



Streszczenie rozprawy doktorskiej w języku polskim:

Pozyskiwanie węglowodorów za pomocą otworów kierunkowych składa się z szeregu skompilowanych operacji. Ze względu na siły wewnątrz otworowe występujące pod ziemią oraz różnorodność przewiercanych skał, odwiert zaraz po wycofaniu wiertła, zaczyna zmieniać swoją geometrię. W związku z tym istnieje ryzyko przechwycenia rur okładzinowych przez zaciskające się warstwy skalne zmniejszające średnicę otworu. Dodatkowo pęczniący materiał pakietowo-ilasty osadza się na powierzchni rur okładzinowych i uniemożliwia przeprowadzenie poprawnej operacji cementowania. Z punktu widzenia niniejszej pracy najistotniejsze są narzędzia typu - guide-shoe, reamer-shoe. Praca narzędzi tego typu polega na skrawaniu lub ścieraniu materiału skalnego ze ścianek otworu w miejscach, gdzie otwór ma średnicę mniejszą od projektowanej. Głównym problemem z urządzeniami powiększającymi średnicę otworu, stosowanymi dotychczas w przemyśle wiertniczym, jest ścięty urobek skalny. Próby jego całkowitego wypłukania okazują się nieskuteczne, co więcej prowadzą do pogłębiających się zmian geometrii otworu. Celem pracy było opracowanie koncepcji innowacyjnego narzędzia wiertniczego, na podstawie analizy wybranych parametrów jego działania oraz wpływu narzędzia na jakość wykonania otworu wiertniczego. Pracę rozpoczęto od analizy literatury oraz przypadku związanego z katastrofą platformy wiertniczej Deepwater Horizon. Interpretacja dostępnych publikacji oraz przywołanego przypadku, obrazują problem dotyczący zmian geometrii i ich późniejszych skutków. Najczęstszą przyczyną powyższego okazało się zjawisko pęcznienia warstw ilastych. W tym celu przeprowadzono przegląd dostępnych rozwiązań butów cementacyjnych, tzw. Reamer-shoe. Przeanalizowano zjawisko transportu zwiercin w otworze wiertniczym, przy skrawaniu tradycyjnymi narzędziami. Dzięki uzyskanemu dofinansowaniu przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) powstały kolejne koncepcje geometrii narzędzia bazujące na dostępnych patentach. Wykorzystanie najnowszych narzędzi typu CAD oraz symulacji komputerowych MES i CFD umożliwiło sprawdzenie i dobranie najbardziej obiecujących parametrów konstrukcji narzędzia. Stworzono dwa egzemplarze prototypów narzędzia i przetestowano je w dwóch niezależnych próbach. Na otworach płytkich, wywierconych specjalnie do testów narzędzia oraz otworze głębokim, który umożliwił sprawdzenie zachowania narzędzia i jego bezpieczeństwa użytku w otworze komercyjnym. Efekty przedstawione w powyżej pracy mogą dostarczyć nowego spojrzenia na testowanie i optymalizację narzędzi otworowych w fazach rozwojowych. Konstrukcja zaprojektowanego narzędzia została zgłoszona do Europejskiego Urzędu Patentowego.

Słowa kluczowe: ily pęczniące, cementowanie, but cementacyjny

Dziedzina nauki i techniki, zgodnie z wymogami OECD: Nauki inżynieryjne i techniczne, Inżynieria mechaniczna



Abstract:

Extraction of hydrocarbons by means of directional drilling consists of a series of complex operations. Due to intra-borehole forces occurring underground and the variety of drilled rocks, the borehole geometry begins to change as soon as the drill is withdrawn. Therefore, there is a risk of casing pipes getting stuck due to closing rock strata which reduce the borehole diameter. Moreover, swelling package clayey material is deposited on the surface of the casing pipes and prevents correct cementing operation. From the point of view of this study the most important are guide-shoe and reamer-shoe. The tool operates by cutting or abrading the rock material from the borehole walls in places where the borehole diameter is smaller than the designed one. The main problem related to tools enlarging the borehole diameter which have been used in the drilling industry so far are hewn rock cuttings. However, the attempts to completely wash them out have so far turned out to be ineffective, and, what is more, those attempts result in increasing changes in the borehole geometry. The aim of the study was to develop a concept of an innovative drilling tool based on the analysis of selected operating parameters and the effect of the tool on the quality of the borehole. The study started with an analysis of literature and a case study related to the Deepwater Horizon drilling rig disaster. The interpretation of available studies and the case referred to above illustrate the problem of geometry changes and their subsequent effects. The most common reason for the above problem was the phenomenon of clay strata swelling. To this end, the available solutions of cementing shoes, i.e. the so-called reamer-shoes, were reviewed. The phenomenon of cuttings conveyance in a borehole, with conventional tool cutting, was analyzed. Owing to the funding obtained from the National Center for Research and Development (NCBiR), subsequent concepts of the tool geometry based on available patents have been developed. The use of the state-of-the-art CAD tools as well as MES and CFD computer simulations made it possible to verify and select the most promising parameters of the tool design. Two prototypes of the tool were developed and tested using two independent tests: in shallow boreholes, drilled specially for testing the tool, and in a deep borehole, which made it possible to examine the behavior of the tool and its operating safety in a commercial borehole. The results presented in this study can provide a new perspective on testing and optimization of borehole tools being developed. The design of the developed tool has been submitted to the European Patent Office.

Keywords: swelling clay, cementing, guide shoe