

DARIUSZ KNEZ

**Naprężenie działające na materiał podsadzający  
szczelinę hydrauliczną  
oraz badanie odporności podsadzki na zgniatanie**

**Streszczenie**

W monografii przeanalizowano aktualny stan wiedzy na temat analitycznych i terenowych metod określania wartości minimalnego naprężenia głównego oraz użycia tej wielkości do określenia maksymalnego naprężenia działającego na materiał podsadzkowy. Praca omawia również zagadnienie diagenety materiału podsadzkowego i aktualne metody określania odporności ziaren na działające naprężenie. Monografia przedstawia model analityczny opisujący stan naprężeń w ośrodku skalnym. Na jego podstawie napisany został program komputerowy do obliczania wartości naprężenia w dowolnym punkcie lub zakresu wartości naprężeń na płaszczyźnie propagacji szczeliny. Opracowana została nowa metodyka pomiaru wartości minimalnego naprężenia poziomego w trakcie procesu wiercenia generująca niewielkie koszty dodatkowe. W trakcie operacji wiertniczych, gdy pojawiają się ucieczki płuczki, załoga wiertnicza najczęściej skupia się na metodach ograniczenia strat płuczki. Sytuacja taka może być jednak dobrą okazją do pomiaru gradientu szczelinowania, a także wartości minimalnego naprężenia poziomego przy poniesieniu niskiego kosztu dodatkowego. Aby osiągnąć ten cel, zaproponowano nową metodykę. Naprężenia minimalne mogą posłużyć do estymacji naprężenia działającego na materiał podsadzkowy zgodnie z zaproponowanymi nowymi metodami. Zaprezentowano tutaj modyfikacje równań dla dwóch przypadków: wzmocnienia ściany otworu wiertniczego i szczelinowania hydraulicznego złoża.

Istotną częścią pracy są eksperymentalne badania odporności na zgniatanie materiału kondycjonowanego w sztucznej wodzie złożowej i płynie zwrotnym, jak również modyfikacja procedury badawczej. W monografii przedstawiono rezultaty badań laboratoryjnych dwóch rodzajów próbek: naturalnych i ceramicznych. Nie stwierdzono wpływu temperatury (od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $100^{\circ}\text{C}$ ) na wyniki standardowego testu na zgniatanie obydwóch typów badanych materiałów podsadzkowych. W wielu artykułach raportowano osadzanie minerałów na ziarnach w procesie ich diagenety. Minerale te mogą

powodować zawyżenie wyniku testu odporności na zgniatanie. Przedstawione w monografii wyniki eksperymentów laboratoryjnych pokazują także inny możliwy błąd – zaniżoną ilość odseparowanego materiału skruszonego. Zaproponowano modyfikację testu odporności na zgniatanie przez wprowadzenie dodatkowego pomiaru odkształcenia jednostkowego próbki. Wykresy odkształcenia w funkcji naprężenia dodane do wyników testu na zgniatanie wskazują na niższą wytrzymałość konglomeratu po kondycjonowaniu niż próbek niekondycjonowanych. W monografii zamieszczono opis zmian w metodologii badań laboratoryjnych i wyniki pomiarów.

DARIUSZ KNEZ

## **Stress Acting on Proppant in a Hydraulic Fracture and Crush Test Research**

### **Summary**

The monograph analyzes the current state of the art in the analytical and field methods to estimate the value of minimum horizontal stress and to use it in order to find the maximum value of stress acting on the proppant. This work also shows the proppant diagenesis issue and current methods to evaluate grains stress resistance. The monograph presents analytical models of rock mass stresses. Based on it was written computer program to calculate stress value in any point or stress range on the fracture propagation surface. A new methodology was developed to measure the minimum horizontal stress value during the drilling process at low additional cost. During drilling operations when mud losses arise, the drilling crew usually focuses on mud loss limitation methods. It may also be a good opportunity to measure the fracturing gradient as well as the minimum horizontal stress value with low additional cost. To achieve this target a new methodology was proposed. The minimum horizontal stress obtained from the analytical model or from field measurement can be applied in the new methods proposed to allow for a more precise estimation of the stress acting on the proppant. Presented here are the modified equations for two cases: wellbore strengthening and hydraulic fracturing in reservoir.

An important part of the work consisted of crush test experiments with proppant conditioned in artificial reservoir water and flowback water as well as procedure modification. This monograph shows crush rate laboratory research results of two types of samples: sand and ceramic. Temperature was found to exert no influence (from  $-20^{\circ}\text{C}$  to  $100^{\circ}\text{C}$ ) on standard crush test results for tested both types of proppants. Many papers reported scaling on grains during proppant diagenesis. Scaling can cause an overestimation of crush rate. Laboratory experiments, reported in the monograph, also show a different error – too low an amount of separated crushed material. The author proposes a crush test modification by including an additional measurement of sample strain change. Strain-stress curves added to crush test result show a lower strength of the proppant conglomerate after conditioning as compared to unconditioned samples. This monograph reports changes in laboratory methodology as well as measurement results.