

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Безмельницына А.В.

"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.

Актуальность выбранной темы исследования автором очевидна.

Применение в опорах скольжения стеклопластиковых втулок, полученных намоткой с последующим отверждением при высокой температуре из тканевых препрегов вместо аналогичных втулок из дорогостоящей бронзы, имеют определенные предпочтения. В таких композитах открытые поры являются емкостью для консистентной смазки, делают конструкцию опоры "умной", то есть самосмазывающейся в процессе движения в режиме сухого трения. Эта особенность позволяет отказаться от централизованной системы смазки, имеющей место в подшипниках скольжения с бронзовыми втулками и существенно снизить затраты на эксплуатацию. Композиты с открытой пористостью более податливы в трансверсальном направлении, поэтому позволяют обеспечить более развитую площадку контакта с валом под нагрузкой, снизить контактные нормальные и касательные напряжения, что приводит к снижению степени износа вала и общему росту долговечности опорного узла.

При увеличении толщины втулки из подобного рода композитов растет вероятность появления дефектов типа межслойных трещин. В этом случае для толстостенных изделий с высокой пористостью, полученных окружной намоткой тканевого препрега, учет изменения физико-механических свойств слоев по толщине необходим и обязателен при анализе напряженно-деформированного состояния и оценке прочности изделия.

Целью своих диссертационных исследований автор поставил разработку методов оценки жесткости и прочности деталей из композитов с открытой пористостью, полученных окружной намоткой, на основе многомасштабных численных моделей.

В числе основных задач для достижения поставленной цели автор поставил, в частности, разработку расчетно-экспериментальной методики оценки несущей способности втулок из тканевых композитов с открытой пористостью в составе высоконагруженных опор скольжения рабочих органов дорожных машин при действии эксплуатационных нагрузок.

В качестве объектов научной новизны следует отметить, что впервые для определения полного комплекса упругих и теплофизических свойств открытопористого слоя,

как ортотропного упругого гомогенного материала использовано двухмасштабное (микро/мезо) моделирование.

Разработана расчетно-экспериментальная методика оценки остаточных межслойных технологических напряжений во втулках, возникающих в процессе изготовления за счет учета неоднородности распределения по радиусу физико-механических свойств слоев, которая была использована при создании метода оценки несущей способности втулок в условиях эксплуатации с учетом фрикционных контактов с валом и непропорционального нагружения радиальной нагрузкой и крутящим моментом на основе численного анализа напряженно-деформированного состояния.

Работа состоит из введения, четырех глав и заключения.

Во введении и первой главе обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и основные задачи последних, приведены основные результаты, показана их научная новизна и значимость, а также проведен обзор отечественной и зарубежной литературы по названной теме исследования.

Вторая и третья глава посвящены изучению микроструктуры, экспериментальным и расчетным исследованиям физико-механических и триботехнических свойств толсто-стенных втулок из стеклопластика с тканевым армированием, представляющим композит с открытой пористостью. В результате был получен комплекс физико-механических свойств волокна и матрицы, а также определены упругие теплофизические и механические свойства однонаправленного композита, как трансверсально изотропного тела. В этих же главах были оценены остаточные технологические напряжения при изготовлении стеклопластиковых втулок, появляющихся при неравномерной температурной усадке.

Серцевинной работы является четвертая глава, в которой разработана новая расчетно-экспериментальная методика оценки несущей способности втулок опорного катка гусеничного движителя трубоукладчика ТР-20, изготовленных из композита с открытой пористостью методом намотки стеклоткани в сравнении с типовой втулкой из бронзы Бро10Ц2. Данная методика позволяет производить расчеты на прочность слоистых пластиков при трехмерном напряженном состоянии с учетом эффекта изменения межслойной сдвиговой прочности при поперечном растяжении и сжатии и показывать хорошее согласие с экспериментом по известному критерию Дэниэла.

Кроме этого основного результата, как показано в заключении, следует отметить:

- разработанную оригинальную конечно-элементную модель мезоструктуры тканевого стеклопластика, позволяющую определять полный набор физико-механических характеристик эквивалентного ортотропного упругого гомогенного материала;

- некоторые новые экспериментальные данные о распределении механических и теплофизических свойств композитов с открытой пористостью по радиусу втулки, полученной намоткой тканевого препрега с постоянным натяжением, иллюстрирующие существенную неоднородность распределения этих свойств по толщине;

- новый механизм образования остаточных технологических напряжений во втулках из композита с открытой пористостью, связанных в процессе намотки с изменением по радиусу его микроструктур, упругих и теплофизических свойств, а также расчетно-экспериментальный метод оценки величины этих напряжений.

К недостаткам работы, судя по автореферату, следует отнести то, что автор недостаточно четко излагал выводы полученных результатов по каждой главе.

В целом по актуальности, содержанию, научной новизне и практической значимости, работа автором выполнена на достаточно высоком научном уровне, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также выбранной специальности, а ее автор Безмельницын Александр Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Старший научный сотрудник отдела
фундаментальных проблем аэрокосмических
технологий Федерального Государственного
бюджетного учреждения науки Южно-Уральский
федеральный научный центр минерологии и геоэкологии
Уральского отделения Российской академии наук,
доктор технических наук

Подпись Болтаева П.И. заверяю:

Начальник отдела кадров Федерального
Государственного бюджетного учреждения науки
Южно-Уральский федеральный научный центр
минерологии и геоэкологии Уральского отделения
Российской академии наук

Петр Иванович Болтаев
2021

Марина Николаевна Потапкина
21.05.2021

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Южно-Уральский федеральный научный центр минерологии и геоэкологии Уральского отделения Российской академии наук
456317, Челябинская область, г. Миасс, тер. Ильменский заповедник