

Численная оценка эффективных нелинейно-упругих характеристик преднагруженного гетерогенного материала при конечных деформациях

Научный руководитель – Яковлев Максим Яковлевич

Ермаков Егор Алексеевич

Студент (специалист)

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

E-mail: egor.ermakov@math.msu.ru

В данном исследовании рассматривается задача нахождения эффективных нелинейно-упругих характеристик материала, который подвергнут предварительному нагружению, при конечных деформациях. Примерами предварительного нагружения могут выступать: поровое давление, внешнее давление, температурные эффекты и так далее. Эффективные свойства находятся численно, с помощью метода конечных элементов, с использованием программного модуля Fidesys Composite отечественного прочностного программного пакета «Фидесис».

Задача решается как в двумерной, так и в трёхмерной постановке. Рассматривается ячейка периодичности и решается ряд последовательностей задач упругости, различающихся типом граничных условий. Во всех этих задачах модель подвергается одному и тому же заранее заданному предварительному нагружению. Кроме того, решается отдельная задача, в которой, помимо предварительного напряжённого состояния, задаются специальные граничные условия, для того чтобы при деформации ячейка периодичности оставалась ячейкой периодичности, что позволяет получать физические результаты. Результаты решения каждой задачи в виде тензоров напряжений усредняются по объёму. В задаче присутствуют различные стадии нагружения, то есть различные состояния тела, при решении задачи важно научиться вычислять эффективные характеристики в координатах нужного состояния, для этого используется методология многократного наложения больших деформаций.

В докладе будет подробно описан алгоритм для оценки эффективных нелинейно-упругих характеристик, приведены расчёты и построены графики.

Следует подчеркнуть, что данная задача имеет не только фундаментальное научное значение, но и широкий спектр практических приложений. В частности, она может быть использована для анализа свойств геологических образцов в процессе геологоразведки нефтяных месторождений, а также для исследования механических характеристик биологических тканей. Таким образом, результаты данного исследования представляют значительный интерес как для научного сообщества, так и для инженерных приложений.

Источники и литература

- 1) Седов Л. И., Механика сплошной среды: в 2 т. Т. 1. 6-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2004. — 528 с. (Учебник для вузов. Специальная литература). ISBN 5-8114-0540-5 5-8114-0541-3 (1-й том)
- 2) Левин В. А., Нелинейная вычислительная механика прочности, Том 1
- 3) Яковлев М. Я., Моделирование эффективных механических характеристик резинокорда при конечных деформациях. МГУ имени М.В. Ломоносова, 2014

- 4) A.V. Vershinin, V.A. Levin, K.M. Zingerman, A.M. Sboychakov, M.Ya. Yakovlev. Software for estimation of second order effective material properties of porous samples with geometrical and physical nonlinearity accounted for // Advances in Engineering Software, 2015
- 5) M Ya Yakovlev, I S Lukyanchikov, V A Levin, A V Vershinin1, and K M Zingerman. Calculation of the effective properties of the prestressed nonlinear elastic heterogeneous materials under finite strains based on the solutions of the boundary value problems using finite element method // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1158 (2019) 042037, IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1158/4/042037, 2019
- 6) V.A. Levin, K.M. Zingerman, A.V. Vershinin, M.Ya. Yakovlev. Numerical analysis of effective mechanical properties of rubber-cord composites under finite strains // Composite Structures, 2015