

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.18
по диссертации Рогожниковой Елены Николаевны
на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Диссертация: «Разработка методики диагностики технического состояния корпусов РДТТ при частичном расслоении узлов стыка» по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов принята к защите «23» декабря 2022 г. (протокол заседания №9) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.18, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от «5» октября 2022 г. № 93-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым – четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 1792-р.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Публичном акционерном обществе «Научно-производственное объединение «Искра».

Научный руководитель Бульбович Роман Васильевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Ракетно-космическая техника и энергетические системы» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Официальные оппоненты:

Сапожников Сергей Борисович, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник кафедры технической механики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» (г. Челябинск),

Михайловский Константин Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (г. Москва).

Ведущая организация: Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт специального машиностроения» (г. Хотьково) (отзыв ведущей организации утвержден первым заместителем генерального директора и генерального конструктора Кульковым Александром Алексеевичем, доктором технических наук, профессором, заслушан на заседании секции №3 научно-технического совета (протокол № 1-2023, 30.01.2023г.) и подписан Калединым Владимиром Олеговичем, кандидатом технических наук, начальником отделения «Центр прочности»-заместителем главного конструктора по прочности).

Отмечено, что диссертационная работа соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. №842, а ее автор – Рогожникова Елена Николаевна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается областью их компетентности и научной деятельностью, связанной с исследованиями влияния расслоений на физико-механические свойства полимерно-композиционных материалов и напряженно-деформированное состояние конструкций из них с использованием численных и экспериментальных методов.

На автореферат и диссертацию поступило отзывов:

1. Арефьев Константин Юрьевич, д-р техн. наук, начальник отдела «Аэрокосмические двигатели» ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова».
2. Евгеньев Алексей Майевич, канд.техн. наук, первый заместитель начальника отделения, Писарев Александр Юрьевич, канд.техн. наук, заместитель начальника отдела АО «Корпорация «МИТ».
3. Дорохин Дмитрий Иванович, канд.техн. наук, ведущий научный сотрудник 451 лаборатории 45 отдела центра боевых припасов и спецхимии, Ладных Сергей Дмитриевич, канд.техн. наук, ведущий научный сотрудник 451 лаборатории 45 отдела центра боевых припасов и спецхимии ФГУП «ЦНИИХМ».
4. Ракипов Ренат Гусманович, ведущий инженер-конструктор отдела двигательных установок, Рохлин АвирРахмилович, канд.техн. наук, заместитель начальника конструкторского отдела АО «ОКБ «Новатор».
5. Гафаров Борис Равильевич, канд.техн. наук, врио начальника отдела 15 ФГУП «ФЦДТ «Союз», г. Дзержинский.
6. Дегтярев Сергей Антонович, канд.техн. наук, начальник сектора отделения 2, Тимаров Алексей Георгиевич, канд.техн. наук, ведущий научный сотрудник отделения 2 АО ГНЦ «Центр Келдыша».

Все полученные отзывы положительные, указанные недостатки не являются определяющими, частично носят дискуссионный характер и в целом не снижают высокой оценки работы. Во всех отзывах отмечено, что диссертационная работа является полным, законченным исследованием, соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Рогожникова Елена Николаевна заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

По теме диссертации соискателем опубликовано двенадцать научных трудов, из них три в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени и одна работа – в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Рогожникова, Е.Н. Влияние кольцевых расслоений на прочность штифто-шпилечного соединения в органопластиковых корпусах / Е.Н. Рогожникова // Вопросы оборонной техники. Сер. 15. Композиционные неметаллические материалы в машиностроении. – 2017. – № 2(185). – С. 3–6.

2. Соколовский, М.И. Влияние межслоевого дефекта в композиционном материале на несущую способность резьбового соединения / М.И. Соколовский, Е.Н. Рогожникова, С.В. Патрулин, А.Б. Ознобишин // Вопросы оборонной техники. Сер. 15. Композиционные неметаллические материалы в машиностроении. – 2018. – № 2(190). – С. 3–8.

3. Бульбович, Р.В. Численно-экспериментальное исследование многослойных цилиндрических корпусов с локальными расслоениями / Р.В. Бульбович, А.Б. Ознобишин, Е.Н. Рогожникова // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. – 2020. – № 63. – С. 40–51.

4. Рогожникова, Е.Н. Расчет НДС и оценка прочности сегментированной цилиндрической оболочки из композиционных материалов с металлическими вкладышами / Е.Н. Рогожникова, А.Н. Аношкин, Р.В. Бульбович // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2022. – (1). – С. 102–114.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая авторская расчетно-экспериментальная методика оценки технического состояния корпусов РДТТ при частичном расслоении узлов стыка;

предложены математические модели и алгоритм поэтапного трехмерного анализа напряженно-деформированного состояния композитных оболочек, составленных из разнородных композитных структур и имеющих межслойные расслоения;

доказана перспективность применения разработанной методики в процессе проектирования и расчетно-экспериментальной отработки изделий, поскольку ее использование позволяет оценивать качество изготовленных корпусов и возможность их последующей эксплуатации;

введен коэффициент несплошности, по результатам испытаний предварительно подготовленных кольцевой намоткой образцов с внесенными расслоениями, который позволил оценить влияние уровня расслоения на деформационные и прочностные свойства КМ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: **доказано** влияние расслоения на напряженно-деформированное состояние корпуса в зоне штифто-шпилечного соединения многослойной композиционной оболочки, что определяет уровень снижения несущей способности резьбового соединения при появлении межслоевых дефектов в композитном материале;

применительно к проблематике диссертации результативно использован программный комплекс ANSYS Workbench, широко применяющийся для моделирования напряженно-деформированного состояния многослойных конструкций;

изложены основные этапы расчетно-экспериментальной методики оценки технического состояния корпусов РДТТ при частичном расслоении узлов стыка, позволяющей оценить влияние уровня расслоений на деформационные и прочностные свойства КМ;

раскрыты особенности несплошности реальных изготовленных корпусов РДТТ и снижения допустимых напряжений;

изучен характер несплошности в изготовленных корпусах, обеспечивающий исходную информацию для постановки задачи математического моделирования прочностного состояния корпуса и оценки статической прочности на основе анализа НДС композитных конструкций с учетом несплошностей;

проведена модернизация математических моделей и алгоритма численных исследований НДС композитного корпуса с расслоениями, обеспечивающая получение новых научных результатов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена методика оценки технического состояния композитных корпусов РДТТ при наличии в них межслоевых расслоений в расчетно-методическую базу ПАО НПО «Искра» (г. Пермь), акт о внедрении «Методики диагностики технического состояния РДТТ при частичном расслоении узлов стыка» от 03.02.2022г.

определены перспективы практического использования методики для оценки влияния расслоения на НДС корпуса и определения уровня снижения несущей способности резьбового соединения при появлении межслоевых дефектов в композитном материале;

создан алгоритм прогнозирования прочности НДС и жесткости крупногабаритной многослойной цилиндрической конструкции из КМ, обладающий хорошими сервисными возможностями и включающий в себя: построение твердотельных и сеточных моделей; прогнозирование и назначение физико-механических свойств композиционного материала с различной схемой намотки; назначение граничных условий и контактирующих областей; обработку полученных результатов и оценку статической прочности расчетной области с дефектом типа «расслоение»;

представлены результаты испытаний кольцевых образцов с внесенными дефектами, которые позволили оценить влияние уровня расслоения, определяемого введенным коэффициентом несплошности, на деформационные и прочностные свойства КМ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ используются методы статистической обработки данных дефектограмм по результатам акустического контроля; разработанная методика подтверждена верификацией результатов расчета НДС крупногабаритной многослойной конструкции, полученных по разработанному алгоритму прогнозирования жесткости и прочности НДС, экспериментальным исследованием радиальных перемещений силовой оболочки, нагруженной внутренним давлением;

для численного моделирования использован программный комплекс ANSYS Workbench, апробирован в ПАО НПО «Искра» по результатам сравнения результатов расчета с результатами экспериментальных исследований;

теория построена на известных законах механики деформированного твердого тела, компьютерного моделирования в программной среде ANSYS Workbench;

идея базируется на экспериментально-теоретическом обобщении информации о влиянии технологических расслоений на прочность изготавливаемых композитных конструкций;

использованы современные методики сбора и обработки исходных результатов экспериментов и выполнения численных расчетов;

установлено, что результаты численного моделирования имеют удовлетворительное совпадение с результатами экспериментов;

использованы современные методики получения и обработки исходной информации, представлены результаты испытаний кольцевых образцов из органопластика.

Личный вклад соискателя состоит в:

выполнении литературного обзора современного состояния работ по причинам образования дефектов типа расслоений в тонкостенных конструкциях из ПКМ и постановке задач исследования проблемы; **участии** в формировании этапов проведения исследований и анализе получаемых результатов, планировании экспериментов по исследованию влияния расслоений композиционного материала на его механические характеристики; **изготовлении образцов; обработке** результатов экспериментов с учетом экспертной квалитметрии; **разработке** экспертной оценки влияния расслоений композиционного материала на физико-механические характеристики материала композита, алгоритма поэтапного анализа прогнозирования прочности НДС и жесткости крупногабаритной многослойной цилиндрической конструкции из КМ и методических рекомендаций по анализу критичности технологических расслоений.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 с учетом дополнений от 26.09.2022г., соответствует требованиям раздела 2 «Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ» утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 09 декабря 2021 г. № 4334-В. В работе изложены решения актуальной научной задачи по оценке влияния расслоений на прочностные и жесткостные физико-механические характеристики конструкций корпусов РДТТ из ПКМ. Применение разработанной методики в процессе проектирования и расчетно-экспериментальной отработки изделий, позволит надежно оценивать качество изготовленных корпусов, имеет важное значение для предприятий и организаций, сфера деятельности которых включает проектирование, отработку и изготовление крупногабаритных корпусных конструкций сложной формы и структуры из слоистых полимерных композитов.

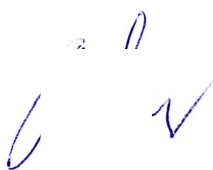
На заседании «3» марта 2023г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.18

принял решение присудить Рогожниковой Елене Николаевне ученую степень кандидата технических наук (протокол заседания № 3).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 14, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета Д ПНИПУ.05.18,


доктор технических наук,
доцент

 Модорский Владимир Яковлевич

Ученый

диссертационного совета Д ПНИПУ.05.18,

доктор
профессор

 Нихамкин Михаил Шмерович

« _____ » _____ 2023 г. м.п.