

Ewolucja zaawansowanych płynów wiertniczych w technologii HDD

Fot. 1. Przewiert pod rzeką Warta - PRIMEGELL

Technologię wykonywania sterowanych przewiertów horyzontalnych zaczęto stosować już w latach 80. XX w., a w latach 90. na dobre zagościła ona na rynku europejskim. Jej rozwój jest ściśle powiązany z technologią płynów wiertniczych, ponieważ płuczka wiertnicza jest podstawowym składnikiem w procesie wykonywania przewiertów horyzontalnych. Bez niej nie uda się poprawnie wykonać żadnego tego typu przewiertu.

W procesie wiercenia płuczka wiertnicza pompuwana jest do otworu wiertniczego i ma przede wszystkim za zadanie urabiać i stabilizować ścianę powstającego otworu oraz powinna wytransportować powstały urobek na powierzchnię.

W początkowych latach stosowania technologii HDD płuczka wiertnicza, jej skład oraz materiały zostały bezpośrednio przejęte z wiertnictwa pionowego, z wierceń poszukiwawczych ropy lub gazu. W miarę rozwoju sterowanych przewiertów horyzontalnych zaczęto zauważać różnice tych technologii, co zainicjowało produkcję specjalnych materiałów płuczkowych dedykowanych wyłącznie dla rynku HDD.

Bentonit

Podstawowym materiałem stosowanym do produkcji płuczek wiertniczych jest bentonit. Początkowo stosowano go w formie podstawowej,

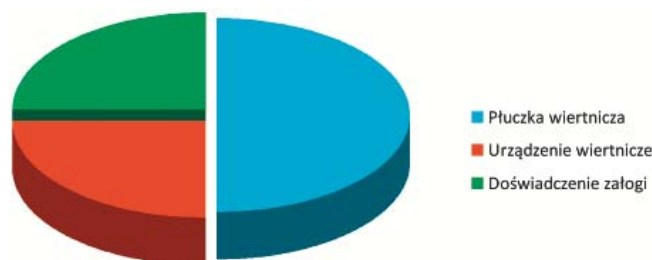
Krzysztof Czudec
HEADS sp. z o.o.

Nowe produkty płuczkowe zapalają zielone światło operatorom wiertniczym i pozwalają im realizować projekty wiertnicze, które wcześniej uważane były za niewykonalne z powodów technologicznych, logistycznych i finansowych. Firmy wiertnicze, podejmujące wyzwanie i realizujące z sukcesem najtrudniejsze projekty wiertnicze, przełamują tradycyjne schematy rozumienia technologii przewiertów horyzontalnych, innymi słowy, są bezpośrednimi kreatorami nowych standardów projektowych

nieaktywowanej, jako naturalny bentonit sodowy (Wyoming), a później jako aktywowane zaawansowane bentonity wiertnicze.

Bentonit jest skałą powstałą z przeobrażenia tułów wulkanicznych barwy białej, szarej, żółtawej lub brunatnej, dosyć kruchą, zbudowaną przede wszystkim z montmorylonitu. Mineral ten charakteryzuje się dużą zdolnością do chłonięcia wody i pęcznienia. Cechą, która decyduje o jego niezwykłych własnościach, jest warstwowa budowa siatki krystalicznej mineralu. Posługując się pewnym uproszczeniem można stwierdzić, że woda, wnikać pomiędzy warstwy montmorylonitu, doprowadza do rozpadu mineralu na pojedyncze płytki o rozmiarach koloidalnych. Ułatwieniem w zobrazowaniu tego procesu może być przykład ryzy papieru, która stanowi niewielką paczkę, a po rozłożeniu na pojedyncze kartki może pokryć bardzo dużą powierzchnię. Wskutek kontaktu z wodą jednego grama bentonitu może powstać około 800 m² powierzchni właściwej zdyspergowanego bentonitu. Dodatkową cechą decydującą o przydatności bentonitu jest to, że na powierzchni i krawędziach każdej pojedynczej warstewki mineralu znajdują się naładowane elektrycznie kationy wymienne. Pakiety mineralu, dyspergując w wodzie, łączą się przy pomocy tych ładunków, tworząc nieuporządkowaną strukturę przypominającą domek z kart. Tak się dzieje podczas dyspergowania surowego bentonitu. Celowe wprowadzenie do tej struktury

związków chemicznych, zarówno organicznych, jak i nieorganicznych, pomaga uporządkować te zawiesiny i nadać im pożądane cechy. Związkami takimi mogą być nośniki kationów wymiennych, polimery sieciujące, flokulanty,



Rys. 1. Czynniki mające wpływ na wykonanie otworu horyzontalnego: 25% urządzenie wiertnicze, 25% doświadczenie załogi, 50% poprawna płuczka wiertnicza

tenki i wodorotlenki metali oraz wiele innych substancji z zakresu inżynierii płuczkowej.

Płuczki wiertnicze zbudowane na bazie bentonitu tworzą ciecze strukturalne o parametrach reologicznych, które można modyfikować w zależności od potrzeb.

Historia

Początkowe stosowanie do sporządzania płuczek wiertniczych bentonitów nieaktywowanych, pochodzących z wiertnictwa pionowego, prowadziło do dużych problemów wynikających z odmienności obu technologii spowodowanej przede wszystkim różnymi urządzeniami wiertniczymi, jak i środowiskiem, w którym wykonywane są przewierci.

W wiertnictwie pionowym pierwsze płytkie i niestabilne warstwy geologiczne przewiercany bardzo szybko, a pozostała większa część otworu wiercona jest w głębszych, zwiezłych warstwach. W sterowanych przewiertach horyzontalnych natomiast całość otworu wykonywana jest płytko w warstwach słabo zwiezłych. W wiertnictwie HDD urządzenia wiertnicze są mobilne, nie posiadają dużych zbiorników do sporządzania płuczki, budowa trwa krótki czas w porównaniu z wierceniem otworów pionowych, nie ma czasu na czekanie aż nieaktywowany bentonit odpowiednio zdysperguje (trwa to parę godzin). W tym przypadku dopuszczalny czas przygotowania płuczki wynosi od 10 do 30 min.

W tamtych latach, w ścisłym związku z wiertnictwem naftowym, płuczka w technologii przewiertów horyzontalnych sporządzana była z nieaktywowanego bentonitu, polimerów i kolidów ochronnych typu CMC (karboksymetyloceluloza), skrobi oraz innych dodatków. Aby zdysperguować bentonit, należało w pierwszej kolejności sprawdzić pH i twardość wody zarobowej, następnie obrobić ją do wymaganych wartości, najczęściej poprzez odpowiedni dodatek węgla sodu. Do tak przygotowanej wody dodawano bentonit w koncentracjach wahających się od 60 do 80 kg/m³, a następnie oczekiwano aż osiągnie odpowiedni stopień dyspersji. Do zdyspergowanego bentonitu dodawano w zależności od warunków geologicznych odpowiedni zestaw polimerów, kolidów ochronnych. Przygotowanie tak skonstruowanej płuczki wiertniczej wymagało dużego wysiłku, dobrego i pojemnego systemu mieszania i stosunkowo długiego czasu, co znacznie spowalniało cały proces wiercenia.

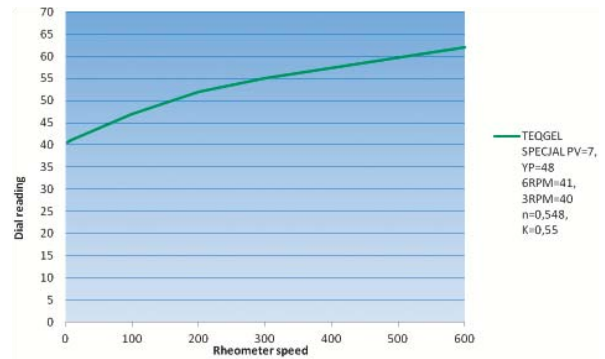
Odpowiedzią na wszelkie problemy natury technologicznej i logistycznej sporządzanego w ten sposób płynu wiertniczego było wprowadzenie na rynek przez firmę HEADS Horizontal Engineering And Drilling Service w 1996 r. wysokowydajnego bentonitu aktywowanego o nazwie handlowej BENTONIL HDG. Był to bentonit produkowany przez firmę Sud Chemie A.G. Produkt ten, określany w uproszczeniu systemem jednoworkowym, zainicjował nowy etap w technologii przygotowania płynu wiertniczego i wkrótce stał się obowiązującym standardem. W odróżnieniu od poprzedników nie wymagał w większości przypadków wstępnej obróbki pH i twardości wody zarobowej, czas dyspersji został zminimalizowany do 10–15 min, posiadał znacznie większą wydajność, tzn. na sporządzenie 1 m³ standardowej płuczki wiertniczej wystarczyło 20 do 30 kg produktu. Ograniczeniu uległa jednocześnie konieczność stosowania dodatków polimerowych.



Fot. 2, 3. Przewiert o długości 2626 m pod rzeką Elbą. Rekord świata z 2006 r.

TEQGEL SPECIAL							
	600	300	200	100	6	3	PV YP
Woda słodka	62	55	52	47	41	40	7 48

PV (lepkość plastyczna) – cP, YP (granica płynięcia) – lbs/100ft² (30,38 m²), koncentracja bentonitu 5%



Rys. 2. Typowe parametry reologiczne systemu bentonitowego TEQGEL SPECIAL

W 2002 r. HEADS wprowadził na rynek innowacyjny produkt - bentonit aktywowany Teqgel HD zaprojektowany i produkowany w Polsce. Bentonit ten, jak wykazała dotychczasowa praktyka polowa oraz liczne testy i badania laboratoryjne, stał się standardem dla wszystkich bentonitów aktywowanych i można powiedzieć, że do dzisiaj jest w swojej klasie produktem referencyjnym. Teqgel HD jako jedyny produkt bentonitowy został oceniony i otrzymał w 2002 r. nagrodę LIMBUR, przyznaną dla produktów innowacyjnych w technologii bezwykopowej. W 2006 r. został ustanowiony światowy rekord w długości przewiertu HDD. Był to przewiert o długości 2626 m pod rzeką Elbą w Niemczech, wykonany wyłącznie z wykorzystaniem tegoż bentonitu.



Teraźniejszość

Rozwój technologii bezwykopowych i sterowanych przewiertów horyzontalnych, wiercenie otworów o długości powyżej 3000 m, instalowanie rur stalowych o średnicach 1600 mm i większych, stabilizacja ścian takich wielkośrednicowych otworów, transport dużych zwiercin z długich odcinków przy małych prędkościach przepływu płuczki wiertniczej oraz zachowanie niskich strat ciśnienia w przestrzeni pierścieniowej otworu wiertniczego spowodowało nowe podejście do rozumienia reologii płuczek wiertniczych w technologii HDD. Użycie aktywowanych bentonitów „jednoworkowych” w tym przypadku nie jest rozwiązaniem idealnym. Poza licznymi zaletami wykazały one słabość – stosunkowo wysokie straty ciśnienia w przestrzeni pierścieniowej. Ograniczeniem w stosowaniu tego typu produktu jest fakt, że w warunkach trudnych, gdzie wymagane są

podwyższone koncentracje bentonitu, profil przepływu takich systemów generuje dosyć duże opory. W procesie wiercenia krótkich i małośrednicowych otworów nie jest on czynnikiem bardzo ważnym i w porównaniu z innymi zaletami tego produktu, bentonit ten dalej pozostaje jako podstawowy produkt dla tych przewiertów, natomiast ogranicza zastosowanie takich systemów w ramach dużych projektów, generując znaczne straty ciśnienia w otworze, a stosowany nieumiejętnie, podnosi ryzyko ucieczek płuczki. Ta cecha powoduje, że produkty „jednoworkowe” nie są odpowiednie i zatem rekomendowane przez HEADS do wiercenia długich otworów horyzontalnych.

Rozwiązując ten problem opracowaliśmy produkt TEQGEL Special. Jest to kompozycja o doskonałych parametrach reologicznych, pozwalająca na zastosowanie go praktycznie w większości dużych projektów HDD. Doskonałe parametry płuczki w niskich prędkościach ścinania pozwalają na transport dużych zwiercin nawet przy bardzo małych prędkościach przepływu płuczki. Profil reologiczny TEQGEL SPECIAL pozwala łatwo kontrolować ciśnienie w otworze, co jest warunkiem utrzymania cyrkulacji płuczki na dużym dystansie. Parametry reologiczne pozwalają na zapewnienie bardzo dobrego stopnia oczyszczenia otworu i transportu dużych zwiercin.

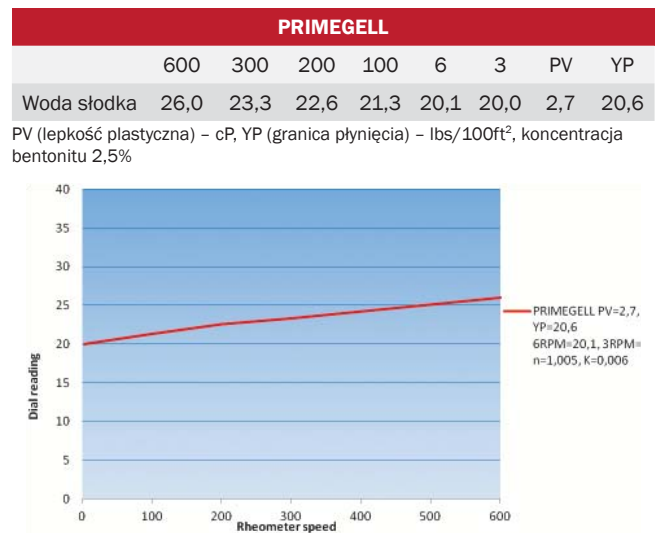
Zaletą TEQGEL SPECIAL jest jego wysoka stabilność oraz korzystna cena za 1 m³ płuczki. Proces oczyszczania ze zwiercin na systemach separacji fazy stałej płuczki opartej na TEQGEL SPECIAL przebiega w sposób bezproblemowy. Pozwala to zwiększyć przepustowość systemu separacji w stosunku do innych rodzajów płuczek. Jest on również szybki w dyspersji i przygotowaniu oraz może być stosowany bez nadzoru inżyniera płuczki przez odpowiednio przeszkoloną obsługę, wymaga przede wszystkim odpowiedniej kontroli pH płuczki wiertniczej. Z powodzeniem od ponad siedmiu lat stosowany jest podczas wiercenia dużych otworów w trudnych warunkach i stał się podstawowym systemem płuczkiowym do ich wykonywania. Jest produktem standardowym i jak do tej pory nie znamy podobnych mu produktów płuczkiowych na rynku przewiertów horyzontalnych.

Rozwój

Przyszłość wymusza wiercenie coraz dłuższych otworów, instalowanie rur o średnicach blisko 2000 mm oraz transport coraz większych zwiercin. Z drugiej strony wykonawcy przewiertów poszukują bardziej uniwersalnych produktów płuczkiowych, zaawansowanych, a zarazem prostych w użyciu systemów płuczkiowych. HEADS z powodzeniem prowadzi badania nad nowymi produktami i jest liderem we wdrażaniu nowych standardów. Nowym produktem bentonitowym jest system PRIMEGELL, oparty na nieorganicznej aktywacji bentonitu tlenkami metali. Opracowana przez nas technologia aktywacji po raz pierwszy umożliwiła szerokie i ekonomiczne zastosowanie takiego systemu nawet dla wykonawców posiadających małe wiertnice HDD. Rewolucyjne



Fot. 4. Przewiert pod rzeką Wartą



Rys. 3. Typowe parametry reologiczne systemu bentonitowego PRIMEGELL

parametry reologiczne systemu PRIMEGELL już przy bardzo niskich koncentracjach bentonitu 20–25 kg/m³ wprowadzają technologię wiercenia sterowanych przewiertów horyzontalnych na nowy poziom. System ten pozwala na znacznie lepszą kontrolę cyrkulacji w otworze wiertniczym i jego bezproblemowe wykonanie, na co przykładem może być przewiert pod rzeką Wartą w 2012 r. Wiercenie na długości 440 m po raz pierwszy wykonywano wiertnicą Vermeer D100 × 120 bez powodzenia. Ponownie do tego projektu podeszła firma posiadająca wiertnicę Ditch Witch JT7020, a do pracy użyto bentonitu aktywowanego innego producenta. Po wykonaniu odcinka o długości około 70 m nastąpił zupełny zanik cyrkulacji płuczki, a moment obrotowy dochodził do maksymalnej wartości dla tego typu wiertnic. Wielokrotne próby przywrócenia cyrkulacji nie dały pozytywnego efektu. W tym przypadku zrodziło się pytanie, czy w ogóle w takich warunkach przy użyciu wiertnic tej klasy, przewiert ten można wykonać. W tych wyjątkowo trudnych warunkach HEADS zarekomendowała zastosowanie systemu płuczkiowego PRIMEGELL. Użycie tego systemu pozwoliło przywrócić pełną cyrkulację w strefie zaniku płuczki i umożliwienie wykonania całego przewiertu przy bardzo niskim momencie obrotowym. Zatem PRIMEGELL z powodzeniem uczestniczy w ewolucji płynów wiertniczych.

Tak jak pisałem wiele lat temu „korzyści płynące z opracowania nowego standardu w technologii płynów wiertniczych są niewymierne. Nowe produkty płuczkiowe zapalają zielone światło operatorom wiertniczym i pozwalają im realizować projekty wiertnicze, które wcześniej uważane były za niewykonalne z powodów technologicznych, logistycznych i finansowych. Firmy wiertnicze, podejmujące wyzwania i realizujące z sukcesem najtrudniejsze projekty wiertnicze, przelamują tradycyjne schematy rozumienia technologii przewiertów horyzontalnych, innymi słowy, są bezpośrednimi kreatorami nowych standardów projektowych. Dziękujemy wszystkim firmom, które nam zaufały, że dane jest nam uczestniczyć w tak fascynującej ewolucji HDD”.

Literatura

- [1] Jaworski J.: Bentonit jako podstawowy materiał strukturotwórczy płuczek wiertniczych w technologii HDD, Inżynieria Bezwykopowa 3/2011 [39].
- [2] Czudec K.: Nowe standardy w technologii płynów wiertniczych, Inżynieria Bezwykopowa 1/2004 [5].