

Отзыв

официального оппонента на диссертацию
Колпачкова Егора Дмитриевича "Гибридный полимерный
композиционный материал для лопастей турбовинтовых
двигателей", представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.16.09 –
Материаловедение (машиностроение).

Работа Колпачкова Егора Дмитриевича посвящена разработке состава и технологии изготовления гибридного полимерного композиционного материала на основе связующего с температурой отверждения не превышающей 150°C а также исследованию влияния низкотемпературной плазменной обработки наполнителей на комплекс свойств ГПКМ, предназначенных для применения в лопастях турбовинтовых двигателей. Проблема повышения энергоэффективности процессов изготовления конструкций авиационной техники всегда являлась не только важной, но и приоритетной. Создание конструкций с массогабаритными параметрами, необходимых, в частности, для лопастей воздушных винтов является актуальной. Таким образом, диссертационная работа Колпачкова Е.Д. направленная на разработку материала и технологии его изготовления для легких и прочных конструкций для авиационной промышленности является актуальной, посвященной решению важной задачи народнохозяйственного значения. Научная новизна работы состоит в результатах, полученных при разработке нового материала, исследовании процесса ионно - плазменной обработки армирующих наполнителей.

Для достижения цели, поставленной в работе, автор диссертации решал следующие задачи:

- Подбор композиций связующего с температурой отверждения, не превышающую 150°C, и исследование их свойств.

- Разработка состава и технологии изготовления ГПКМ связующего с температурой отверждения, не превышающую 150°С.
- Исследование влияния ионно-плазменной обработки на свойства стеклянных и углеродных армирующих наполнителей.
- Исследование влияния армирующих наполнителей, подвергнутых ионно-плазменной обработке на структуру и свойства ГПКМ, в том числе во влагонасыщенном состоянии.

На защиту выносятся следующие положения:

- 1 Результаты исследования комплекса свойств нового связующего и образцов ГПКМ на его основе.
2. Результаты исследования влияния ионно-плазменной обработки на свойства армирующих наполнителей и образцов ГПКМ на их основе.
3. Составы и технологии изготовления связующего марки ВСЭ-65 и стеклоуглепластика марки ВГК-6.

Диссертационная работа Колпачкова Е.Д. состоит из введения, **5** глав, выводов, списка литературных источников из **112** наименований. В работе приведены **48** рисунков, **22** таблицы, а сама работа изложена на **112** страницах машинописного текста.

Во введении представлены актуальность проводимых исследований, научная новизна и практическая значимость работы сформулированы цели и задачи, решаемые в работе, отражены основные положения, выносимые на защиту.

Глава 1 посвящена литературному обзору, в котором рассмотрены особенности получения композиционных материалов, закономерности формирования их структуры и свойств, классификация ПКМ.

Проведен анализ распределения объема потребления ПКМ по секторам экономики с 2010-2020 гг.

Рассмотрены особенности полимерных композиционных материалов в изделиях авиационного назначения.

Проанализированы гибридные полимерные композиционные материалы и их характерные особенности, структура и свойства.

Детально рассмотрены армирующие наполнители, углепластики, углеродные волокна, стеклянные, арамидные армирующие наполнители, показано влияние технологии их применения в ПКМ на физико-механические свойства.

В литературном обзоре проведен анализ особенностей технологии изготовления изделий авиационного назначения с использованием многокомпонентных систем.

Часть литературного обзора посвящена рассмотрению ионно-плазменной технологии. Проведен анализ обработки поверхности

-воздействием потока энергии, переносимой лучом лазера, мощным импульсным пучком заряженных частиц, плазмой или пучком ускоренных ионов, внедренных в приповерхностный слой вещества

-модификацией поверхности путем воздействия на поверхность материала химически активными соединениями, которые вступают в реакцию с функциональными группами на поверхности и тем самым изменяют комплекс её свойств. Рассмотрены источники плазмы.

Обсуждается модификация поверхностей наполнителей ПКМ методом ионно-плазменной обработки, оказывающей влияние на адгезионные свойства поверхности, в том числе волокон. Показано степень активации поверхности волокон увеличивает уровень прочностных характеристик, что в свою очередь подтверждает положительное влияние модификации поверхности армирующих наполнителей на уровень физико-механических характеристик ПКМ.

Из анализа литературного обзора сделаны выводы о необходимости в разработке термореактивного связующего с пониженной температурой отверждения и ГПКМ для применения в лопастях турбовинтовых двигателей. Требуется оптимизация состава и технологии изготовления ГПКМ для применения в составе лопасти турбовинтового двигателя. Ионно-плазменная

обработка наполнителя может положительно влиять на уровень упруго-прочностных характеристик ПКМ. На основании анализа литературного обзора была сформулирована цель исследования, которому посвящена диссертационная работа.

Глава 2 посвящена описанию материалов и методов. Описаны компоненты разрабатываемого связующего, включающие четырехосновную эпоксиаминную смолу, жидкую эпоксидиановую смолу, двухосновный фенол, третичный амин, изометилтетрагидрофталиевый ангидрид. Для разработки состава гибридного полимерного композиционного материала были выбраны стеклянные и углеродные армирующие наполнители: углеродная лента УОЛ-300-1А, углеродная ткань марки ВТкУ-3, углеродная ткань марки ВТкУ-3.290, стеклянная ткань марки Т-25(ВМП). В этой главе приведены технологии, использованные для изготовления полимерных композиционных материалов: безавтоклавные технологии – вакуумная инфузия (VaRTM) и пропитка под давлением (RTM). Также представлены технологии ионно-плазменной обработки, как в вакууме, так и при атмосферном давлении.

Представлены используемые методики проведения исследований с указанием соответствующих стандартов. Среди них: термоаналитические методы, динамический механический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия, физико-механические испытания: предел прочности и модуль упругости при растяжении, предел прочности при сжатии, предел прочности при межслоевом сдвиге, предел прочности при изгибе, микроструктурные исследования, включающие сканирующую электронную микроскопию, методы определения гидрофильных свойств волокон: капиллярность и краевой угол смачивания нитей.

В главе 3 автор приводит результаты проведенных им работ, нацеленных на разработку состава связующего, подбор углеродного наполнителя и разработку стеклоуглепластика. В этой главе результаты проведенных исследований 5 композиций, показали, что из них

экспериментальный образец стеклоуглепластика удовлетворяет предъявляемым требованиям по комплексу физико-химических свойств связующего и по обеспечению уровня физико-механических параметров. По подбору углеродного наполнителя показано, что ткань марки ВТкУ-3.290, способна обеспечивать необходимый уровень характеристик в составе разрабатываемого стеклоуглепластика, взамен ленты УОЛ-300-1А. В ходе работ, проведенных с целью получения состава ГПКМ на основе разработанного связующего марки ВСЭ-65, приведены обоснованные технологические параметры изготовления стеклоуглепластика, установлена возможность получения материала с близким уровнем свойств методами пропитки под давлением и вакуумной инфузией. В заключение главы, посвященной разработке материала, указано, что разработанному материалу присвоена марка ВКГ-6.

Глава 4 посвящена исследованию влияния модификации наполнителей ионно-плазменной обработкой на свойства ГПКМ. В первой части данной главы изучено влияние ионно-плазменной обработки на свойства армирующих наполнителей. В рамках исследования проводилось определение эффективности действия и продолжительности сохранения эффекта модификации поверхности волокон. Для этого проводилась ионно-плазменная обработка в вакууме нитей ВМПС-10 84x4 ткани стеклянной Т-25(ВМП) и жгутов SYT-49S 12К ткани углеродной ВТкУ-3.290. Затем, в течение последующих 8 дней фиксировалось изменение краевого угла смачивания и капиллярности. По результатам проведения сравнительного анализа в работе было установлено, что обработка армирующих наполнителей при атмосферном давлении является целесообразной. Совокупность свойств обеспечивает большую смачиваемость волокон при менее сложном аппаратном оснащении и меньшими трудозатратами на один цикл обработки.

Исследования влияния режимов ионно-плазменной обработки на капиллярность армирующих наполнителей, проведенные в работе показали, что режим является оптимальным с точки зрения достижения наибольшей смачиваемости стеклянных и углеродных волокон. Микроструктурные исследования состояния поверхностей волокон показали, что стеклянные волокна как в исходном состоянии, так и после ионно-плазменной обработки равномерно покрыты пленкой аппрета, имеющей микродисперсную структуру, размеры частиц которой зависят от режимов и продолжительности обработки.

В работе с целью определения причин изменения структуры пленки аппретов на поверхностях различных волокон армирующих наполнителей были проведены их исследования методами ДСК и ТГА.

Полученные автором диссертационной работы результаты исследований стеклянных волокон дают возможность предположить, что увеличение размера частиц активного замасливателя на поверхности волокон происходит в связи с образованием нового соединения, увеличивающего удельный объем дисперсных частиц аппрета. Для углеродных наполнителей показано, что процесс ионно-плазменной обработки приводит к уносу аппрета с поверхности волокон.

Для ГПКМ, было показано: у стеклоуглепластика ВКГ-6, изготовленного с применением стеклянных и углеродных армирующих наполнителей, модифицированных методом ионно-плазменной обработки по трем режимам в условиях воздушной атмосферы, наблюдается повышение совокупного уровня механических свойств. Это было связано с повышением смачиваемости армирующих наполнителей после модификации, в связи с чем в процессе получения ГПКМ происходит образование более прочного межфазного слоя, что в свою очередь позволяет более равномерно распределять воздействующую нагрузку в объеме ПКМ на армирующие наполнители.

Сопоставление влияния ионно-плазменной обработки в вакууме и

атмосфере воздуха позволяет управлять величинами показателей смачиваемости. Управление режимами ионно-плазменной обработки, скоростями обработки поверхности и атмосферой, в которой эта обработка производится позволяет достигать требуемых показателей смачиваемости, обеспечивая высокие механические свойства.

В главе 5 приведен перечень технической, технологической и справочной документации, разработанной по результатам проведенной работы. Также указан патент на разработанное связующее.

В заключение диссертационной работы представлены выводы, полученные по результатам проведенных исследований.

Применение полученных результатов целесообразно на предприятиях авиационной и автомобильной промышленности. Методы модификации ПКМ могут быть использованы в научных исследованиях ФГБУН ИБХФ им Эмануэля Н.М. РАН, ФГБУН ИХФ им Семенова Н.Н. РАН.

Оценка диссертации в целом.

Диссертационная работа Колпачкова Егора Дмитриевича является законченным научным трудом и выполнена на высоком техническом уровне. Полученные в работе научные результаты актуальны, обоснованы, имеют практическую значимость и направлены на решение важных задач современного материаловедения.

Диссертация представлена в виде грамотно оформленного текста, работа структурирована. Автореферат и публикации отражают основные положения диссертационной работы.

По проведенным исследованиям, их актуальности и практической значимости диссертационная работа Колпачкова Егора Дмитриевича «Гибридный полимерный композиционный материал для лопастей турбовинтовых двигателей» полностью соответствует требованиям пунктов 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842, а ее автор, Колпачков Е.Д., заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности – 05.16.09 –
Материаловедение (машиностроение).

Официальный оппонент Шибряева Л.С. /Шибряева Л.С./

Д.х.н. проф. ведущий научный сотрудник,

ФГБУН Института биохимической физики

им. Эмануэля Н.М. Российской академии наук

специальность 02. 00. 06 –

Высокомолекулярные соединения и

02. 00. 04 - Физическая химия

119334, г. Москва, ул. Косыгина, д.4

Тел.: 8 (495)939- 71- 86

Lyudmila.shibryaeva@yandex.ru

Подпись Шибряевой Людмилы Сергеевны заверяю

Ученый секретарь

ИБХФ им. Эмануэля РАН к.б.н. Скадская С.И.

