

Вывод анизотропного соотношения для эффективного тензора напряжений в насыщенной пороупругой среде.

Сбойчаков Алексей Максимович

аспирант

Институт Физики Земли им. О.Ю. Шмидта, Москва, Россия

E-mail: ipso-facto@yandex.ru

Введение

Впервые соотношение, связывающее эффективный тензор с полным тензором напряжений и давлением жидкости в пористой среде было предложено Терцаги в работе [4]. Он предположил, что эффективное давление на скелет равно

$$p_{ef} = p - mp_f \quad (1),$$

где p – приложенное давление, m – пористость, p_f – давление жидкости. Однако, его собственные измерения показали, что для многих материалов вместо соотношения (1) выполняется следующее соотношение

$$p_{ef} = p - p_f \quad (2).$$

В общей феноменологической теории Био анизотропной пороупругой среды возникает тензорный параметр α^{ik} , который контролирует давление жидкости p_f на твердый скелет. В постулированном Био вариационном принципе [1] вводится первоначальный параметр, описывающий консервативное статическое взаимодействие между деформациями в твердой и жидкой фазах. Исключив с помощью преобразования Лежандра деформацию жидкой фазы, можно получить соотношения для эффективного тензора напряжений

$$\sigma_{ef}^{ik} = \sigma^{ik} - \alpha^{ik} p_f \quad (3),$$

обобщающие соотношения (2) на анизотропный случай.

Методы

Исходя из микроскопических уравнений, выводим соотношения Био-Терцаги для анизотропной пороупругой среды, а также связь параметра Био с тензором модулей упругости, и обобщаем их на нелокальный случай, когда размеры статистических неоднородностей сравнимы с характерным регулярным масштабом задачи.

Результаты

Из микроскопии получено точное выражение, обобщающее связь между параметром Био и тензором эффективных модулей упругости, полученным из феноменологических соображений в работах [1,2,3].

Литература

1. Biot, M.A. (1962) Mechanics of Deformation and Acoustic Propagation in Porous Media. Journal of Applied Physics, vol.33, pp.1482-1498.
2. Carcione, J.M. (2001) Wave Fields in Real Media: Wave Propagation in Anisotropic, Inelastic and Porous Media. Pergamon.
3. Nur, A., Byerlee, J.D. (1971) An Exact Effective Stress Law for Elastic Deformation of Rock with Fluids. Journal of Geophysical Research, vol.76, No.26, pp. 6414-6419.
4. Terzaghi, K. (1943), Theoretical Soil Mechanics, John Wiley, New York.