

## ОТЗЫВ

научного руководителя, д.т.н., профессора

**Сапожникова Сергея Борисовича**

о диссертационной работе **Безмельницына Александра Викторовича**  
**«Оценки жесткости и прочности втулок опорных узлов дорожных машин**  
**на основе многомасштабных численных моделей пористого тканевого**  
**стеклопластика»**,

представленной

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

Научная работа Безмельницына А.В. посвящена разработке методов оценки жесткости и прочности деталей из композитов с открытой пористостью, полученных окружной намоткой, на основе многомасштабных численных моделей.

При выполнении диссертационной работы автор освоил численные методы для расчетов поведения материалов и конструкций в условиях статического нагружения, изучил вопросы, связанные с микроструктурой втулок из композитов с открытой пористостью и их физико-механическими свойствами, разработал расчетно-экспериментальную методику оценки остаточных межслойных трансверсальных напряжений, выполнил оценку несущей способности втулок опорного катка гусеничного движителя.

Автором диссертационной работы самостоятельно получены результаты, обладающие научной новизной:

– Проведены экспериментальные исследования распределения физико-механических характеристик композитов с открытой пористостью по радиусу втулки, полученной окружной намоткой тканевого препрега. Установлено, что объемная доля пор, упругие и теплофизические свойства меняются от внутреннего слоя к внешнему по соответствующим линейным законам.

– На основе данных о микроструктуре в прикладном пакете Ansys Workbench разработана и верифицирована оригинальная конечно-элементная модель открытопористого тканевого стеклопластика. Модель позволяет определить полный комплекс упругих и теплофизических свойств открытопористого слоя как ортотропного упругого однородного материала для последующих расчетов напряженного состояния элементов конструкций.

Выявлен новый механизм образования остаточных технологических напряжений в композитных конструкциях, полученных намоткой тканевого препрега с постоянным натяжением. Разработана оригинальная расчетно-

экспериментальная методика оценки остаточных межслойных технологических напряжений во втулках с неоднородно распределенными по толщине ортотропными свойствами.

- Предложен новый расчетно-экспериментальный метод оценки несущей способности втулок из композитов с открытой пористостью. Выполнена оценка нагруженности элементов опорного катка в упругой постановке в пакете ANSYS Workbench. Используя разработанную численную модель, для втулок из бронзы и композита с открытой пористостью были найдены величины предельно допустимых радиальных зазоров.

Безмельницын А.В. является сформировавшимся, высококвалифицированным исследователем, способным четко формулировать цели и задачи работы, грамотно выбирать и использовать необходимые методы исследования, анализировать полученные результаты и способным решать сложные научно-технические задачи.

Результаты работы, несомненно, имеют практическую значимость. При проектировании втулок из тканевых пористых композитов, обладающих ортотропными свойствами, необходимо знать все упругие и теплофизические константы слоев в трех направлениях. Их экспериментальное определение является трудоемким процессом, а в некоторых случаях не представляется возможным. Разработанная методика позволяет выполнить оценку упругих и теплофизических свойств на основе использования комплекса многоуровневых моделей и экспериментальной информации о их структуре, что позволит существенно ускорить процесс проектирования конструкций из таких композитов.

Данная диссертационная работа является результатом научной деятельности диссертанта за последние восемь лет в рамках выполнения грантов Российского научного фонда «Разработка ударостойких композитных материалов и конструкций для плавающих броневых автомобилей», выполнявшегося в ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» (проект № 14-19-00327) в 2014-16 гг. и «Разработка новых полимерных волокнистых композитных материалов с управляемой нелинейностью механического поведения и методов проектирования из них элементов турбовентиляторных двигателей», выполняющегося в ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» (проект № 18-19-00377/РНФ2018150) с 2018 г. по настоящее время.

Результаты работы опубликованы в 6 научных статьях, из них 3 – в изданиях, входящих в базы данных Scopus/Web of Science и 2 статьи – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, а также докладывались на конференциях и семинарах разного уровня.

Считаю, что диссертация Безмельницына Александра Викторовича является законченной научной работой и удовлетворяет требованиям ВАК, а диссертант является сложившимся исследователем и заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Научный руководитель:

профессор кафедры технической механики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», доктор технических наук, профессор

С.Б. Сапожников

г. Челябинск, пр. Ленина, д.76, 454080

Тел.: +7(912) 795-72-71

E-mail: sapozhnikovsb@susu.ru

01.02.2021

Докторская диссертация защищена

по специальностям:

01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела

01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

