

JAN MARIANOWSKI

Transmisja energii uderzenia wzdłuż przewodu wiertniczego podczas wiercenia obrotowo-udarowego

Streszczenie

W opracowaniu przedstawiono, oparte na teorii rozprzestrzeniania się sprężystych fal naprężeń, funkcjonowanie wiertarek obrotowo-udarowych przeznaczonych do wiercenia otworów strzałowych i kotwiovych w skałach zwięzłych i bardzo zwięzłych. Sprecyzowano podstawowe parametry determinujące optymalną prędkość wiercenia i wzajemne związki pomiędzy nimi, a także ograniczenia, którym podlegają. Przeprowadzono analizę zjawiska transmisji energii uderzenia przez długi przewód wiertniczy podczas operacji wiercenia obrotowo-udarowego. Do opisu zjawiska zaproponowano dwa modele matematyczno-fizyczne. Model I, w którym złącza segmentów (pasów) przewodu wiertniczego potraktowano jako określonych wymiarów bryły sztywne, a same przewody wiertnicze jako jednowymiarowe o stałej impedancji continuum sprężyste. Model II opiera się na potraktowaniu złączy pasów (segmentów) przewodu wiertniczego i samych pasów przewodu wiertniczego jako jednowymiarowego continuum sprężystego o różnych impedancjach. W obu przypadkach wykazano, że czynnikiem wpływającym na kształt, amplitudę oraz energię zawarte w transmitowanej fali jest obecność złączy oraz ich wymiary. W szczególności dotyczy to kształtu złączy oraz ich liczby, które mają decydujący wpływ na skuteczność zjawiska transmisji fal rozumianą jako spadek amplitudy fali oraz ubytek zawartej w nich energii. Wykazano, że właśnie obecność złączy jest odpowiedzialna za powstawanie zjawiska częściowego odbicia w strefie istnienia złączy pierwotnych fal naprężeń biegnących wzdłuż przewodu wiertniczego od mechanizmu udarowego do narzędzia wierzącego. Rezultaty obliczeń poddano weryfikacji na stanowiskach doświadczalnych, które w warunkach zbliżonych do rzeczywistych umożliwiały generowanie i śledzenie zjawiska przepływu prostokątnych mechanicznych fal naprężeń. Stanowisko pionowe wykorzystujące energię pola grawitacji umożliwiło wytwarzanie, pomiar i ocenę skutków przejścia prostokątnych fal naprężeń przez pierwsze złącze. Stanowisko poziome wykorzystujące energię entalpii azotu umożliwiło pomiar i ocenę skutków przejścia wygenerowanej wcześniej prostokątnej fali naprężenia przez kolejne złącza długiego przewodu wiertniczego. Podano zasady pomiaru odkształceń i naprężeń w fali wytworzonej uderzeniem bijaka. Opisano układ pomiarowy rejestrujący przepływ fal naprężeń przez pierwsze złącze, a także zastosowany układ pomiarowy do rejestracji przepływu fal naprężeń przez wiele złączy. Oceniono błąd pomiaru. Opisano zastosowaną aparaturę pomiarową. Otrzymane rezultaty pomiarów porównano z obliczeniami. Wykazano, że złącza tulejowe charakteryzują się współczynnikiem tłumienia energii fali o 50% wyższym, aniżeli umieszczone w tym samym miejscu w przewodzie złącza kielichowe. Przeprowadzone porównawczym przewodem wiertniczym wiercenia długich otworów w rzeczywistych warunkach górniczych pozwoliły stwierdzić, że dominującym czynnikiem decydującym o szybkości wiercenia są złącza, których obecność w przewodzie wiertniczym determinuje wielkość strat energii fali podczas jej biegu wzdłuż przewodu.

JAN MARIANOWSKI

Transmission of Impact Energy along a Boring Conduit during the Rotary-Percussive Drilling

Summary

The paper presents essentials of operation of rotary and percussive drills destined for boring of blaster and bolting holes into some compact and very compact rocks, based on the theory of propagation of stress wave elasticity. The basic parameters determining an optimal drilling velocity and reciprocal links among them as well as limitations of which they depend on have been defined. An analysis of phenomenon of impact energy transmission through a long drilling conduit under rotary-percussive operation has been carried out. Two mathematical and physical models were used to description of the phenomenon. In the model 1 the joints of segments of drilling conduit were treated as the defined rigid chunks, and the proper drilling conduit like monodimensional and elastic of constant continuum impedance. In the model 2 the joints of segments and proper strips of drilling conduit have been taken as monodimensional elastic continuum of different impedances. In both cases one has been shown that the factor influencing on the shape, amplitude and energy contented into the transmitted wave depended on existing of joints and their parameters. In particular it depends on shape of joints and their number, which have the deciding influence on effectiveness of transmission phenomenon of waves taken as the wave amplitude decrease and contained into them energy. One has been shown that exactly the presence of joints was responsible for emerging of the phenomenon of part reflection in the sphere of joint existing the primary wave stresses running along the boring conduit from percussive gear till drilling device. The results of calculations have been exposed for verification on experimental stands, which enabled the generation and observation of flow phenomenon of mechanical rectangular waves of stresses in conditions close to the real ones. The vertical stand applying the gravitation field energy has enabled the production, measurement and assessment of effects of the rectangular wave stresses through the first joint. The horizontal stand applying the azoth enthalpy energy has enabled measurement and assessment of the results of passing earlier generated rectangular wave of stresses through next joints of long boring conduit duct. The principles of measurement strains and stresses of the wave caused by piston impact have been given. The measurement system for registration of flow wave stresses though many joints has been presented. One was assessed the measuring error. The applied measurement equipment has also been described. The obtained results of measurements have been compared with calculations. In conclusion one has been proved that the sleeve joints have characterized by the coefficient of damping wave energy of about 50% higher than the socket joints put into drilling conduit at the same place. The investigations carried out with comparing drilling conduit for long hole drilling in real mining conditions have allowed to ascertain that the prevailing factor deciding of drilling velocity were exactly the joints, what an existence into drilling conduit have determined the quantity of wave energy losses during its running along the conduit.