

О Т З Ы В
официального оппонента
на диссертацию Старкова Алексея Игоревича
«Полимерные композиционные материалы пониженной горючести на
основе клеевых препрегов», представленной на соискание учёной
степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11 -
«Технология и переработка синтетических и природных полимеров и
композитов»

Актуальность диссертационной работы

В условиях импортозамещения и для снижения веса за счет замены традиционных металлических материалов на современные, разработчики авиационной техники все чаще выбирают полимерным композиционным материалам (ПКМ) с заданными прочностными характеристиками.

Для материалов, применяемых в интерьере воздушных судов и других транспортных средств, важны дополнительные требования к пожарной безопасности в пределах рабочих температур. Одной из ключевых задач обеспечения пожарной безопасности является надежное разделение зон с высокой вероятностью возникновения пожара (пожароопасных зон) от остальных элементов конструкции, таких как пассажирские и багажно-грузовые отсеки.

Для решения задачи, диссертантом предложена технология изготовления трехслойных сотовых конструкций панелей пола с обшивками из ПКМ пониженной горючести на основе клеевых препрегов.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и основных выводов, списка литературы из 125 наименований, содержит рисунков – 44, таблиц – 34. Общий объем диссертационной работы – 135 страниц машинописного текста.

Во введении приведена общая характеристика работы, дано обоснование актуальности выбранной темы, сформулированы цели и задачи исследования.

В первой главе представлен литературный обзор, в котором изложена информация об основных характеристиках наполнителей для ПКМ, таких как углеродные и стеклянные волокна.

Рассмотрены материалы на основе клеевых препрегов, которые обеспечивают высокоэффективный процесс сборки клеевых конструкций из неметаллических материалов, включая сотовые конструкции простой и сложной формы за одну технологическую операцию.

Рассмотрены типы трехслойных сотовых конструкций из ПКМ включая технологию изготовления и применения.

Вторая глава содержит информацию об используемых в работе материалах, методах исследования, в том числе для определения характеристик пожаробезопасности, проведения климатических испытаний, исследования микроструктуры ПКМ, а также определения упруго-прочностных характеристик как ПКМ, так и трехслойных сотовых конструкций конструкций.

Третья глава состоит из пяти разделов и посвящена разработке технологии изготовления клеевых препрегов на основе углеродных и стеклянных наполнителей, а также разработке режимов отверждения монолитных трехслойных сотовых конструкций из ПКМ на основе разработанных клеевых препрегов.

Проведено исследование реологии связующего марки ВСК-14-6, результаты исследований которого положены в основу разработки технологии изготовления клеевых препрегов на специализированном оборудовании.

Проведено исследование, направленное на разработку режима отверждения клеевого связующего в составе препрегов и методом ДСК, а также путем анализа микроструктуры полученных экспериментальных образцов, доказана правильность выбора технологического режима отверждения.

Определены показатели горючести, дымообразующей способности и токсичности продуктов горения углепластика марки ВКУ-59, стеклопластика марки ВПС-68 и сотовых конструкций на их основе.

Оценена остаточная прочность углепластика марки ВКУ-59 и стеклопластика марки ВПС-68, а также образцов клеевых соединений на основе клеевых препрегов с увеличенным содержанием связующего, после экспозиции в ожидаемых условиях эксплуатации.

Четвёртая глава посвящена разработке технологий изготовления клееных конструкций с применением разработанных ПКМ и разделена на два раздела.

Первый раздел посвящен разработке технологии изготовления и исследования свойств конструктивно-подобных образцов панелей пола трехслойной сотовой конструкции с обшивками из углепластика марки ВКУ-59 и стеклопластика марки ВПС-68 на основе разработанных клеевых препрегов. Рассмотрены основные типы сотовых заполнителей, проведено прототипирование конструктивно-подобных образцов панелей пола воздушного судна и проведено сравнение с аналогами.

Второй раздел посвящен разработке технологии изготовления и исследования толстостенной панели из углепластика марки ВКУ-59.

Пятая глава посвящена изложению практической реализации полученных в работе результатов. Представлена нормативно-техническая документация на разработанные клеевые препреги углепластика и

стеклопластика включая патент и паспорта, а также заготовок панелей пола на основе клеевых препрегов. Представлено 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 в интересах самолета Ил-114-300, который подтверждает очевидную практическую значимость работы.

Научная новизна полученных результатов

Диссертационная работа содержит новые научные результаты, полученные в ходе исследований и имеющие важное значение для науки и промышленности. Новизна результатов подтверждена получением патента РФ «Препрег на основе клеевого связующего пониженной горючести и стеклопластик, углепластик на его основе».

Установлено, что за счет сочетания оптимальных реологических характеристик клеевого связующего пониженной горючести ВСК-14-6 (вязкость 20 – 30 Па·с при 80 °С в течение 5 часов) и разработанным режимом отверждения, происходит равномерное распределение связующего в межволоконном пространстве без образования воздушных пустот, что обеспечивает усиленный огнезащитный эффект, который надежно защищает внутренние слои конструкции от воздействия открытого источника пламени и тем самым значительно повышает уровень пожарной безопасности.

Практическая значимость работы определяется тем, что разработанная технология изготовления ПКМ пониженной горючести на основе клеевых препрегов применительно для изготовления трехслойных сотовых конструкций панелей пола нашло практическое применение в составе действующего воздушного судна и позволило внести свой весомый вклад в реализацию процессов импортозамещения. Так выпущена нормативная документация (ТИ 1.595-11-1173-2018, ТИ 1.595-11-1174-2018, Изменения к ТИ с присвоением литеры «О», ТУ 1-595-11-1775-2018, ТУ 1-595-11-1776-2018, ТУ 1-595-УНТЦ-1930-2021, ТР 1.2.2757-2019), выпущены паспорта на материал № 1994 (ВКУ-59), № 1995 (ВПС-68), данные материалы внесены в КД на машины Ил-114-300 и Ил-76МД-90А. Получен патент РФ на изобретение № 2676634. К работе приложено Решение о внедрении (Ил-114-300).

Достоверность полученных результатов обеспечена за счет применения поверенных и аттестованных средств измерения, современных методов исследований, а также комплексных исследований большого количества экспериментальных образцов. Результаты, представленные в диссертации, не противоречат опубликованным в открытой печати.

Основные положения работы докладывались на четырех всероссийских и одной международной конференциях, опубликовано 13

научных работ, в т.ч. четыре - в изданиях из перечня ВАК РФ, один - в издании, индексируемом международной наукометрической базой WoS и Scopus, что в полной мере дает возможность научной общественности ознакомиться с результатами работ.

Основные замечания и вопросы по работе:

1 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.

2 Наряду с эпоксидными смолами называются фенолформальдегидные, кремнийорганические, а также полиамидные композиты (с. 12). Целесообразно пояснить, что имеется в виду.

3 В подразделе 1.3 (с. 15) говорится, что «вплоть до начала XX века процесс изготовления тонких и гибких стекловолоконистых 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.

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

5 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).

6 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 в виду отвержденное связующее (матрица).

7 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.

8 Рекомендуется обозначить марки и модели приборов ДСК, ДМА, других аппаратов, которые были использованы в работе.

9 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.

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

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

Заключение

Представленная автором диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены 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. Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают содержание и выводы работы.

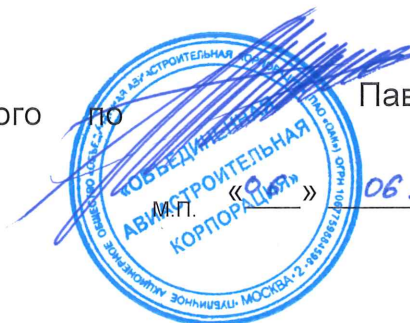
По актуальности, научному уровню, полученным результатам и оформлению диссертационная работа Старкова А.И. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук п.п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.) к кандидатским диссертациям, а ее автор Старков Алексей Игоревич заслуживает присвоения степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Официальный оппонент:

Вед. технолог 2 кл. отд. ПКМ НИО-21,
Зам. ученого секретаря Отделения Научно-технического совета,
Руководитель Научно-технического сектора
Совета МС ОКБ Сухого,
кандидат технических наук
(05.16.09 - «Материаловедение - Машиностроение»)

 Федор Андреевич
Насонов

Подпись Ф.А. Насонова удостоверяю
Заместитель директора ОКБ Сухого по
организации труда



Павел Юрьевич
Шепелев
06. 2025 г.

125284, г. Москва, ул. Поликарпова, д. 23 Б
Телефон: +7 (499) 550-01-06 (доб. 76-65)
Адрес электронной почты: fnasonov@su.uacrussia.ru