole zastąpiły biodegradowalne i dobrze rozpuszczalne w wodzie sole organiczne, tj. mrówczan potasu –  $\text{HCOOK}$ , cezu –  $\text{HCOOCs} \cdot \text{H}_2\text{O}$  i sodu –  $\text{HCOONa}$ . Solanki o gęstości powyżej  $1,3 \text{ kg/m}^3$  można również otrzymać stosując octan potasu –  $1,33 \text{ kg/m}^3$  ( $\text{CH}_3\text{COOK}$ ) oraz węglan potasu –  $1,58 \text{ kg/dm}^3$  ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ). Natomiast podczas prac rekonstrukcyjnych w odwiertach o niskim ciśnieniu złożowym odpowiadającym gradientowi poniżej  $0,00980655 \text{ MPa/m}$  ( $\sim 0,01 \text{ MPa/m}$ ), w złożach częściowo szcerpanych, należy stosować specjalne ciecze o gęstości  $\leq 1,0 \text{ kg/dm}^3$ . W oparciu o prowadzone w INiG – PIB badania laboratoryjne nad opracowaniem składów takich cieczy, wytypowano związki syntetyczne spełniające rolę oleju, organiczne związki chemiczne z grupy alkoholi oraz zestaw środków chemicznych stanowiących związki powierzchniowo czynne, umożliwiających otrzymywanie beziłowych, afronowych płuczek wiertniczych.

#### *Wpływ cieczy roboczych na strefę przyodwiertową*

Wszystkie ciecze wiertnicze kontaktujące się ze skałą zbiornikową zarówno w trakcie wiercenia otworu jak i prowadzonych w odwiertach prac remontowych, powodują kolmatację strefy przyodwiertowej, a jej zasięg zależy od głębokości wnikania filtratu z cieczy i fazy stałej oraz właściwości kolektorskich tej skały. W skałach porowatych duże niebezpieczeństwo stanowią cząstki fazy stałej ściśliwej (elastyczne), głównie o wymiarach mniejszych od rozmiarów por, które mają zdolność dostosowywania swoich kształtów do zwężeń por tworząc mikroskopijny osad. Unoszone z filtratem osadzając się w ich przewężeniach blokują drogi migracji płynów złożowych. Większe niebezpieczeństwo dla właściwości kolektorskich porowatej skały zbiornikowej stanowi filtrat, któremu podczas infiltrowania w pory skały towarzyszą różne zjawiska fizykochemiczne jak siły adsorpcji, adhezji, występowanie zjawisk kapilarnych i zmiany napięcia powierzchniowego na granicy faz (filtrat-ropa, filtrat-gaz, filtrat-woda złożowa, filtrat-skała, ropa-skała), a także zwilżalność skały przez ciecz.

Głównymi przyczynami pogorszenia przepuszczalności skał zbiornikowych w strefie przyodwiertowej mogą być:

– zjawiska kapilarne – efekty zwilżalności i blokowania por filtratem (blokada wodna);

– pęcznienie i dyspergowanie ilów wchodzących w skład skały zbiornikowej pod wpływem filtratu z cieczy roboczej i ich migracja (blokada ilowa);

– przedostawanie się do skały zbiornikowej cząstek fazy stałej z cieczy wiertniczych, które mogą blokować przestrzeń porową;



– wytrącanie się nierozpuszczalnych osadów przy zetknięciu się zasadowego filtratu płuczkowego ze zmineralizowaną wodą złożową;  
– zmiany struktury niescementowanych piasków w trakcie eksploatacji.

Wyeliminowanie tych przyczyn jest trudne, gdyż mogą one zachodzić równocześnie i w różnym stopniu powodować zmiany przewodności hydraulicznej poziomów produktywnych. Intensywność ich przebiegu można jedynie ograniczyć stosując systemy cieczy roboczych charakteryzujące się właściwościami chemicznymi i fizycznymi odpowiednio dobranymi do określonych warunków geologiczno-złożowych.

Podstawowe właściwości cieczy roboczych

Na podstawie kompleksowych badań laboratoryjnych, prowadzonych w INiG – PIB, oraz prób przemysłowych ustalono podstawowe kryteria doboru właściwości cieczy roboczej, która powinna:

- charakteryzować się właściwym stopniem czystości;
- posiadać odpowiednią gęstość, właściwości reologiczne, filtrację i pH;
- charakteryzować się właściwościami inhibitacyjnymi;
- zapobiegać korozji osprzętu;
- zmniejszać napięcie powierzchniowe na granicy rozdziału faz;
- zapobiegać interakcji z płynami złożowymi, a zwłaszcza z wodą złożową.

Zapewnienie takich właściwości stosowanej cieczy w dużym stopniu może przyczynić się do ograniczenia jej szkodliwego oddziaływania na strefę przyodwiertową zapobiegając:

- zmniejszaniu średnicy kanałów porowych przez cząstki stałe unoszone wraz z przepływającą solanką;
- tworzeniu korków ilowych w kanałach porowych powstających na skutek pęcznienia substancji ilastej obecnej w skale zbiornikowej;
- odkładaniu się w kanałach porowych osadów trudnorozpuszczalnych powstałych w wyniku wymiany jonowej pomiędzy użytą cieczą roboczą, a solanką złożową lub rozpuszczenia materiału cementującego szkielet skały;
- powstawaniu blokad wodnych lub emulsyjnych w kanałach porowych oraz zmianie zwilżalności skały zbiornikowej w wyniku wzajemnego oddziaływania cieczy roboczych z płynami złożowymi.

*Rodzaje cieczy roboczych*

Skład i właściwości technologiczne cieczy roboczych powinny być ustalone w oparciu o aktualnie występujące w danym odwiercie lub horyzoncie produktywnym warunki geologiczno-złożowe, m.in. takie jak: gradient ciśnienia złożowego, skład mineralogiczny skał zbiornikowych i ich spoiwa oraz skład chemiczny wód złożowych. Ciecze te ze względu na pełnią funkcję w odwiercie zostały wyodrębnione w oddzielną grupę. Na



podstawie przeprowadzonych w INiG – PIB badań laboratoryjnych, do ziół o normalnym i podwyższonym ciśnieniu złożowym wytypowano:

- solanki bez fazy stałej, czyli roztwory soli sporządzane, w zależności od wymaganej gęstości, z pojedynczych soli nieorganicznych (NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>) lub organicznych (HCOOK, HCOONa, HCOOCs · H<sub>2</sub>O, CH<sub>3</sub>COOK) oraz mieszanek kilku różnych soli, tzw. roztwory wielosolne, a w razie potrzeby dodatkowo obrobione właściwą zasadą dla podwyższenia pH, inhibitorem korozji oraz SPCz,

solanki (wody) złożowe po usunięciu z nich zanieczyszczeń mechanicznych i chemicznych poddane modyfikacji celem podwyższenia pH i bardzo często gęstości poprzez dodatek soli uwzględniający inhibitor jonowy oraz obróbce inhibitorem korozji i SPCz;

- solanki zawierające fazę stałą, czyli roztwory soli lub wody złożowe obrobione polimerami odpornymi na zasolenie, regulującymi ich parametry reologiczne i filtrację z dodatkiem blokatora, inhibitora korozji lub SPCz.

Natomiast do ziół o obniżonym ciśnieniu złożowym wytypowano:

- ciecze emulsyjne na osnowie związków chemicznych spełniających rolę oleju syntetycznego, jak estry kwasów tłuszczowych olejów roślinnych, olefiny;

- ciecze robocze na osnowie alkoholi, np. alkohol izopropylowy lub metylowy;

- płuczkę wiertniczą pełniącą rolę cieczy roboczej zawierającą specjalnie zaprojektowane mikropęcherzyki powietrza określane jako afrony.

## **PERLIT EKSPANDOWANY - ALTERNATYWA POPRAWY STABILNOŚCI ZACZYŃW CEMENTOWYCH**

*M. Kremieniewski\*, M. Rzepka, Ł. Kut, M. Kędzierski*

*Oil and Gas Institute-National Research Institute*

*[kremieniewski@inig.pl](mailto:kremieniewski@inig.pl), [rzepka@inig.pl](mailto:rzepka@inig.pl)*

### *Streszczenie*

Obecność perlitu w technologiach budowlanych znana była już od dłuższego czasu, jednakże w przemyśle naftowym perlit nie był wykorzystywany. Dlatego też postanowiono poddać badaniom zaczyny cementowe z domieszką najdrobniejszych frakcji perlitu, który określa się mianem perlitu pylistego bądź perlitu filtracyjnego. Drobne frakcje dodatków i domieszek umożliwiają z reguły wypełnienie przestrzeni międzyziarnowych, dzięki czemu możliwe jest uzyskanie szczelnej matrycy płaszczą cementowego. W trakcie realizacji prac badawczych, których celem było określenie wpływu domieszki perlitu na parametry technologiczne zaczynu cementowego, zastosowano perlit pylisty 0,5% w