

Jak postępować z bentonitem?

Fakty i mity na temat bentonitu

mgr inż. Mirosław Mrozik



Artykuł ma na celu wyjaśnienie kilku pojęć związanych ze stosowaniem w technologiach bezwykopowych (HDD, mikrotunelowanie) płuczki wiertniczej na bazie bentonitu. Wielokrotnie spotykałem się z bardzo niewłaściwym zrozumieniem specyfiki płuczki wiertniczej oraz tworzeniem teorii nie mających zazwyczaj pokrycia w rzeczywistości.

Technologie bezwykopowe są stosowane na polskim rynku od ponad 15 lat. Firmy wykonawcze starały się przez ten okres promować swoje technologie w sposób nie zawsze w pełni obiektywny, czas zatem wyjaśnić pewne zagadnienia, tak aby móc w pełni ocenić zagrożenia związane ze stosowaniem technologii sterowanych przewiertów horyzontalnych oraz mikrotunelowania. Należy również podkreślić, że technologie te zdobywają coraz większe uznanie u inwestorów dzięki swym niezaprzeczalnym zaletom, przede wszystkim ekonomicznym.

W praktyce przemysłowej nazwa bentonit może określać jednocześnie przygotowaną płuczkę wiertniczą lub suchy produkt dostarczony w worku. W rzeczywistości bentonit jest rodzajem skały, ale o tym niżej.

Skąd pochodzi nazwa bentonit?

Nazwa bentonit brzmi swojsko, przez co wielokrotnie w piśmie spotkać można jej niewłaściwą formę w postaci „betonit”. Z betonem nie ma jednak nic wspólnego. Bentonit jest skałą osadową pochodzenia wulkanicznego,

przy czym jej przydatność w wiertnictwie wynika z niedoskonałości specyficznej budowy krystalicznej.

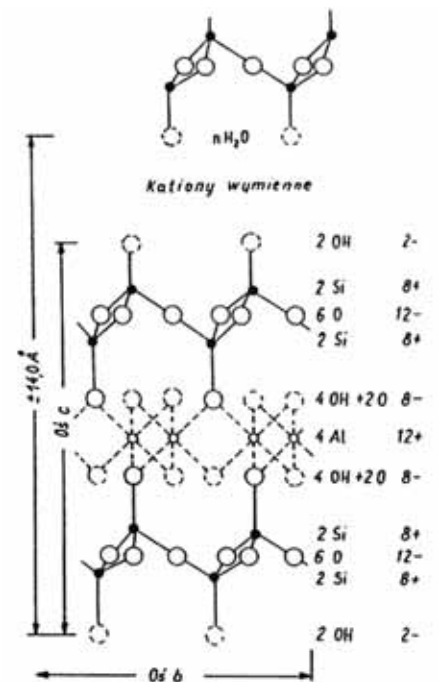
Złoża bentonitów o wysokiej jakości występują w wielu miejscach na świecie. W USA odkryto złoża bentonitu w 26 stanach, jednak największe eksploatowane na skalę przemysłową złoża znajdują się w Montanie, Wyoming i Południowej Dakocie.

Nazwa bentonit wzięła swój początek od pierwszego eksploatowanego złoża w Forcie Benton w stanie Wyoming. W przemyśle wiertniczym przyjęło się określać najlepsze surowce bentonitowe mianem bentonitów klasy Wyoming.

Bentonity w naturze występują również w wielu krajach europejskich, np. na Węgrzech, w Grecji, Jugosławii, Hiszpanii, Polsce i na Ukrainie.

Według definicji podręcznikowej, bentonit to skała, której głównym składnikiem jest minerał o nazwie montmorillonit (w ilości 50-75%) oraz inne minerały, jak illit, kwarc, miki itp. Skały bogate w montmorillonit powstają przeważnie wskutek przeobrażenia tufów wulkanicznych w środowisku alkalicznym o pH ok. 7,8.

Specyficzne właściwości bentonitów wynikają z budowy krystalicznej montmorillonitu, przedstawionej na rys. 1. Minerał ten charakteryzuje się budową pakietową typu 2:1. Każdy pakiet składa się z dwóch warstw tetraedrycznych i jednej oktaedrycznej. W stanie suchym bentonit posiada pewną wytrzymałość mechaniczną, w kontakcie z wodą następuje rozpad struktury ze względu na absorpcję wody i rozpuszczonych w wodzie jonów w przestrzeni międzypakietowej. Ponieważ poszczególne pakiety posiadają na swej powierzchni niewysyczone ładunki zarówno ujemne, jak i dodatnie, w roztworze wodnym bentonity mają tendencję do tworzenia struktury „domku z kart”. Zjawisko to powoduje, że bentonity są powszechnie stosowane w wiertnictwie oraz innych gałęziach przemysłu.



Rys. 1. Schemat struktury bentonitu

Bentonit wiąże jak cement

To fałsz. Bentonit, w zależności od wilgotności gruntu, pozostaje po zakończeniu prac wiertniczych w postaci żelu lub też ulega wysuszeniu. Przy ponownym kontakcie z wodą natychmiast ulega upłynnieniu. Po odkopaniu instalacji wykonanej z użyciem bentonitu struktura gruntu, szczególnie suchego, może sprawiać wrażenie związanej, co spowodowane jest wypełnieniem pustych przestrzeni w gruncie (porów, pustek, szczelin) płuczką wiertniczą, która następnie ulega ewentualnie wysuszeniu. Należy zatem otoczenie zainstalowanego rurociągu traktować jak grunt aktywny, zmieniający swe właściwości fizyczne wraz ze zmianą wilgotności.

W trakcie wysychania bentonit dodatkowo zmniejsza swą objętość oraz przestaje pełnić swe funkcje związane ze stabilizacją otworu wiertniczego. Na powierzchni może objawiać się to



zapadaniem powierzchni terenu, co jest szczególnie często spotykane po zakończeniu prac mikrotunelowych.

Problemy tego typu można dokładnego wypełnienia w technologii mikrotunelowania poprzez iniekcję zaczynu cementowego w przestrzeń pierścieniową po zakończeniu prac wiertniczych przy pomocy dyszy smarnych (tzw. dyszy bentonitowych).

Im gęstsza płuczka tym lepsza

To także fałsz. Makroskopowa „gęstość” płuczki wynika z jej parametrów reologicznych, a szczególnie lepkości plastycznej. Bentonit jako ciecz tiksotropowa, charakteryzuje się parametrami zmieniającymi się wraz ze zmianą koncentracji w roztworze. Wraz ze wzrostem „gęstości” płuczki rośnie jej zdolność do utrzymywania ścian otworu w stabilności, rosną jednak również opory przepływu, co jest zjawiskiem niepożądanym.

Należy zatem dobierać parametry reologiczne w taki sposób, aby przede wszystkim zapewnić korzystne warunki przepływu przy zachowaniu jednocześnie dostatecznej stabilizacji otworu. Pamiętajmy, że bentonit powinien przed wszystkim płynąć, na co wskazuje nazwa „płuczka wiertnicza”.

Nowoczesne bentonity posiadają bardzo wysoką wytrzymałość strukturalną przy jednocześnie odpowiednio niskich parametrach reologicznych, zapewniających właściwe oczyszczenie otworu ze zwiercin. Kierowanie się jedynie wyglądem płuczki może być więc bardzo mylne.

Bentonit jest produktem w pełni naturalnym

Fałsz. Bentonit w worku jest mieszaniną odpowiednio wysuszonego i zmielonego bentonitu naturalnego, aktywowanego przy pomocy sody amoniakalnej oraz polimerów modyfikujących parametry reologiczno-strukturalne. Niepisanym standardem wiertniczym w technologiach bezwykopowych, jest uzyskanie docelowych parametrów po 15 minutach mieszania z wodą (istnieją bentonity uzyskujące wymagane parametry natychmiast po uzyskaniu jednorodnej makroskopowo mieszaniny). Wymóg ten wymusza stosowanie jako dodatku polimerów modyfikujących, zwanych z języka angielskiego extendera-

mi. Udział wagowy sody i polimerów może dochodzić do 30%.

Bentonit dobry na wszystkie warunki gruntowe

Fałsz. Mieszaniny bentonitowe dostępne na rynku, pozwalają regulować parametry reologiczne w zależności od ich koncentracji w roztworze wodnym. Regulacja reologii pozwala dostosować płuczkę do różnego rodzaju gruntów sypkich, nieaktywnych, w postaci piasków, żwirów itp.

W przypadku gruntów aktywnych, jak gliny i ily, konieczne jest stosowanie dodatków płuczkowych sprzedawanych osobno, w postaci polimerów inhibitujących oraz detergentów.

Dodatkowo, w sytuacjach komplikacji wiertniczych spowodowanych ucieczkami płuczki wiertniczej, konieczne jest stosowanie środków LCM (z ang. Lost Circulation Materials). Środki te mogą być bardzo różnego pochodzenia, np. hydrożele, łupiny orzechów, płatki miki, czasami zaczyn cementowy.

Bentonit jest dobrym środkiem smarnym

Prawda i fałsz zarazem. Roztwór bentonitu jest koloidalnym roztworem zawierającym fazę stałą w postaci krzemionki (kwarc). Przy małych naprężeniach stykowych może obniżyć współczynnik tarcia, jednakże w przypadku dużych naprężeń może ten współczynnik znacznie podnieść.

Potwierdzają to zarówno badania laboratoryjne, jak i obserwacje terenowe. W przypadku instalacji HDD, stosowanie bentonitu znacznie obniża współczynnik tarcia, natomiast w przypadku stosowania bentonitu w niewłaściwy sposób przy mikrotunelowaniu, można doprowadzić do zatarcia instalowanego rurociągu. Generalnie na świecie obserwuje się tendencję do stosowania jako środków smarnych przy mikrotunelowaniu roztworów polimerowych.

Bentonit jest obojętny dla środowiska

Fałsz. Ze uwagi na specyfikę bentonitu jako materiału naturalnego, konieczne jest utrzymywanie pH wody zarobowej na poziomie 8-10 (dodatek sody amoniakalnej).

Bentonit oraz stosowane dodatki płuczkowe powinny posiadać stosowne atesty PZH, dlatego nie można mówić o toksyczności czy zagrożeniu dla środowiska. Należy jednakże pamiętać, że dokładny wpływ bentonitów wysokowydajnych (z dodatkami polimerów) na środowisko naturalne nie został dokładnie zbadany.

Parametry bentonitu są niezmiennie w czasie

Fałsz. Aby nie zmienić naturalnych parametrów bentonitu jako surowca, w procesie suszenia należy zachować optymalną wilgotność końcową, na poziomie 8-12%. Przechowywanie produktu w magazynie bądź na budowie może obniżyć tę wartość, a tym samym obniżyć jakość produktu.

Oprócz tego, należy pamiętać, że bentonit jest produktem pochodzenia naturalnego, więc jego struktura chemiczna ulega zmianom w czasie. Zmianom ulegają również dodatki płuczkowe, większość łańcuchów polimerowych ulega rozpadowi pod wpływem promieniowania UV.

Obniżenie parametrów bentonitu w worku można zaobserwować już po okresie kilku tygodni od opuszczenia fabryki.

Oprócz tego gotowy roztwór bentonitu przy braku cyrkulacji tworzy strukturę, której wytrzymałość mechaniczna rośnie w funkcji czasu. Jest to zjawisko bardzo niepożądane, ponieważ po dłuższej przerwie technologicznej w wierceniu, można zaobserwować problemy z przywróceniem cyrkulacji w otworze. Niska progresywność żelu jest jednym z parametrów świadczących o jakości bentonitu.

Bentonit stabilizuje ściany otworu

Ze względu na dynamizm zjawisk zachodzących w otworze oraz ze względu na właściwości roztworu bentonitu, nie gwarantuje on 100% stabilności ściany otworu, a jedynie spowalnia procesy obsypywania bądź zaciskania się otworu wiertniczego.

Stabilizacja wspomagana jest dodatkowo ciśnieniem hydrostatycznym płuczki, jednakże przy wierceniach na małych głębokościach, ciśnienie takie jest znikome. Należy o tym pamiętać szczególnie przy przekraczaniu szlaków komunikacyjnych, gdzie dodatkowo pojawiają się drgania oraz obciążenie powierzchniowe wywołane ruchem kołowym

Artykuł ma na celu zachęcenie P.T. Czytelników do wymiany uwag i obserwacji terenowych na łamach „Nowoczesnego Budownictwa Inżynierskiego”. Zapraszamy do dyskusji!

Literatura:

1. *Płuczki wiertnicze*, skrypt AGH nr 1292.
2. Chodyniecka L., Gabzdyl W., Kapuściński T., *Mineralogia i petrografia dla Górników*, Katowice 1993.
3. Bolewski A., Manecki A., *Mineralogia szczegółowa*, Warszawa 1993.
4. Rączkowski J., Pólichłopek T., *Materiały i środki chemiczne do sporządzania płuczek wiertniczych*, praca Instytutu Górnictwa Naftowego i Górnictwa nr 95.

Zdjęcia: Mirosław Mrozik