

Płuczka wiertnicza do przewiercania pokładów węgla

Przedmiotem wynalazku jest płuczka wiertnicza przeznaczona do przewiercania pokładów węgla z uwzględnieniem jej chemizmu oraz specjalnych dodatków minimalizujących zaniki płuczki w system spękań i mikroszczelin, wpływających na zwiększenie stabilności ścian otworu.

Niestabilność pokładów węgla podczas ich rozwiercania, w szczególności otworami kierunkowymi, jest powszechnie znana, zarówno w nadkładzie jak i w strefie produktywnej. Jedną z głównych cech węgla jest występowanie w nim systemu spękań i mikroszczelin. To właśnie ta połączona sieć spękań uważana jest za źródło wielu problemów związanych z jego niestabilnością. Podczas przewiercania węgla mocno spękanych występuje duże prawdopodobieństwo zaników płuczki. Inwazja płuczki w sieć spękań wpływa na zwiększenie ciśnienia porowego przewiercanych formacji, doprowadzając w konsekwencji do obsypywania ścian otworu.

Tradycyjnym sposobem poprawy stabilności przewiercanych pokładów węgla jest zwiększenie gęstości i lepkości płuczki, oraz wydajności pomp płuczkowych w celu skuteczniejszego wynoszenia urobku. Praktykowane jest również dodawanie do płuczek materiałów zapobiegających zanikom płuczek (lost circulation material). Po dokładnej analizie żadna z tych stosowanych praktyk nie daje oczekiwanych rezultatów.

Do przewiercania pokładów węgla najczęściej stosowane są płuczki bentonitowe i potasowo-polimerowe, które dość często są przyczyną utraty krążenia i uszkodzenia naturalnej

przepuszczalności indukowanej przez różnicę ciśnienia hydraulicznego.

W niektórych przypadkach do przewiercania pokładów węgla stosowana jest woda, która nie ma zdolności wynoszenia i utrzymywania w stanie zawieszenia zwiercin oraz może być 5 przyczyną obsypywania ścian otworu, a ponadto może powodować uszkodzenie pokładów węgla o wysokiej zawartości minerałów ilastych.

Znane są również przypadki przewiercania pokładów węgla za pomocą sprężonego powietrza, przy którym można uzyskać wysoki 10 postęp wiercenia przy niewielkim uszkodzeniu przepuszczalności. Jednak nie jest to metoda zalecana w przypadku przewiercania niestabilnych lub luźnych pokładów węgla.

15 W opisie patentowym EP2132279B1 ujawniono, że do przewiercania pokładów węgla stosowano płuczkę bentonitowo-wodorotlenkową. Głównym składnikiem płuczki bentonitowo-wodorotlenkowej jest bentonit oraz związek mieszanin metali (MMH - Mixed Metal hydroxide), nadający jej unikatowe 20 właściwości reologiczne. Wartość pH takiej płuczki regulowana jest przez dodatek wodorotlenku sodu. Do płuczki mogą być również dodawane środki ograniczające filtracje płuczki, inhibitor jonowy KCl i materiały obciążające. Wada stosowania tego rodzaju płuczek jest brak stabilności 25 parametrów reologicznych płuczki, które ulegają obniżeniu wskutek skażenia jej przez zwiercone cząsteczki węgla. Rozrzedzenie płuczki można częściowo ograniczać poprzez dodatek odpowiednich soli jak np. KCl czy CaCl₂.

Znane jest również rozwiązanie z opisu patentowego numer 30 CN103525383B, w którym ujawniono skład płuczki wpływającej na zwiększenie stabilności ścian otworu podczas przewiercania pokładów węgla. Płuczka ta składa się ze środka strukturotwórczego w ilości od 0,1 do 0,3%. Najczęściej jest to Hydroksyetyloceluloza HEC, Karboksymetyloceluloza KMC

lub Polianionowaceluloza PAC HV. Do płuczki dodawany jest także tzw. środek błonotwórczy w ilości od 2 do 5% tj. alkohol poliwinylowy z dodatkiem mrówczanu sodu, mrówczanu potasu lub chlorku potasu. Ponadto do płuczki dodaje się
5 flokulant w ilości od 0,1 do 0,3% oraz środek uszczelniający w ilości od 1 do 10%, którym może być węglan wapnia lub sulfonowany gilsonit i środek do regulowania pH płuczki.

W opisie patentowym nr CN102453471B przedstawiono skład płuczki wiertniczej zawierającej mikropecherzyki powietrza
10 zalecanej do dowiercania złóż metanu zlokalizowanego w pokładach węgla kamiennego o obniżonym gradiencie ciśnienia złożowego. Płuczka zawierająca mikropecherzyki powietrza na osnowie wodnej zawiera dodatek węglanu sodu, wodorotlenku sodu, zasadowego węglanu cynku, środków do regulacji
15 parametrów reologicznych, środka spieniającego i środka stabilizującego. Zastosowanym środkiem do regulacji parametrów reologicznych jest polimer polisacharydowy XG 550 sieciowany tetraboranem sodu lub kwasem borowym. Środkiem spieniającym jest kationowy środek powierzchniowo czynny -
20 tlenek dodecyloaminy. Natomiast środkiem stabilizującym jest nasycony alkohol tłuszczowy.

Z kolei w opisie patentowym nr CN102807846B ujawniono skład płuczki wiertniczej, obejmujący dodatek polimerów
wysokocząsteczkowych, głównie poliakrylanu potasu i innych
25 środków wpływających na zwiększenie stabilności ścian otworu. Ponadto płuczka zawiera dodatek lignosulfonianu sodu, dodatek zawiesiny węglowej typu GHA-5, chlorek potasu, oraz dodatek sulfonowanego węgla brunatnego i grafitu.

Wg innego rozwiązania, ujawnionego w opisie patentowym numer
30 CN104559972B w płuczce do przewiercania pokładów węgla zastosowano środek uszczelniający na bazie nanoemulsji parafinowej. Środek uszczelniający składa się z: od 100 do 200 części nanoemulsji parafinowej i od 200 do 400 części węglanu wapnia o różnej granulacji.

Powszechnie stosowaną również płuczka o działaniu inhibitującym do przewiercania pokładów węgla jest płuczka potasowo-polimerowa, składająca się z wodnej zawiesiny środka celulozowego lub skrobiowego, biopolimeru, częściowo 5 hydrolizowanego poliakryloamidu z dodatkiem chlorku potasowego. W składzie płuczki stosowany jest również biocyd oraz środki poprawiające właściwości smarne i zapobiegające pienieniu, jak również materiały obciążające.

Przykładowe rozwiązania opisane powyżej przedstawiają 10 stosowanie różnych rodzajów płuczek i różnych rodzajów środków do uszczelniania przewiercanych pokładów węgla. Z uwagi na częste zaniki płuczki występujące podczas przewiercania tego typu pokładów oraz niskie ciśnienia formacji węglowych przedstawione rozwiązania w 15 niedostatecznym stopniu wpływają na uszczelnienie spękań i szczelin przewiercanych pokładów węgla. Większość z przedstawionych składów płuczek, wpływając na uszczelnienie spękań i szczelin występujących w węglu powoduje także znaczne pogorszenie przepuszczalności, utrudniając tym samym 20 dopływ metanu do otworu. W związku z tym, że matryca węglowa ma silne właściwości pochłaniania cieczy i gazów, ponieważ zawiera dużo organicznych cząsteczek humusowych, niewielkie nawet zwiększenie objętości matrycy węglowej w wyniku pęcznienia substancji humusowych lub występujących domieszek 25 minerałów ilastych, może przynieść zmniejszenie naturalnej przepuszczalności złoża.

Celem wynalazku jest opracowanie nowego rodzaju płuczki 30 wiertniczej z uwzględnieniem jej chemizmu oraz specjalnych dodatków minimalizujących zaniki płuczki w system spękań i mikroszczelin, wpływających na zwiększenie stabilności ścian otworu. Opracowany system płuczkowy powinien umożliwić bezpieczne i bezawaryjne dowiercanie do złóż metanu zlokalizowanych w pokładach węgla.

Cel ten osiągnięto w rozwiązaniu według wynalazku, w którym płuczka do przewiercania pokładów węgla na osnowie wody z dodatkiem środków uszczelniających charakteryzuje się tym, że zawiera na 1dm^3 wody dodatek: od 0,5 do 4 g drobnoziarnistego poliakrylanu potasu lub sodu, od 0,5 do 4 g biopolimeru ksantan (XCD), od 20 do 50 g polimeru obniżającego filtrację w postaci karboksymetylocelulozy lub/i środka skrobiowego, oraz od 10 do 70 g jonowego inhibitora skał ilastych KCl, a także zawiera od 5 do 30 g kompleksu glinowego B składającego się z 40% wag. glinianu sodu, 40% wag. humianu potasu, 10% wag. glukonianu sodu i 10% wag. grafitu oraz do wymaganej gęstości w zależności od gradientu ciśnienia złożowego materiał obciążający w postaci węglanu wapnia lub/i barytu lub/i grafitu.

Zaletą takiego rozwiązania jest opracowanie składu płuczki wiertniczej zawierającej w swoim składzie dwa rodzaje środków uszczelniających: poliakrylan potasu i kompleks glinowy B. Opracowana płuczka tworzy na przewierczanych niestabilnych i spękanych skałach węglowych osad filtracyjny, przeciwdziałający wnikaniu filtratu płuczkowego i ograniczającego wzrost ciśnienia porowego przewiercanej formacji węglowej. Ponadto, użyta płuczka wiertnicza według powyższego rozwiązania, wpływa na zwiększenie mechanicznej wytrzymałości przewierczanych węgli i uszczelnianie występujących w nim spękań i szczelin.

Technologie sporządzania płuczki wiertniczej wg wynalazku w warunkach laboratoryjnych w przykładzie wykonania opisano poniżej.

Sporządzanie płuczki do przewiercania mocno spękanych pokładów węgla o gradiencie ciśnienia złożowego powyżej $0,009\text{ MPa/m}$ w warunkach laboratoryjnych odbywa się w ten sposób, że do 1 dm^3 wody wodociągowej podczas ciągłego mieszania, w następującej kolejności dodaje się 2 g poliakrylanu potasu, który charakteryzuje się tym, że w

środowisku wodnym zwiększa swoją objętość i powoduje częściowe uszczelnienie szczelin i pęknięć, występujących w matrycy węglowej. Następnie, do płuczki wprowadza się 10 g kompleksu glinowego B, który charakteryzuje się tym, że jest

5 stabilny w środowisku płuczki przy pH od 9 do 12. W porach skał łupkowych natomiast, przy kontakcie z solanką złożową o niskim pH, może z płuczki wytrącać się osad, wpływając korzystnie na doszczelnienie przestrzeni porowej przewiercanych skał węglowych. Ponadto, do sporządzenia

10 płuczki użyto: 3 g biopolimeru ksantan (XCD), 30 g skrobi kleikowanej, 30 g KCl, 30 g grafitu. Ilość dodanego grafitu będącego materiałem obciążeniowym jest uzależniona od wymaganej gęstości i zależy od gradientu ciśnienia złożowego. Uzyskana płuczka charakteryzuje się gęstością 1040 kg/m^3 ,

15 lepkością plastyczną 21 mPas, lepkością pozorną 36 mPas, granicą płynięcia 14,3 Pa, filtracją $3,6 \text{ cm}^3/30\text{min}$.

Badania przenikania ciśnienia porowego przeprowadzone na próbce węgla charakteryzującego się porowatością 5,57% i przepuszczalnością porową 0,39 mD, wykazały, że płuczka

20 stworzyła stabilne uszczelnienie, które ograniczyło przepływ filtratu płuczkowego przez próbkę węgla. Po 72 godz. testu odnotowano spadek ciśnienia porowego skały węglowej z wartości 0,38 do 0,36 MPa. Opracowana płuczka stworzyła stabilne uszczelnienie, które ograniczyło przepływ filtratu

25 płuczkowego przez rdzeń węglowy. Przeprowadzone badania wpływu opracowanej płuczki na parametry fizyczno - mechaniczne węgla wykazały, że płuczka wpływa na wzrost modułu Younga E o ok. 25%, współczynnika Poissona ν o 21,4% oraz modułu odkształcalności objętości K o 27%. Badania

30 określające stopień inwazji opracowanej płuczki wykazały, że płuczka charakteryzuje się właściwościami uszczelniającymi i może zapobiegać zanikom płuczek w pory i szczeliny skał węglowych.

Płuczka wiertnicza według wynalazku może być stosowana do przewiercania słabo zwięzłych pokładów skał węglowych charakteryzujących się dużą ilością spękań i szczelin. Zastosowanie opracowanej płuczki powinno wpłynąć na
5 ograniczenie zaników płuczki w przewiercane formacje węglowe na drodze tworzenia odkształcalnego uszczelnienia, blokującego wnikanie filtratu płuczkowego w pory skał. Płuczka ta również może znaleźć zastosowanie do przewiercania pokładów szczelinowatych skał piaskowcowych oraz warstw
10 chłonnych, przy których przewiercaniu mogą występować częste zaniki płuczek.