

Anna PIĘTA, Tomasz DANEK, Andrzej LEŚNIAK

Akademia Górniczo Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Kraków

Modelowanie numeryczne drgań powierzchni terenu wywołanych wstrząsem sejsmicznym dla wybranych warunków geologicznych LGOM

Streszczenie

W artykule przeprowadzono estymację wielkości drgań cząstek górotworu używając modelowania pełnego pola falowego. Używano modelu ośrodka geologicznego z rejonu kopalni miedzi „Rudna” z wprowadzoną przypowierzchniową warstwą niejednorodną.

Do numerycznego rozwiązania równania falowego wykorzystano metodę różnic skończonych w odmianie tzw. przesuniętych siatek. Metoda ta w stosunku do tradycyjnej metody różnic skończonych pozwala na uzyskanie dla wysokich częstotliwości fali większej stabilności rozwiązań przy określonym przestrzennym kroku próbkowania. Duża liczba modeli oraz bardzo duże wymiary modelu i mały krok próbkowania zarówno w czasie jak i w przestrzeni wymagały przeprowadzenia bardzo dużej liczby czasochłonnych obliczeń numerycznych. Tak duża złożoność problemu obliczeniowego wymusiła prowadzenie obliczeń w wariancie równoległym na wydajnym klastrze komputerowym.

Na etapie wstępnym modelowania były prowadzone z użyciem mechanizmu źródła w postaci podwójnej pary sił, zgodnej z lokalną orientacją naprężeń tektonicznych. Orientacja ta została ustalona na podstawie analizy dużych wstrząsów archiwalnych zarejestrowanych w tym rejonie. W kolejnych etapach modelowania zmieniano orientację płaszczyzn modalnych wokół tego kierunku. Umożliwiło to analizę wpływu orientacji sił działających w źródle na wielkość rejestrowanych drgań. Modelowania były prowadzone przy założeniu, że źródła wstrząsów są zlokalizowane na różnych głębokościach w warstwie dolomitów. Przeprowadzono również modelowania drgań dla zmiennej głębokości źródła fali sejsmicznej dla dwóch rejonów o odmiennej budowie tektonicznej. Modelowania były ponadto prowadzone przy zmieniającym się stopniu niejednorodności w warstwie przypowierzchniowej.

Opracowana metodyka pozwala na estymację maksymalnych prędkości drgań we wszystkich miejscach na powierzchni terenu a także umożliwia estymację wielkości drgań na terenach, gdzie czujniki sejsmiczne nie zostały zamontowane. Opisana metoda może być pomocna w prowadzeniu dokładnej oceny powierzchniowych skutków drgań sejsmicznych indukowanych działalnością górniczą.

Numerical modeling of ground vibration caused by underground tremors in LGOM mining area

Abstract

Seismicity induced by mining is dangerous for people, mining excavations and surface infrastructure. Damages caused by seismic vibrations are also important from the economic point of view because of compensation payments.

In this presentation, vibrations caused by mining-induced tremors in the "Rudna" copper mine, Poland are modeled and analyzed. For people and buildings the most harmful are surface vibrations. Likewise vibrations at the exploitation level, they are dangerous for miners and mining equipment in the vicinity of excavations. The damages are especially serious if a mine is located under densely inhabited area. From economical point of view costs of damages are also large if mine is equipped with modern mining machinery. Even an approximate assessment of the energy of seismic vibrations can increase the safety of miners and reduce the costs of damages.

Copper deposits in western Poland are located in Permian sandstone and limestone sediments that form a monocline. Geological structure of this region is fairly good recognized because a large number of drilling from surface to crystalline basement. Petrophysical parameters of the rocks in this region are also known. Exploitation is carried on at a depth between 800 to 1200m where copper shells are located. Most seismicity occurs above those layers in dolomite and anhydrite rocks. They are rigid and favor the creation of seismic tremors of high energy. We estimated the energy of seismic vibrations on surface using numerical modeling of wave propagation. We used the model of geological strata from the vicinity of the "Rudna" mine with randomly distributed inhomogeneities in surface watering layer. We started modeling using source mechanism of tremors related to direction of the regional tectonic stresses. It was taken from the analysis of the archival tremors registered in this area. Then we changed orientations of nodal planes of the seismic source around this direction. It helped us to analyze the influence of source orientation on the amplitude of registered vibrations. The staggered grid finite difference method was used to solve the wave equation. The large number of modeling and huge size of each model forced us to use a parallel computer cluster for model evaluation. The calculated results allow the relative estimation of vibration energy in places on the surface, which are susceptible to destruction. These places were located in highly populated towns and settlements. This allows some prevention activities in places where hazard of strong vibrations is largest to be undertaken. It is also possible to approximate the energy of the vibration in places where sensors are not located.