

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.04 (Д 212.125.15)

Соискатель: Устинов Андрей Анатольевич

Тема диссертации: «Расчетно-экспериментальная оценка устойчивости конструкционных клеевых соединений к критическому и докритическому росту трещин с использованием модели когезионной зоны при квазистатическом нагружении» выполнена на кафедре «Технологии композиционных материалов, конструкций и микросистем» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Специальность: 2.6.17 – Материаловедение

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации: на заседании 02 декабря 2021 года, протокол № 158/21, диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, по научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению она удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить **Устинову Андрею Анатольевичу** ученую степень кандидата технических наук

Присутствовали:

Мамонов А.М. – председатель диссертационного совета;

Скворцова С.В. – ученый секретарь диссертационного совета;

Члены диссертационного совета:

Абраимов Н.В., Бабаевский П.Г., Бецоффен С.Я., Егорова Ю.Б., Жуков А.А.,

Коллеров М.Ю., Конкевич В.Ю., Костина М.В., Лозован А.А., Моисеев В.С.,

Никитина Е.В., Серов М.М., Терентьева В.С., Шляпин С.Д., Шляпин А.Д.,

Эпельфельд А.В.

Ученый секретарь
диссертационного совета

С.В. Скворцова

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.04 (Д 212.125.15),
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 2 декабря 2021 года № 158/21

О присуждении Устинову Андрею Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Расчетно-экспериментальная оценка устойчивости конструкционных клеевых соединений к критическому и докритическому росту трещин с использованием модели когезионной зоны при квазистатическом нагружении» по специальности 2.6.17 – «Материаловедение» принята к защите 23 сентября 2021 г., протокол № 139/21 диссертационным советом 24.2.327.04 (Д 212.125.15), созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4, приказ о создании совета № 129/нк от 22.02.2017г. и приказ о внесении изменений в состав совета № 692/нк от 18.11.2020г.

Соискатель Устинов Андрей Анатольевич, 1992 года рождения, в 2015 году закончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «МАТИ — Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского», в 2019 году окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», работает инженером на кафедре «Технологии композиционных материалов, конструкций и

микросистем» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет Министерства науки и высшего образования Российской Федерации).

Диссертация выполнена на кафедре «Технологии композиционных материалов, конструкций и микросистем» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук Козлов Николай Алексеевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра «Технологии композиционных материалов, конструкций и микросистем», профессор.

Официальные оппоненты:

Чалых Анатолий Евгеньевич, доктор химических наук, профессор, ФГБУН Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской Академии Наук, лаборатория «Структурно-морфологических исследований», главный научный сотрудник;

Гладких Светлана Николаевна, кандидат химических наук, Научно-производственная фирма «Адгезив», отдел герметиков, ведущий специалист, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Публичное Акционерное Общество "Ракетно-космическая корпорация "Энергия" имени С.П. Королёва", г. Королёв, в своем положительном отзыве, подписанном Копылом Н.И., кандидатом технических наук, и утвержденном генеральным директором Озаром И.Я., указала, что по научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9 – 14 Положения о присуждении учёных степеней в редакции Постановления Правительства РФ от

24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – «Материаловедение».

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 2 работы.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Бабаевский П.Г., Козлов Н.А., Салиенко Н.В., Устинов А.А. Использование модели когезионной зоны и метода конечных элементов для анализа трещиностойкости клеевых соединений // «Клеи. Герметики. Технологии» - №8 – 2019 - DOI: 10.31044 / 1813-7008-2019-0-8-33-38 - С. 33-38.

2. Бабаевский П.Г., Козлов Н.А., Салиенко Н.В., Устинов А.А. Анализ трещиностойкости клеевых соединений с использованием метода конечных элементов и модели когезионной зоны // Ученые записки физического факультета Московского университета. - 2019 - № 2. - с.(1920402-1)-(1920402-6).

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных Устиновым А.А. работах.

На автореферат поступило 8 отзывов: от Института синтетических полимерных материалов им. Ениколопова РАН за подписью ведущего научного сотрудника лаборатории твёрдофазных химических реакций, д.ф.-м.н., Александрова А.И.; от ПАО Туполев за подписью заместителя управляющего директора по проектированию и испытаниям, Палатникова А.А.; от ФГУП «ЦНИИХМ» за подписью начальника лаборатории НИЦ нанотехнологий, к.т.н., Суздальцева С.Ю.; от АО «КОМПОЗИТ» за подписью начальника отдела 0241, к.т.н. Михайловского К.В.; от АО «НИИГрафит» за подписью заместителя директора по науке и инновациям, к.т.н., Гареева А.Р.; от АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина за подписью старшего научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории исследований и разработки неметаллических сотовых наполнителей и технологий их изготовления, к.т.н., Волкова В.С.; от НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ за подписью главного научного сотрудника лаборатории клеев и клеевых препрегов, д.т.н., профессора Петровой А.П.; от АО «Компания «Сухой» за подписью заместителя главного

конструктора, начальника научно-исследовательского отделения технологии, к.т.н., доцента Филатова А.А.

Все отзывы положительные, в них отражена научная новизна, актуальность и практическая значимость работы, некоторые отзывы содержат замечания, например:

- В качестве замечания можно отметить, что в главе 5 приведены данные по численному моделированию только для клея ВК-9 и нет данных по аналогичным расчетам для других типов выбранных клеев.

- В работе не исследованы, вторая и смешенная моды разрушения и целесообразно изучить их в дальнейших работах.

- Указано, что в процессе склеивания образцов приложено давление примерно 0,5 кгс/см². Каким образом с помощью струбцин обеспечивается и регулируется данное давление? Исходя из чего назначен режим термообработки именно при 120 °С?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области данной диссертационной работы, подтвержденной наличием у них соответствующих публикаций, а также их согласием.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана 3D модель критического роста трещины в конструкционных клеевых соединениях, полученная имплантацией в метод конечных элементов модели когезионной зоны, позволяющая рассчитывать нагрузку начала расслоения с высокой точностью при минимальном объеме вычислений,

предложены алгоритм и расчетная методика оценки кинетики докритического роста трещины в конструкционных клеевых соединениях при длительных квазистатических нагрузках, основанная на суммировании микроступенчатых ее подрастаний на длину когезионной зоны,

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность использования физической модели когезионной зоны для оценки кинетики докритического роста трещины в конструкционных клеевых

соединениях при длительных квазистатических нагрузках.

Применительно к проблематике диссертации результативно использованы современный микромеханический подход к оценке роста трещин и метод численного конечно-элементного моделирования,

изложены результаты исследований локальных деформационно-прочностных свойств когезионной зоны при испытании на разрыв по моде нагружения I пластин из алюминиевого сплава Д16, склеенных тремя типами конструкционных эпоксидных клеев марок ВК-9, ЭПК-1 и К-300-61,

изучены кинетические зависимости изменения максимального напряжения σ_c и максимального раскрытия δ_{max} для клеевого соединения Д16/ВК-9 при длительной выдержке. Установлено, что в течение первых 30 суток испытаний происходит интенсивное снижение параметров σ_c и δ_{max} , а последующая выдержка в течение 74 суток практически не приводит к их изменению.

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

разработана методика применения модели когезионной зоны в методе конечных элементов для выбора клея при проектировании и расчете клеевых соединений в элементах конструкций авиационной и ракетно-космической техники, позволяющая повысить их устойчивость как к зарождению, так и росту уже существующих трещин,

представлены кинетические G-V диаграммы, которые позволяют проводить прогнозирование статической долговечности конструкционных клеевых соединений с дефектами заданного типа, длительно эксплуатируемых в заданных климатических условиях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании с применением современных методов исследования, показана воспроизводимость результатов измерения механических свойств; обработка результатов проводилась с использованием методов математической статистики;

идея базируется на анализе практики и обобщении передового опыта

использования микромеханических моделей для анализа трещиностойкости полимерных материалов;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном и активном участии в формировании цели и задач исследования, в проведении теоретических и экспериментальных исследований, анализе и обработке полученных результатов, их обобщении, формулировке рекомендаций и выводов по диссертации, в подготовке основных публикаций по теме диссертации.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

– Тема вашей работы звучит как «Расчетно-экспериментальная оценка устойчивости», но нигде в докладе оно не упоминается. В моём представлении устойчивость, например, в оболочках – это потеря устойчивости под действием сжимающей силы. Что вы понимаете под устойчивостью? Вы не рассматривали вязкость разрушения?

– Скажите, если вы определили, что разрушение у вас идёт по адгезионному механизму, почему же вы тогда моделируете поведение самого клея, когезионное? Оценивали ли шероховатость поверхности и реальную площадь клеевого соединения?

– Почему вы взяли модель Баренблатта, а не модель, например, Черепанова?

Соискатель Устинов А.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

– Устойчивость, в рамках данной работы – способность клеевого соединения переносить внешние нагрузки. В работе мы как раз создаём модель и методику для оценки его способности переносить внешнюю нагрузку. К данным клеевым соединениям мы применяли линейную упругую механику разрушения, которая рассматривает именно упругое разрушение. А модель Баренблатта добавляет к этому подходу, что у нас в вершине трещины происходит постепенный разрыв атомно-молекулярных связей. То есть мы рассматриваем именно упругое разрушение;

– В работе мы определяли энергетический параметр трещиностойкости и локальные характеристики клеевого соединения, которые комплексно его характеризуют и их было достаточно для работы модели, которую мы разрабатывали;

– В численном подходе, который активно используется для оценки трещиностойкости клеевых соединений в составе авиационной и ракетно-космической техники, как правило используется модель когезионной зоны, либо метод виртуального раскрытия трещины. Именно модель Баренблатта лежит в основе модели когезионной зоны, поэтому была выбрана она.

На заседании 2 декабря 2021 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения по разработке 3D модели критического роста трещины и алгоритма оценки кинетики докритического роста трещины в клеевых соединениях для прогнозирования их статической долговечности с дефектами заданного типа, имеющие существенное значение для развития страны, присудить Устинову А.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности 2.6.17 – «Материаловедение», участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Мамонов Андрей Михайлович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Скворцова Светлана Владимировна

02 декабря 2021 года

Начальник отдела УДО МАИ
Т.А. Аникина

