

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 31.1.002.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»  
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «КУРЧАТОВСКИЙ  
ИНСТИТУТ (НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ» - ВИАМ), РОССИЙСКАЯ  
ФЕДЕРАЦИЯ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от «03» июля 2025 г. № 9

О присуждении Старкову Алексею Игоревичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Полимерные композиционные материалы пониженной горючести на основе клеевых препрегов» по специальности 2.6.11. «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов» принята к защите «25» апреля 2025 г. (протокол заседания № 6) диссертационным советом 31.1.002.01, созданным на базе федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Российская Федерация, 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 17, приказ Минобрнауки России от 24.10.2022 г. № 1363/нк «О выдаче разрешения на создание совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук на базе федерального государственного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Соискатель Старков Алексей Игоревич, 06 июля 1989 года рождения, в 2012 году окончил магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования



«Московский государственный университет дизайна и технологии» по направлению «Химическая технология и биотехнология». В 2015 году окончил аспирантуру при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский государственный университет дизайна и технологии» по специальности 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов». Справка № 25/049 о сдаче кандидатских экзаменов выдана 17.02.2025 г.

Старков Алексей Игоревич с 2017 г работает в НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ в лаборатории № 614 «Клеи и клеевые препреги», с июля 2022 г. и по настоящее время в должности начальника сектора «Клеевые препреги».

Диссертация выполнена в лаборатории № 614 «Клеи и клеевые препреги» федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Российская Федерация.

Научный руководитель – кандидат технических наук, Куцевич Кирилл Евгеньевич, начальник лаборатории № 614 «Клеи и клеевые препреги» федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Российская Федерация.

Официальные оппоненты:

- Дедов Александр Васильевич, Доктор технических наук, преподаватель кафедры «Инновационные материалы принтмедиаиндустрии» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет»;

- Насонов Федор Андреевич, кандидат технических наук, ведущий технолог 2 класса отдела 48 НИО-21 публичного акционерного общества «Объединенная авиастроительная корпорация» Опытного-конструкторского бюро «Сухого», корпорация Ростех;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный



исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой производства летательных аппаратов, доктором технических наук, профессором Халиулиным Валентином Илдаровичем, профессором кафедры производства летательных аппаратов, доктором химических наук, профессором Амировой Лилией Миниахмедовной и утвержденным первым проректором – проректором по научной и инновационной деятельности, доктором технических наук, доцентом Бабушкиным Виталием Михайловичем указала, что в работе Старкова Алексея Игоревича решена важная актуальная и перспективная задача по разработке технологии изготовления клеевых препрегов на основе углеродных и стеклянных наполнителей, а также технологии изготовления трехслойных сотовых конструкций из ПКМ на основе разработанных клеевых препрегов.

Диссертационная работа Старкова А.И., представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является научно-квалификационной работой, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

По научному уровню, полученным результатам и оформлению диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а ее автор, Старков Алексей Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании кафедры производства летательных аппаратов протокол № 8 от 21 мая 2025 г.

По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, из них 4 в изданиях, входящих в перечень ВАК и 1 в журналах, включенных в международные системы цитирования и 1 патент РФ.

В опубликованных работах содержатся основные научные и практические результаты, изложенные в диссертационной работе соискателя.



Все работы выполнены в соавторстве, личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке задач, проведении экспериментальных исследований, сборе и интерпретации данных, разработке научно-технической документации.

Наиболее значительные работы:

1. Старков А. И., Куцевич К. Е., Тюменева Т. Ю., Петрова А. П. Клеевые препреги пониженной горючести, предназначенные для изготовления интегральных и трехслойных сотовых конструкций авиационной техники. Труды ВИАМ. электрон. науч.-технич. журн., 2022 № 5 (111), С. 41-52. URL: <http://www.viam-works.ru>. dx.doi.org/ 10.18577/2307-6046-2022-0-5-41-52;

2. Старков А.И., Куцевич К.Е., Петрова А.П., Антюфеева Н.В. К вопросу о выборе температурно-временного режима отверждения препрега углепластика КМКУ-6.80.SYT49(S) на основе клеевого связующего пониженной горючести. Труды ВИАМ. электрон. науч.-технич. журн., 2023 №3, С. 29-38. URL: <http://www.viam-works.ru>. dx.doi.org/ 10.18577/2307-6046-2023-0-3-29-38;

3. Старков А.И., Исаев А.Ю, Куцевич К.Е. Комплексная оценка воздействия эксплуатационных и климатических испытаний на изменение прочностных свойств полимерных композиционных материалов на основе клеевых препрегов. Часть 1. Углепластик марки ВКУ-59. Труды ВИАМ. электрон. науч.-технич. журн., 2024 №3, С. 91-100 URL: <http://www.viam-works.ru>. dx.doi.org/ 10.18577/2307-6046-2024-0-3-91-100;

4. Старков А.И., Исаев А.Ю, Куцевич К.Е. Комплексная оценка воздействия эксплуатационных и климатических испытаний на изменение прочностных свойств полимерных композиционных материалов на основе клеевых препрегов. Часть 2. Стеклопластик марки ВПС-68. Труды ВИАМ. электрон. науч.-технич. журн., 2024 №4, С.98-107. URL: <http://www.viam-works.ru>. dx.doi.org/ 10.18577/2307-6046-2024-0-4-98-107.

Публикации, индексируемые базами Web of Science и Scopus:

4. Antyufeeva N.V., Starkov A.I. The influence of the content of halogen-containing oligomer in the composition of VSK-14-6 adhesive binder on the kinetics of the curing process of prepregs on different fillers and a comparative analysis of the



curing kinetics of prepregs based on VSK-14-1 adhesive binder // Polymer science, Series D. 2023. Vol. 16, № 4. P. 882-891.

В ходе выполнения диссертационной работы получен патент на изобретение:

- Патент 2676634 Российская Федерация, СПК: C08L 63/00; C08L 9/00; C08J 5/24. Препрег на основе клеевого связующего пониженной горючести и стеклопластик, углепластик на его основе / Каблов Е.Н., Тюменева Т.Ю., Куцевич К.Е., Хина М.Б., Старков А.И., Хайретдинов Р.Х.; заявитель и правообладатель ФГУП «ВИАМ» 2018114527 заявл. 19.04.2018; опубл. 09.01.2019, бюл. № 1.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв на диссертацию ведущей организации подписан заведующим кафедрой производства летательных аппаратов, доктором технических наук, профессором Халиулиным Валентином Илдаровичем, профессором кафедры производства летательных аппаратов, доктором химических наук, профессором Амировой Лилией Миниахмедовной и утвержден первым проректором – проректором по научной и инновационной деятельности, доктором технических наук, доцентом Бабушкиным Виталием Михайловичем. Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании кафедры производства летательных аппаратов протокол №8 от 21 мая 2025 г. Отзыв положительный.

Имеются следующие замечания:

- в диссертационной работе указан углеродный жгут УВ-12К, но отсутствуют сведения о производителе;

- в главах 3.5.3.1 и 3.5.3.2 посвященных исследованию изменения характера свойств углепластика марки ВКУ-59 и стеклопластика марки ВПС-68 при воздействии внешних факторов отсутствуют исследования пределов прочности при растяжении и межслоевом сдвиге, т.к. результаты указанных исследований могли бы дать более полное представление о влиянии внешних факторов имитирующих эксплуатационные на свойства ПКМ;

Желательно полученные значения по содержанию клеевого связующего марки ВСК-14-6 в элементарных панелях толстостенной панели из углепластика марки ВКУ-59 представить в табличной форме.

2. Отзыв на диссертацию официального оппонента – Дедова Александра Васильевича, доктора технических наук, преподавателя кафедры «Инновационные материалы принтмедиаиндустрии» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет». Отзыв положительный.

Имеются замечания:

- в главах 3.5.3.1 и 3.5.3.2 посвященных исследованию изменения характера свойств углепластика марки ВКУ-59 и стеклопластика марки ВПС-68 при воздействии эксплуатационных факторов отсутствуют исследования пределов прочности при растяжении и межслоевом сдвиге, что вероятно не позволяет сделать полноценный вывод о воздействии эксплуатационных факторов на комплекс физико-механических свойств ПКМ;

- на рисунке 42 характеризующий степень отверждения клеевого связующего марки ВСК-14-6 в элементарных панелях углепластика ВКУ-59 отсутствует подпись оси;

- на рисунках 44а и 44б приводятся данные о прочности при растяжении образцов углепластика марки ВКУ-59 изготовленных из элементарных панелей толстостенной панели углепластика марки ВКУ-59, однако на рисунке указано просто «Предел прочности».

Однако, высказанные замечания ни в коей мере не снижают ценности работы Старкова А.И. «Полимерные композиционные материалы пониженной горючести на основе клеевых препрегов», которая соответствует специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов. Автором проделан и систематизирован большой объем экспериментальных и теоретических исследований. Работа выполнена на высоком научном уровне, изложена четким языком.

3. Отзыв на диссертацию официального оппонента – Насонова Федора Андреевича, кандидата технических наук, ведущего технолога 2 класса отдела 48 НИО-21 публичного акционерного общества «Объединенная авиастроительная корпорация» Опытно-конструкторского бюро «Сухого». Отзыв положительный.



Имеются замечания:

- по тексту диссертации встречается наименование «композиционные материалы» и «композитные материалы», в том числе в пределах одного раздела (например с. 12, 14, 17 и т.д.). Встречается одновременное упоминание «карбоновое волокно», «углеродное волокно» (например, с. 17). Целесообразно уточнить, чем обусловлен порядок применения данной терминологии;

- наряду с эпоксидными смолами называются фенолформальдегидные, кремнийорганические, а также полиамидные композиты (с. 12). Целесообразно пояснить, что имеется ввиду;

- в подразделе 1.3 (с. 15) говорится, что «вплоть до начала XX века процесс изготовления тонких и гибких стекловолокнистых материалов являлся труднодоступным». Исходя из следующего утверждения, что первое стекловолокно было создано в 1936 году, данный процесс (первое предложение) скорее являлся не труднодоступным, а вовсе невозможным. Просматривается историческая неточность в утверждении «С начала существования Советского Союза углеродные волокнистые материалы были признаны стратегически важными, определяющими технологическую независимость и обороноспособность страны...» (с.18). Целесообразно уточнить;

- некорректно звучат словосочетания «с укреплением углеродными волокнами» (с. 18), «армировочные волокна» (с. 17), удачнее применить «армирующие волокна», «армирование углеродными волокнами»;

- в пределах одного подраздела (1.3.1) по-разному дано определение углеродным волокнам, в частности количество углерода от 92,0 % до 99,9 % (с. 17) и от 92 % до 99,99 % (с. 20);

- на с. 21 сказано: «...особенности распределения волокон имеют свою специфику, несущую трансверсальные и сдвиговые напряжения, что негативно влияет на адгезию между материалом и волокнами». Вероятнее всего здесь имеется ввиду отвержденное связующее (матрица);

- на с. 25 неудачно даны выражения: «...материалы включают в себя весь спектр существующих и разрабатываемых видов композитных веществ...»; «Связующие, применяемые в авиастроении, включают автоклавное формование, вакуумное формование, процесс пропитки...» и др.;

- рекомендуется обозначить марки и модели приборов ДСК, ДМА, других аппаратов, которые были использованы в работе;

- из текста диссертации в явном виде не понятно, проводилась ли оценка контролепригодности заготовок исследуемых и испытываемых образцов (материалов-объектов исследования), какими методами и каковы результаты контроля качества;

- в тексте встречаются орфографические и пунктуационные неточности, плохо читаемые подписи на рисунках 24 – 35 (с. 93 – 101).

Высказанные замечания имеют рекомендационный характер, не снижают общую положительную оценку диссертации и не умоляют ее научной и практической значимости.

Отзывы на автореферат:

1. Отзыв федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», подписан кандидатом технических наук, доцентом кафедры процессов горения и экологической безопасности Гудковым Максимом Андреевичем.

Присутствуют замечания:

- в таблице 2 приведены значения характеристик при растяжении и сжатии при 20 °С, однако не указано при какой массовой доле связующего получены данные значения;

- в таблице 5 при испытании образцов на равномерный отрыв обшивки от сотового заполнителя стоит уточнить характер разрушения образцов.

2. Отзыв публичного акционерного общества «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина», подписан заместителем главного конструктора ПАО «Ил» по технологичности Куликовым Владимиром Вячеславовичем.

Присутствуют замечания:

- рекомендуется привести обозначение марок и моделей приборов ДСК, ДМА и других приборов, которые были использованы в работе;



- на страницах 17 и 18 автореферата представлена информация о уровне остаточной прочности углепластика марки ВКУ-59 и стеклопластика марки ВПС-68 после воздействия внешних факторов, которые имитируют эксплуатационные условия. При этом указано, что образцы подвергались экспозиции с незащищенными торцами. Следует объяснить, почему именно использовались образцы с незащищенными торцами.

- рекомендуется уточнить теплостойкость связующего М26, используемого в пластике, приводимого в качестве зарубежного аналога.

3. Отзыв акционерного общества «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина», подписан начальником научно-исследовательского сектора разработки и испытаний электроизоляционных полимерных материалов, связующих и клеев, кандидатом технических наук Мосиюк Викторией Николаевной.

Присутствуют замечания:

- в работе не указано, каким способом определялась теплостойкость связующих ВСК-14-6 и ВСК-14-1;

- из текста на стр. 9: «Выбраны режимы, при которых получали препреги с отклонением содержания клеевого связующего  $\pm 2\%$ . Данная технология позволяет изготавливать...» не понятно, о какой «данной технологии» идет речь, если были «выбрано» несколько (судя по контексту) режимов;

- целесообразно пояснить, насколько сопоставимы прочностные характеристики используемых стеклянных наполнителей со свойствами стеклоткани, на которой изготовлен приводимый в сравнение зарубежный аналог;

- стоит также уточнить, какая теплостойкость у связующего М26, используемого в пластике, приводимого в качестве зарубежного аналога.

4. Отзыв акционерного общества «Национальный центр вертолетостроения им. М.Л. Миля и Н.А. Камова», подписан начальником управления ФКИТП, кандидатом технических наук Слизовым Александром Кузьмичем.

Имеются замечания:

- не указано оборудование, на котором были проведены исследования;



- непонятно, что за математическое моделирование было проведено в главе 3, а именно, аналитическое, численное, компьютерное и с помощью какого пакета программ;

- не представлено значение разброса характеристик на рисунках 1, 2 иллюстрирующих зависимость вязкости связующего от температурно-временных параметров.

5. Отзыв акционерного общества «Туполев», подписан директором комплексного производства, кандидатом технических наук Новиковым Геннадием Витальевичем.

Присутствуют замечания:

- в автореферате отсутствует информация о результатах испытаний разработанных материалов по показателям прочности при изгибе и межслоевом сдвиге;

- на странице 17 и 18 автореферата автором приводится информация по уровню остаточной прочности углепластика марки ВКУ-59 (стр. 17) и стеклопластика марки ВПС-68 (стр. 18) после воздействия внешних факторов имитирующих эксплуатационные в процентном исполнении с указанием, что образцы экспонировались с незащищенными торцами. Следует дать пояснение почему именно с незащищенными торцами.

6. Отзыв федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», подписан доцентом кафедры «1103 Технология композиционных материалов, конструкций и микросистем», кандидатом технических наук Червяковым Александром Анатольевичем.

Присутствуют замечания:

- в автореферате отсутствует информация о результатах испытаний разработанных материалов по показателям прочности при изгибе, межслоевом сдвиге. Не приведены критерии оценки и результаты испытаний на дымообразование и токсичность продуктов горения. Можно порекомендовать также, провести испытания разработанных материалов на трещиностойкость;

- в большинстве отсутствуют данные о стандартах, методиках, которые были использованы в работе, режимах испытаний. Рекомендуются привести



обозначение марок и моделей приборов ДСК, ДМА и других приборов и установок;

- в автореферате не указана, что за технология применена для изготовления прецизионных калиброванных клеевых препрегов, обеспечивающая минимальный разброс по содержанию клеевого связующего в них. В большинстве случаев не приводятся значения технологических параметров, особенно силовых (в частности, давление), изготовления препрегов и образцов композитов;

- в автореферате нигде не отмечено в чём отличия разрабатываемых марок клеевых препрегов КМКУ-6.80.УВ.45 и КМКУ-6.80.УВ.65, и, соответственно, КМКС-6.80.Т60(ВМП).55 и КМКС-6.80.Т60(ВМП).37. Что это за появившиеся цифры в обозначениях?;

- целесообразно было бы анализ результатов испытаний основных свойств экспериментальных образцов композитов (таблица 2 и 3) привести после результатов исследования процесса отверждения связующего. Нарушается логика повествования;

- при помощи какого математического метода моделирования (стр.10), подтверждённого методом ДСК определены сценарии реакций отверждения?;

- в таблице 5 при испытании образцов на равномерный отрыв обшивки от сотового заполнителя стоит уточнить характер разрушения образцов;

- на рисунках 6-11 автореферата приведены не микроструктуры, а микрофотографии структуры, полученные соответствующим методом микроскопии;

- желательно полученные значения по содержанию клеевого связующего марки ВСК-14-6 в элементарных панелях толстостенной панели из углепластика марки ВКУ-59 представить в табличной форме;

- в тексте присутствуют опечатки.

7. Отзыв общества с ограниченной ответственностью «Композит-Изделия», подписан директором по продажам, кандидатом технических наук Малецким Виктором Владиславовичем.

Присутствуют замечания:



- рекомендуется привести обозначение марок и моделей приборов ДСК, ДМА и других приборов, которые были использованы в работе;

- а автореферате указан углеродный жгут УВ-12К, но отсутствуют сведения о производителе;

- в качестве зарубежного аналога приводятся материалы на основе связующего М26, но отсутствует информация о теплостойкости связующего;

- в автореферате автор приводит данные об остаточной прочности углепластика марки ВКУ-59 (страница 17) и стеклопластика марки ВПС-68 (страница 18) после воздействия внешних факторов, имитирующих эксплуатационные условия. Отмечено, что образцы подвергались воздействию с открытыми торцами. Необходимо объяснить причину использования именно таких образцов.

8. Отзыв общества с ограниченной ответственностью «Сибур ПолиЛаб», подписан директором прикладные разработки, кандидатом химических наук Машуковым Василием Игоревичем.

Присутствуют замечания:

- отсутствует обозначение марок и моделей приборов ДСК, ДМА и других приборов, которые были использованы в работе;

- отсутствует численная информация о результатах испытаний на токсичность продуктов горения и дымообразующей способности;

- следует дать пояснение почему именно с незащищенными торцами была проведена экспозиция образцов углепластика и стеклопластика, в условиях, имитирующих эксплуатационные;

- в автореферате описывается механизм перераспределения связующего в составе толстостенной панели по объему, но отсутствует информация о количестве самого связующего в результате в каждой панели после автоклавного формования.

Все отзывы носят положительный характер. В отзывах отмечено, что диссертационная работа является завершенной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой и имеет существенное значение для авиационной промышленности. Работа соответствует требованиям и критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного



постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, предъявленным к диссертациям на соискание степени кандидата наук, а ее автор, Старков Алексей Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

- доктор технических наук, преподаватель кафедры «Инновационные материалы принтмедиаиндустрии» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» Дедов Александр Васильевич является признанным специалистом в области волокнистых высокопрочных полимерных системах и автором более 300 научных трудов. Под руководством и при непосредственном участии Дедова А.В. выполнен колоссальный объем научно-исследовательских работ, направленных на исследования физических и физико-механических свойств волокнистых высокопрочных полимерных систем;

- кандидат технических наук, ведущий технолог 2 класса отдела 48 НИО-21 публичного акционерного общества «Объединенная авиастроительная корпорация» Опытно-конструкторского бюро «Сухого» Насонов Федор Андреевич, автор более 90 научных трудов, является одним из ведущих ученых в области материаловедения полимерных композиционных материалов. При непосредственном участии Насонова Ф.А. проведен большой объем научно-исследовательских работ, посвященных разработке и исследованию структуры полимерных композиционных материалов, в том числе на основе клеевых препрегов.

- федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ» признанный в России и за рубежом современный образовательный комплекс, является одним из старейших ведущих технических вузов в России в статусе национального исследовательского технического университета. Специализируется в области



исследований авиационной и космической техники, информационных технологиях, машиностроении и других инженерных направлениях.

Список основных публикаций сотрудников ведущей организации за последние 5 лет:

1. Реологические аспекты термопрессования изделий из консолидированных пластин на основе термореактивных связующих / Г.М. Габдрахманова, О.Л. Хамидуллин, К.А. Андрианова, Л.М. Амирова // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2025. № 1 (778). с. 98-111.

2. Соловьев Р.И. Термоформование изделий из консолидированных листовых заготовок на основе армированного стеклотканью полипропилена / Р.И. Соловьев, Д.А. Балькаев, Л.М. Амирова // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2024. № 1. с. 164-171.

3. Константинов Д.Ю. Исследование несущей способности композитных конструкций в зоне отверстия при различных схемах армирования / Д.Ю. Константинов, В.И. Халиулин, В.В. Батраков, Р.Ю. Петрушенко // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2024. № 1. с. 154-163.

4. Андрианова К.А. Функционально-градиентный углепластик на основе эпоксидной матрицы, модифицированной термоэластопластом / К.А. Андрианова, А.А. Халиков, О.Н. Беззаметнов, Л.М. Амирова // Вопросы материаловедения. 2023. № 3 (115). с. 170-177.

5. Паймушин В.Н. Механика деформирования тест-образцов из слоистых волокнистых композитов со структурой  $[\pm 45^\circ]$  при испытаниях на растяжение и сжатие. 1. Теоретико-экспериментальные методы определения механических характеристик и параметров напряженно- деформированного состояния / В.Н. Паймушин, Р.К. Газизуллин, С.А. Холмогоров, М.А. Шишов // *Mehanika kompozitnyh materialov*. 2022. Т. 58. №3. с. 581-608.

6. Халиулин В.И. Постановка задачи и исследование армирующих компонентов для создания композитных гибридных конструкций / В.И. Халиулин, В.В. Батраков, П.А. Петров // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2022. № 4. с. 184-193.



7. Халиков А.А. Разработка состава ударопрочного связующего для полимерного композиционного материала / А.А. Халиков, О.Н. Беззаметнов, Л.М. Амирова // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2021. Т. 77. № 4. с. 85-89.

8. Дебердеев Т.Р. Обзор путей развития и применения полимерных волокнистых композиционных материалов / Т.Р. Дебердеев, К.А. Андрианова, Л.М. Амирова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2021. № 6 (396). с. 5-13.

9. Беззаметнов О.Н. Оценка влияния ударных повреждений на прочность интегральных панелей из полимерных композиционных материалов при сжатии / О.Н. Беззаметнов, В.И. Митряйкин, В.И. Халиулин, В.А. Марковцев, А.Н. Шаныгин // Вестник Московского авиационного института. 2021. Т. 28. № 4. с. 78-91.

10. Беззаметнов О.Н. Разработка методики определения стойкости к ударным воздействиям деталей летательных аппаратов из композитов с сотовым наполнителем / О.Н. Беззаметнов, В.И. Митряйкин, В.И. Халиулин, Е.В. Кротова // Вестник Московского авиационного института. 2020. Т. 27. №3. с. 111-125.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- **разработаны** и научно обоснованы температурно-временные параметры формирования монолитных конструкций из клеевых угле- и стеклопрепегов на основе связующего марки ВСК-14-6 (трехступенчатый режим отверждения: первая ступень  $(80 \pm 5)^\circ\text{C}$  в течение  $(60 \pm 5)$  минут, вторая ступень  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  в течение  $(60 \pm 5)$  минут, третья ступень  $(140 \pm 5)^\circ\text{C}$  в течение  $(180 \pm 5)$  минут), обеспечившие достижение заданного уровня прочностных характеристик (для монолитных конструкций из углепластика: прочность при растяжении  $\geq 1400$  МПа, прочность при сжатии  $\geq 900$  МПа; для монолитных конструкций из стеклопластика: прочность при растяжении  $\geq 1300$  МПа, прочность при сжатии  $\geq 550$  МПа) конструктивных элементов ПКМ.

- **предложены** и научно обоснованы температурно-временные параметры формирования трехслойных сотовых конструкций из клеевых угле- и стеклопрепегов на основе связующего марки ВСК-14-6 (двухступенчатый



режим отверждения: первая ступень ( $80 \pm 5$ ) °С в течение ( $60 \pm 5$ ) минут, вторая ступень ( $140 \pm 5$ ) °С в течение ( $180 \pm 5$ ) минут), обеспечившие формирование галтелей связующего на торцах сот правильной формы.

- **доказано**, что за счет заполнения связующим межволоконного пространства (вязкость связующего 20 – 30 Па·с при 80 °С) без образования воздушных пор, равномерного распределения связующего по объёму ПКМ и качественного формирования галтелей в трехслойных сотовых конструкциях (за счет разработанного технологического режима отверждения) разработанные материалы обладают повышенным уровнем пожарной безопасности.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- установлена связь между составом, реологическими свойствами клеевого связующего пониженной горючести и температурно-временными параметрами технологического процесса переработки клеевого препрега, изготовленного на его основе, которые обеспечивают формирование оптимальной структуры композиционного материала в процессе изготовления изделий монолитной и сотовой конструкции.

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

- **разработана** технология изготовления клеевого препрега углепластика марки ВКУ-59 на основе клеевого связующего пониженной горючести марки ВСК-14-6 с теплостойкостью 80°С и углеродного жгутового наполнителя марки УВ-12К и оформлена следующая документация: ТИ 1.595-11-1173-2018, ТУ 1-595-11-1775-2018, ТУ 1-595-УНТЦ-1930-2021 «Заготовки панелей пола из полимерных композиционных материалов». Оформлен паспорт № 1994 на углепластик ВКУ-59.

- **разработана** технология изготовления клеевого препрега стеклопластика марки ВПС-68 на основе клеевого связующего пониженной горючести марки ВСК-14-6 с теплостойкостью 80°С и стеклоткани Т-60/2(ВМП) и оформлена следующая документация: ТИ 1.595-11-1174-2018, ТУ 1-595-11-1776-2018. Оформлен паспорт № 1995 на стеклопластик ВПС-68.

- **представлена** технология изготовления монолитных и трехслойных сотовых конструкций панелей пола с обшивками из клеевых препрегов и



оформлена ТР 1.2.2757-2019 «Изготовление монолитных и трехслойных сотовых конструкций панелей пола с обшивками из клеевых угле- и стеклопрепегов на основе клеевого связующего марки ВСК-14-6».

- организован серийный выпуск разработанных клеевых препегов на сертифицированном производстве НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ.

- оформлено Решение № 11424-0182-143 об организации изготовления и поставки трехслойных сотовых заготовок панелей пола из полимерных композиционных материалов (углепластик марки ВКУ-59 и стеклопластик марки ВПС-68) производства НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ.

- углепластик марки ВКУ-59 и стеклопластик марки ВПС-68 **внедрен** в конструкторскую документацию самолетов Ил-114-300 и Ил-76МД-90А для изготовления заготовок панелей пола на основе разработанных материалов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном оборудовании.

- **идея базируется** на анализе практики изготовления монолитных и трехслойных сотовых конструкций из клеевых угле- и стеклопрепегов.

- **использованы** современные методы исследований, а также комплексные исследования большого количества экспериментальных образцов.

**Личный вклад автора состоит в:** методической постановке работы, непосредственном участии в работах по выбору клеевого связующего марки ВСК-14-6 пониженной горючести, исследованию его реологических характеристик, выбору угле- и стеклонаполнителей, разработке технологии изготовления клеевых препегов, разработке технологических режимов изготовления полимерных композиционных материалов (угле- и стеклопластика) пониженной горючести на основе клеевых препегов, разработке режимов изготовления монолитных толстостенных и трехслойных сотовых конструкций, в том числе сотовых конструкций панелей пола, за один технологический цикл, обработке экспериментальных данных, составлении выводов на основании их анализа.

В ходе защиты диссертации были заданы вопросы и высказаны критические замечания:



1. Не отмечено в чём отличия разрабатываемых марок клеевых препрегов КМКУ-6.80.УВ.45 и КМКУ-6.80.УВ.65, и, соответственно, КМКС-6.80.Т60(ВМП).55 и КМКС-6.80.Т60(ВМП).37. Что это за появившиеся цифры в обозначениях?
2. В работе не указано, каким способом определялась теплостойкость связующих ВСК-14-6 и ВСК-14-1.
3. Приводится информация по уровню остаточной прочности углепластика марки ВКУ-59 и стеклопластика марки ВПС-68 после климатических испытаний с указанием, что образцы экспонировались с незащищенными торцами. Следует дать пояснение почему именно с незащищенными торцами.
4. Почему большая разница по содержанию массовой доли связующего в элементарных панелях по слоям? В чем физика процесса?
5. Как в однонаправленной ленте можно говорить об плотняном переплетении? Что является утком?
6. В чем заключается научная новизна разработанных режимов?

Соискатель Старков А.И. согласился с замечаниями на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Последние цифры в марках клеевых препрегах КМКУ и КМКС обозначает содержание клеевого связующего в препреге и его соответственно назначение. Так, клеевые препреги марок КМКУ-6.80.УВ.45 и КМКС-6.80.Т60(ВМП).37 предназначены для изготовления деталей конструкционного назначения, а клеевые препреги марок КМКУ-6.80.УВ.65 и КМКС-6.80.Т60(ВМП).55 предназначены для изготовления сотовых конструкций.
2. Теплостойкость связующих определялась по температуре стеклования и уровню прочностных характеристик при сдвиге клеевых соединений при температуре 80 °С. Данная информация в диссертацию включена не была.
3. Экспозиция с незащищенными торцами позволяет в лабораторных условиях симитировать локальное разрушение ПКМ и определить тем самым остаточный уровень прочности образца из ПКМ при экспозиции в заданных условиях.
4. Процесс автоклавного формования толстостенной панели сопровождается перераспределением связующего в объеме материала с оттоком связующего от



средних слоев к внешним, за счет чего средние слои толстостенной панели характеризуются меньшим содержанием связующего, а внешние слои - увеличенным содержанием и, как следствие, толстостенная панель имеет повышенную прочность при растяжении средних слоев и пониженную прочность при растяжении внешних слоев.

5. Углеродная лента марки Ст-11088 изготовлена на основе углеродного жгута, который является основой ленты, утком является арамидная нить, которая скрепляет ленту. Каждая нить основы через одну чередуется с нитями утка: нить основы проходит сверху, затем снизу, повторяясь регулярно, создавая плотную и прочную ткань.

6. За счет сочетания реологических характеристик клеевого связующего пониженной горючести ВСК-14-6 (вязкость 20 – 30 Па·с при 80 °С в течение 5 часов) с установленными режимами формования, достигается заполнение межволоконного пространства без воздушных пор, в следствие чего достигается синергический эффект огнезащиты. Что подтверждено результатами микроскопии и определением горючести разработанного материала.

Соискатель указал, что все высказанные замечания будут учтены в дальнейшей научной работе.

В диссертационной работе все заимствованные источники представлены со ссылками на авторов или источник.

На заседании «03» июля 2025 г. диссертационный совет принял решение о том, что диссертация Старкова А.И. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата технических наук, и принял решение присудить Старкову А.И. степень кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов за новые научно-обоснованные технологические решения и разработки в области создания полимерных композиционных материалов пониженной горючести на основе клеевых препрегов, что имеет существенное значение для авиационной промышленности.



При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов технических наук по специальности 2.6.11. «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов», участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 0, недействительных бюллетеней – нет.

Председательствующий  
Заместитель председателя  
диссертационного совета  
д.т.н., доцент

Славин  
Андрей  
Вячеславович  
фамилия, имя, отчество  
(полностью)



Ученый секретарь  
диссертационного совета  
к.т.н.

Горбовец  
Михаил  
Александрович  
фамилия, имя, отчество  
(полностью)

Дата оформления заключения: «03» июля 2025 г.