

Численная оценка эффективных модулей объёмного сжатия с учетом пластичности

Быстров Иван Дмитриевич

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра вычислительной механики, Москва,
Россия

E-mail: ibistrov90@icloud.com

В работе решается задача численной оценки эффективных модулей объёмного сжатия - модуля объёмного сжатия порового пространства $K\phi$ и модуля объёмного сжатия твёрдого скелета K_d . Задача численной оценки эффективных свойств ставится в двумерном случае, для материала с круговыми порами (величина пористости ϕ порядка 1%), учитывается пластичность.

С помощью специально разработанного программного модуля проводится задание начальных условий (в виде сжимающих перемещений - гидростатическое сжатие), после чего осуществляется расчет полей напряжений и деформаций ячейки периодичности материала (численно [1], с помощью программного модуля Fidesys Composite отечественного прочностного программного пакета «Фидесис»). Далее проводится численное интегрирование, результатом которого является величина эффективного напряжения p_e . Получив величину эффективного напряжения и пористости после сжатия, рассчитываем эффективные модули объёмного сжатия.

В ходе исследования были проведены расчеты эффективных упругих модулей для ячеек периодичности с пористостью в пределах (0.1% - 0.5%), при разных величинах прикладываемых перемещений. В каждом случае проводилась серия расчетов на постепенно измельчаемых треугольных сетках - при этом удалось добиться сеточной сходимости и погрешности порядка 4% от аналитического решения [2, 3]. Расчеты проводились как в пластическом, так и в упругом случае.

Таким образом, решена задача численной оценки эффективных модулей упругости для пористого материала в 2D случае с учетом пластичности.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда (проект №19-71-10008).

Источники и литература

- 1) Maxim Yakovlev, Anatoly Vershinin, Vladimir Levin, Konstantin Zingerman, Dmitry Konovalov. Application of Finite and Spectral Element Methods for Rock Modeling at Different Scales // Proceedings of the International SPDM Conference NAFEMS World Congress, Quebec City, Canada, 2019. – Article ID: NWC19-185.
- 2) Yarushina, V. M., Podladchikov, Y. Y., & Wang, L. H. (2020). Model for (de) compaction and porosity waves in porous rocks under shear stresses. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 125, e2020JB019683. <https://doi.org/10.1029/2020JB019683>
- 3) Victoria M. Yarushina and Yuri Y. Podladchikov. Plastic yielding as a frequency and amplitude independent mechanism of seismic wave attenuation. Geophysics, vol. 75, no. 3 may-june 2010; P. N51–N63, 10 figs.