

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Галлямовой Риды Фадисовны на тему: **«Упрочнение углеалюминиевых композитов на основе нанесения барьерных покрытий на углеродные волокна с использованием золь-гель технологии»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. – «Материаловедение» (отрасль наук - технические)

Актуальность темы выполненной работы

Применение композиционных материалов открывает новые возможности для большинства отраслей машиностроения за счет повышения коррозионной стойкости, прочности, гибкости конструкций и уменьшения их общего веса. Композиты с полимерной матрицей благодаря высокой прочности и низкому удельному весу всё больше вытесняют традиционные конструкционные материалы. Однако область применения полимерных композитов ограничена низкими эксплуатационными температурами (до 300 °С), низкой прочностью при межслоевом сдвиге, невысокой трещиностойкостью, низкой электропроводностью и теплопроводностью. В связи с этим, замена полимерной матрицы на металлическую, например алюминиевую будет весьма рациональной при создании ответственных элементов конструкций. В частности, и поэтому композит с металлической матрицей представляет значительный интерес для аэрокосмической и авиационной промышленности.

Несмотря на преимущества при создании углеалюминиевых композитов основной проблемой является химическое взаимодействие матрицы и волокна. Нанесение барьерных оксидных покрытий на углеродные волокна позволит не только ограничить химическое взаимодействие, но и даст возможность управлять прочностью связи матрица-волокно, варьировать толщину, структуру и химический состав покрытия.

В связи с этим исследования, направленные на получение оксидных покрытий по золь-гель технологии на углеродных волокнах для повышения прочностных характеристик композиционного материала на основе алюминиевой матрицы, являются актуальными.

Достоверность и степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Соискатель выполнил широкий обзор литературы по теме исследований, отражающих результаты исследований ведущих отечественных и зарубежных ученых. Для обеспечения достоверности результатов автор использовал современные методы исследования, которые реализовывались на сертифицированном оборудовании. При проведении экспериментов и обработке полученных результатов использованы апробированные методы.

Научная новизна диссертации

Соискателем в качестве научной новизны выносятся на защиту результаты исследования по обработке углеродных волокон с целью создания на их поверхности кислородосодержащих функциональных групп, которые повышают адгезию покрытия к волокнам. Применен метод нанесения покрытия на углеродные волокна, сочетающий электрохимическое осаждение и золь-гель процесс. В процессе электрохимической реакции покрытие на поверхности углеродных волокон образуется в результате коагуляции частиц золя, которая, увеличиваясь в размерах образует слой оксида кремния. Установлено, что превышение значения плотности тока 14 мА/см^2 перестает влиять на рост толщины покрытия. Нагрев осажденных покрытий показал, что в интервале $600-900^\circ\text{C}$ происходит деградация их структуры с последующим разрушением. Установлено, что за счет формирования SiO_2 -покрытия на углеродных волокнах предел прочности композита возрастает в 1,5-2 раза.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая ценность диссертационной работы заключается в том, что результаты исследований позволяют расширить представления о углеалюминиевых композитах. Полученные результаты, подтверждают упрочнение металломатричных композитов на основе формирования барьерных покрытий на углеродных волокнах.

Практическая значимость работы подтверждается справкой о внедрении, свидетельствующей об использовании метода электрохимического осаждения покрытий из золь-гель растворов на углеродные волокна в композитах с металлической матрицей. Полученные в диссертационной работе результаты используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» для студентов, обучающихся по направлению 15.03.02 - «Технологические машины и оборудование».

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы, включающего 150 наименований, изложена на 149 страницах машинописного текста, содержит 9 таблиц, 73 рисунка и 13 формул. Оформление диссертации соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Во введении приведена актуальность темы диссертаций, сформулированы цель и задачи исследования, обозначены основные положения, выносимые на защиту, определена научная новизна, соответствие паспорту специальности, теоретическая и практическая значимости диссертационной работы.

Первая глава посвящена анализу литературных источников, включающие работы отечественных и зарубежных ученых. Рассмотрены

свойства углеродных волокон и методы обработки их поверхности, обзор исследований в области получения оксидных покрытий на волокнах и технологии получения композитов с алюминиевой матрицей, армированных углеродными волокнами.

Во второй главе приведено описание материала, методов исследования структуры и свойств, методы нанесения покрытия и получения композитов, а также применяемого оборудования, использованных при выполнении диссертационной работы.

Третья глава посвящена обработке поверхности углеродных волокон. Функциональные группы на поверхности волокон были сформированы путем обработки кислотами (азотная кислота и нитрующая смесь) и органическими пероксидами (1,1-дигидропероксициклогексан). Результаты исследований показали, что на поверхности углеродных волокон сформировались карбоксильные, кетонные функциональные группы. На основании полученных экспериментальных данных, был выбран оптимальный режим, при котором достигаются наибольшие изменения при обработке углеродных волокон посредством образования кислородосодержащих групп.

В четвертой главе приведены результаты формирования SiO_2 -покрытий на углеродных волокнах методами погружения в золь и электрохимического осаждения из золя. Автором выполнена серия экспериментов при котором определяется режим получения однородных и сплошных покрытий на поверхности волокон методом погружения. Проводились эксперименты по модифицированию золь-гель раствора 1,1-дигидропероксициклогексаном, при котором формируются однородные SiO_2 -покрытия на поверхности волокон.

Представлены результаты по исследованию покрытий, полученных методом электрохимического осаждения из золь-гель растворов. Показано влияние плотности тока и времени осаждения на толщину, структуру и химический состав покрытий.

Исследования окислительных свойств покрытий позволили установить,

что вне зависимости от метода получения покрытия, в процессе нагрева при температуре выше 700 °С происходит его оплавление и разрушение.

Пятая глава диссертации содержит результаты, посвященных исследованию углеалюминиевых композитов, армированных углеродными волокнами с барьерным SiO₂-покрытием. Соискателем приведены результаты механических испытаний углеалюминиевых композитов на трехточечный изгиб и проведен фрактографический анализ образцов после испытаний. Прочность образцов с SiO₂-покрытием почти в два раза выше (предел прочности – 1010 МПа), чем образцов без покрытия.

В заключении приведены основные выводы и результаты диссертационной работы.

Оценка содержания и оформления автореферата

В автореферате подробно приведены результаты проведенных исследований и основные выводы по работе. Оформление автореферата соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Апробация и публикации по работе

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 30 научных работах, в том числе 3 статьи – в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, 12 работ опубликованы в рецензируемых журналах, включенных в международные базы данных и РИНЦ. Материалы исследований докладывались соискателем на всероссийских и международных конференциях.

Замечания по работе

К работе имеются следующие замечания и вопросы:

1. В четвертой главе при различных молярных соотношениях золь-гель

растворов наносились покрытия на углеродные волокна методом окунания. Во второй главе приведено описание, что волокна «выдерживались в течение 15 секунд» в растворе и формируют покрытие. В данной работе не оценивали, что скорость погружения и скорость вытягивания значительно влияет на характеристики покрытия. Как по мнению автора влияет скорость на качество покрытия?

2. В чем заключается обработка поверхности волокна? По какому принципу был выбран 1,1-дигидропероксициклогексан для обработки поверхности волокна?

3. При получении композитов методом пакетной формовки происходит ли взаимодействие между стальной оболочкой (пакет) и алюминиевым расплавом? Каким образом защищаете композит от диффузии атомов железа вглубь алюминиевой матрицы.

4. В диссертации в таблице 4 отсутствуют погрешности измерений. На Рисунке 60 б линейная аппроксимация выбрана некорректно и на некоторых графических зависимостях отсутствуют доверительные интервалы, что затрудняет проведение оценки достоверности полученных результатов.

Указанные замечания не снижают научной и практической ценности диссертационной работы, а носят рекомендательный характер.

Заключение о соответствии диссертационной работы требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертационная работа Галлямовой Р.Ф. является завершенной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, связанные с повышением прочности углеалюминиевых композитов за счет создания барьерных SiO_2 -покрытий на углеродных волокнах. Полученные результаты имеют существенное значение для развития авиационной, аэрокосмической отраслей промышленности.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.6.17. – «Материаловедение» (отрасль наук - технические), пункту 11 – разработка функциональных покрытий различного назначения и методов управления их свойствами и качеством; пункту 12 – разработка физико-химических процессов получения функциональных покрытий на основе новых металлических, неметаллических и композиционных материалов. Установление закономерностей влияния состава, структуры, технологии, а также эксплуатационных и других факторов на свойства функциональных покрытий. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, согласно п. п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (ред. от 20.03.2021). Автор работы Галлямова Рида Фадисовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. – «Материаловедение» (отрасль наук - технические).

Официальный оппонент, кандидат технических наук (специальность: 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»), научный сотрудник Центра коллективного пользования «Технологии и Материалы НИУ «БелГУ» ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».

18.11.2024



Новиков Всеслав Юрьевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», 308015, Белгородская область, г. Белгород, ул. Победы, д. 85, тел: +7 (4722) 304211, e-mail: Info@bsu.edu.ru.

Согласен с включением моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

Личную подпись
удостоверяю
Специалист отдела
кадрового обеспечения
Департамента
организационного развития
и кадровой политики





18.11

2024 г.

