

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Яковлева Максима Яковлевича «**Моделирование эффективных механических характеристик резинокорда при конечных деформациях**» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Задача расчёта напряжённо-деформированного состояния (НДС) в резинокордных деталях пневматической шины до настоящего времени не решена с точностью, позволяющей прогнозировать поведение шины в условиях реальной эксплуатации. Имеющиеся пакеты программ являются know how фирм – производителей шин и не продаются на мировом рынке. Основная причина такого положения – высокая сложность конструкции шины, конечные деформации её элементов и существенно нелинейные зависимости термомеханических свойств от деформации и скорости деформации. В связи со сказанным, попытки адекватного описания НДС резинокордных слоёв как анизотропных однородных материалов с учётом разных типов определяющих уравнений резины и свойств корда представляются актуальными и с научной, и с прикладной точек зрения.

Цель диссертационной работы М.Я. Яковлева заключалась в модификации математической модели резинокордного композита и отработке методики оценки эффективных механических характеристик неоднородных материалов применительно к резинокордным композитам, с внесением в математическую модель соотношений, учитывающих конечность деформаций и слабосжимаемость резины; в разработке на основе этой методики алгоритма численной оценки эффективных механических свойств резинокорда при конечных деформациях; разработке программного модуля и проведении расчётов для оценки эффективных свойств резинокорда при конечных деформациях и влияния на них свойств резины и структуры армирующего корда.

Важным с прикладной точки зрения являются разработанные методика оценки эффективных механических характеристик резинокордных композитов и пакет программ по реализации данной методики для описания с их помощью механических свойств резинокордных деталей шины.

Полученные в работе результаты достоверны и не вызывают сомнений.

Замечания по работе.

1. Желательно, для возможности практического применения в промышленности полученных результатов, в дальнейшем провести кроме верификации валидацию кода с использованием достоверных экспериментальных данных или указать необходимые эксперименты.

2. В качестве определяющих уравнений использован материал Муни и



материал Мурнагана. Желательно обобщить полученные результаты на несжимаемые материалы и другие типы слабосжимаемых. В этом случае практическая ценность работы значительно бы возросла.

Данные замечания не меняют общего положительного впечатления от проведенных исследований и достигнутого научного результата. При проведении работ, указанных в п.1 и п.2, полученные результаты могут найти промышленное применение при проектировании и опытном производстве шин для тяжелой техники, проводимых в ООО «НПКЦ ВЕСКОМ».

Автор хорошо известен специалистам шинной отрасли по своим докладам на симпозиумах «Проблемы шин и резинокордных композитов». Материалы диссертации с достаточной полнотой отражены в приведенных публикациях. Выводы соответствуют содержанию автореферата.

На основании изложенного можно заключить, что диссертация **«Моделирование эффективных механических характеристик резинокорда при конечных деформациях»** соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ от 24 сентября 2013 г № 842, а ее автор, Яковлев Максим Яковлевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Генеральный директор

ООО «Веском НИЦШП (Научно-исследовательский центр шинной промышленности),

профессор



И.В. Веселов

Главный научный сотрудник

ООО «ВЕСКОМ НИЦШП»

Д.Т.Н.

С.А. Любартович