

Деформационные волны в горном массиве в окрестности глубоких выработок

Ци Ч.

Пекинский университет гражданского строительства и архитектуры, Пекин, Китай

e-mail: qichengzhi65@163.com

Горные породы обладают реологическими свойствами. Наглядным примером может служить деформация и разрушение породного массива в форме медленной деформационной волны вблизи горных выработок на руднике Артем (Дальний Восток, Россия) [1]. Медленную деформационную волну наблюдали на никелевом руднике Jinchuan и железорудном руднике Zhangjiawa (Китай) [2]. Лабораторные эксперименты на щелочно-галлоидных кристаллах (NaCl, KCl, LiF), мраморе, песчанике, силвините указывают на наличие медленной деформационной волны [3].

Распространение медленных деформационных волн - обычное природное явление. К ним относятся волна тектонических напряжений [4], миграция корковой деформации [5], волны маятникового типа [6], сбросовые деформационные волны [7], медленные деформационные волны в породном массиве [8], медленные волны вращения в геосреде, состоящей из вращающихся блоков [9]. Деформационные волны можно инициировать землетрясения [10].

Запредельное деформирование можно рассматривать как непрерывный фазовый переход. В данной докладе распространение деформационных волн в породе вблизи выработок глубокого залегания рассмотрено на базе модели непрерывного фазового перехода [11] в рамках лагранжева формализма [12]. Относительная деформация сдвига взята в качестве параметра порядка. Потенциальная энергия получена по аналогии с расширением Гинзбурга - Ландау для свободной энергии. Вариационный принцип Гамильтона использован для получения уравнения движения, приемлемого для моделирования нескольких типов деформационных волн. Утверждается, что на основе этого подхода возможно моделировать различные деформационные волны.

Литература

1. Guzev M. A., Makarov V. V. Deformation and failure of the high stressed rocks around openings, Dalnauka, Vladivostok, 2007. - 232 p.
2. Fang Zulie. The maintenance of soft rock tunnels and their control measurements, in: The supporting theory and practice for soft rock tunnels in coal mines in China, China University of Mining and Technology, Xuzhou, China, 1996, 64 - 69.
3. Zuev L. B. et al. Laboratory observation of slow movements in rocks, J. Appl. Mech. Tech. Phys., 2012, 53(3): 467 - 470.
4. Nikolaevsky V. N. Geomechanics and fluidodynamics, Kluwer Academic Publishers, London, 1996.
5. Kasahara K. Migration of crustal deformation, Tectonophysics, 1979, 52(1 - 4): 329 - 341.
6. Kurlenya M. V., Oparin V. N., Vostrikov V. I. Pendulum-type waves. Part I: State of the problem and measuring instrument and computer complexes, J. Mining Sci., 1996, 32(3): 159 - 163.
7. Bykov V. G. A model of unsteady-state slip motion on a fault in a rock sample, Phys. Solid. Earth., 2001, 37(6): 484 - 488.
8. Gershenzon N. I., Bykov V. G., Bambakidis G. Strain waves, earthquakes, slow earthquakes, and afterslip in the framework of Frenkel- Kontorova model, Phys. Rev. E., 2009, 79. 056601.
9. Vikulin A. V. Geodynamics as wave dynamics of the medium composed of rotating blocks, Geodyn. Tectonophys, 2015, 6(3): 345 - 364.
10. Sherman S.I. Deformation waves as a trigger mechanism of seismic activity in seismic zones of the continental lithosphere. Geodyn. Tectonophys, 2013, 4(2): 83 - 117.
11. Landau L. D. On the theory of phase transition, J. Exp. Theor. Phy., 1937, V.7. 627 - 632.

12. Landau L. D., Lifshitz E. M. Mechanics, Pergamon, Press, London, 1969.