

Использование различных вариантов определяющих соотношений для анализа взаимодействия жесткого штампа и упругого тела

Научный руководитель – Маркин Алексей Александрович

Астапов Юрий Владимирович

Выпускник (магистр)

Тульский государственный университет, Тула, Россия

E-mail: ast3x3@gmail.com

Работа посвящена анализу результатов, полученных в ходе численного решения задачи о внедрении жесткого штампа произвольной формы в образец, изготовленный из резино-подобного материала. Данный процесс является квазистатическим, поэтому для его моделирования используется условие равновесного протекания процесса деформирования, предложенное в работе [2], в качестве уравнения движения. Определяющие соотношения для гипотупругих тел наряду с требуемыми эволюционными уравнениями замыкают систему уравнений для определения напряженно-деформированного состояния образца при его конечных обратимых деформациях.

Учет на границе взаимодействия тела с жестким штампом условий контактного типа включает в себя кинематическое условие взаимного непроникновения, заключающееся в требовании неотрицательности некоторой кусочно-гладкой функции, описывающей границу штампа, для внутренних точек расчетного объема. Данное ограничение учитывается с использованием обобщения подхода, описанного в [1] и являющегося естественным для метода конечных элементов и метода пошагового нагружения. Статические условия накладывают ограничения на величины касательных напряжений. Для апробации модели были решены осесимметричные задачи о внедрении сферического и конического с достаточно малым радиусом закругления жестких инденторов в упругий изотропный слабо-сжимаемый образец. Результаты хорошо согласуются с физически линейными решениями, полученными в работе [3].

В работе исследована степень влияния типа выбранной для определяющих соотношений объективной производной на характеристики напряженно-деформированного состояния. Расчеты с использованием коротационной производной Яуманна тензора напряжений вида приводят к завышенным значениям максимальных давлений под штампом по сравнению с обобщенной коротационной Яуманна. В то же время макрохарактеристики процесса не так чувствительны к выбору объективной производной. Используемые результаты могут быть использованы для построения методики экспериментов по определению упругих констант образцов предельно малых объемов, то есть не подлежащих другим типам макро-воздействий.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (15-01-01875_a).

Источники и литература

- 1) Астапов Ю.В. Моделирование взаимодействия гипотупругого тела с шероховатой плоскостью / Ю.В. Астапов // Материалы секции №4, Механика и моделирование материалов и технологий. – М.: Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, 2016. – 6-7 с.
- 2) Маркин А.А. Термомеханика упругопластического деформирования / А.А. Маркин, М.Ю. Соколова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 320 с.

- 3) Giannakopoulos A.E. Spherical indentation of incompressible rubber-like materials / A.E. Giannakopoulos, A. Triantafyllou // Journal of the Mechanics and Physics of Solids. – 2007. – V. 55. – P. 1196–1211.