

Отзыв научного руководителя
доктора физико-математических наук, профессора
Шешенина Сергея Владимировича

на диссертационную работу Ду Икуня по теме «Нелинейные модели резинокордных слоев и пневматической шины», представленную на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

В диссертационной работе Ду Икуня «Нелинейные модели резинокордных слоев и пневматической шины» получены следующие результаты. Сформулирована и исследована модификация определения представительной области (RVE) для случая резинокордного слоя, находящегося в окружении однородного материала. Такая модификация необходима для более точного вычисления упругих свойств слоя в поперечном направлении. Дано определение эффективных упругих свойств гиперупругого материала неоднородного слоя в рамках геометрической нелинейности и модифицированного определения представительной области. Предложена конкретизация для слоев каркаса и брекера в виде моделей гиперупругих материалов. Предложена схема вычислительных экспериментов для определения материальных параметров потенциалов. Вычислены параметры упругих потенциалов слоев каркаса и брекера. Экспериментально изучено влияние эффекта Маллинза на деформирование брекерной резины. На основе испытаний образцов резины и резинокорда определено влияние скорости деформирования при квазистатическом нагружении. Модели слоев внедрены в компьютерную программу, созданную научным руководителем. Тестовыми расчетами показана достоверность ее работы. Решена важная задача, моделирующая тест на разрыв.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

В первой главе изложена модификация определения представительной области для резинокордного слоя, находящегося в окружении резины (резиновой смеси). В соответствие с этим приведено определение эффективных гиперупругих свойств резинокордного слоя в рамках геометрической нелинейности. Рассмотрено два типа резинокордных слоев.

Во второй главе предложена процедура вычисления параметров гиперупругой модели с применением феноменологического подхода. Используются численные эксперименты, моделирующие нагружения по путям деформаций, соответствующих аффинным преобразованиям представительной области.

Третья глава посвящена экспериментальному исследованию зависимости свойств брекерного слоя от скорости нагружения, а также изучению эффекта Маллинза для резиновой смеси.

В четвертой главе представлена трехмерная модель шины, использующая разработанную эквивалентную гиперупругую модель материала резинокорда. Проведено моделирование квазистатического деформирования шины в рамках гиперупругости.

Основные результаты диссертации изложены в 8 печатных работах. Из них 3 статьи опубликованы в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus, RSCI.

Результаты, полученные в диссертации, докладывались и обсуждались на следующих семинарах и конференциях: на научно-исследовательских семинарах кафедры теории пластичности, механики композитов, теории упругости механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, на международной научной конференции «Ломоносовские чтения» (2021, 2022 г.), на 21-й международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2019), Алушта, Крым, Россия, 24-31 мая 2019 г., на 8-й всероссийской научной конференции с международным участием «Механика композиционных материалов и конструкций, сложных и гетерогенных сред» им. И.Ф. Образцова и Ю.Г. Яновского, Москва, Россия, (2018, 2021), на 12-м всероссийском съезде по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики, Уфа, Россия, 19-24 августа 2019 г., на 30-й всероссийская школа-конференция «Математическое моделирование в естественных науках», Пермь, Россия, 6-9 октября 2021 г.

Ду Икунь проявил себя способным, трудолюбивым аспирантом. На механико-математическом факультете ему пришлось овладеть совершенно новыми знаниями. Результаты, полученные Ду Икунем, являются новыми, обоснованными и могут представлять интерес для применения при разработке виртуальных прототипов пневматических шин.

Представленная работа «Нелинейные модели резинокордных слоев и пневматической шины» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Рекомендую ее для представления в совет МГУ.01.14 для соискания ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Я, Шешенин Сергей Владимирович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук
(по специальности 01.02.04), профессор кафедры пластичности
механико-математического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
(119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, телефон: +7-495- 939-36-14
e-mail: sergey.sheshenin@math.msu.ru)

С.В. Шешенин

Подпись удостоверяю:

«25» апреля 2022 г.