

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора Акционерного общества «Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита «НИИграфит», к.т.н.

А.К.Проценко



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Губанова Александра Алексеевича
«Разработка процесса электрохимической модификации
поверхности углеродного волокна с целью увеличения прочности
углепластиков» представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальностям 05.17.03 –
технология электрохимических процессов и защита от коррозии и
05.17.06 – технология и переработка полимеров и композитов

Актуальность. В последнее время значительный интерес в области производства углеродных волокон вызывают процессы активации поверхности и ее подготовки. Такая подготовка необходима при использовании углеродных волокон в качестве армирующего материала в углепластиках с различными матрицами, в частности, при необходимости повышения адгезии связующего к армирующему наполнителю. Электрохимическая обработка поверхности из-за относительно малой длительности обработки и других технико-экономических преимуществ, привлекает пристальное внимание различных специалистов. В частности, влияние аммоний-содержащих электролитов на поверхностные свойства армирующих волокон широко описано в литературе. Имеются сведения об электролитах на основе фосфатов аммония, внедренных в промышленное производство.

Тем не менее, влияние таких обработок на прочность при растяжении остается еще недостаточно исследованной, что затрудняет выявление

технологических параметров процесса, необходимых для практического применения.

Поэтому **актуальность работы и целесообразность** проведения подобных исследований не вызывает сомнений. Более того, появление диссертации своевременно, поскольку разработанные технологические рекомендации позволяют создать отечественную технологию модификации углеродных волокон и решают проблему импортозамещения и создания отечественных инновационных технологий.

Целью диссертационной работы является разработка технологического процесса электрохимической обработки поверхности углеродного волокна (УВ) с целью увеличения прочности углепластиков на их основе

Автором диссертации разработаны электролиты для электрохимической обработки УВ на основе водного раствора гидрокарбоната и оксалата аммония, солянокислого анилина, ниррола. Установлены закономерности, связывающие прочность КМ на основе УВ и полимерного связующего с составом электролита и технологическими параметрами процесса анодной обработки УВ. Проведена оптимизация процессов электрохимической обработки УВ. Осуществлено проектирование и создана пилотная установка, на которой получено подтверждение выявленных закономерностей. Выданы рекомендации для использования разработанных технологических процессов в промышленных условиях

Значимость полученных результатов для теории и практики.

Полученные автором закономерности являются теоретической основой для дальнейших исследований и разработок в области электрополимеризации и модификации поверхности УВ.

Практическая значимость работы заключается в разработке технологического процесса электрохимической модификации поверхности УВ, позволяющей увеличивать предел прочности на разрыв углепластиков на их основе на 25 % по сравнению с прочностью КМ с необработанным УВ, а также в создании пилотной установки, позволяющей моделировать и изучать технологический процесс.

Научная новизна диссертационной работы А. А. Губанова заключается в том, что при анодной обработке УВ в водном электролите, содержащем анилин или пиррол, на поверхности волокна происходит окислительная полимеризация с образованием полианилина и полипиррола. Это приводит к увеличению шероховатости поверхности и образованию функциональных связей со связующим, что положительно сказывается на увеличении прочности на разрыв и модуля упругости углепластика на основе таких волокон.

Личный вклад диссертанта. Автором лично проведен анализ научной литературы по выбранной тематике, синтезированы все разработанные полимерные системы, им квалифицированно проведен анализ обработанных волокон с использованием современных методов, проведена большая работа по апробации полученных результатов на российских и международных научных конференциях соответствующего профиля.

Полученные результаты являются взаимно согласующимися – их **достоверность не вызывает сомнений.**

Общая характеристика работы. Диссертационная работа А. А. Губанова включает введение, обзор литературных данных, обсуждение результатов и выводы. Работа изложена на 148 страницах и содержит 167 библиографических ссылок. Основные научные результаты, излагаемые в диссертации, опубликованы в 7 печатных работах, в том числе в 3 статьях в журналах, рекомендованных ВАК.

Во введении дана характеристика актуальности темы, научной новизны и практической значимости диссертационной работы, указаны задачи исследования.

В главе 1 рассмотрены вопросы, связанные с различными процессами активации, их достоинствами и недостатками. Уделено внимание исследованию поверхности волокна после процесса активации. Описаны такие электролиты как: сернокислый электролит меднения, электролит для нанесения полиакрилоамида и полиамида 6,6. Самым распространенным на

сегодняшний момент в промышленном применении является водный электролит на основе карбоната аммония. В обзоре литературы имеются ссылки на то, что данный электролит способен формировать функциональные кислород-содержащие функциональные группы на поверхности волокна. Также описаны основные сведения о получении полианилина, в т.ч. и электроинициацией. Обзор литературы построен логично и отражает современные представления в области получения и применения полипиррола и материалов на его основе.

Основное внимание автор сконцентрировал на увеличении прочности углепластиков, полученных после обработки углеродного волокна в водных электролитах с аммонийными солями, а также мономерами анилина.

В главе 2 описаны использованные диссертантом инструментальные методы: СЭМ, адсорбция-десорбция N₂, Рamanовская спектроскопия, РФЭС, механические испытания. Электрохимические методы, использованные диссертантом, сводились к классическим потенциостатическим и гальваностатическим измерениям.

Глава 3 начинается с обоснования использования конструкции ячейки с неподвижным анодом. Наряду с такими достоинствами как компактность, малый расход электролита, простота в обслуживании, такая ячейка имеет ряд недостатков, одним из которых является падение напряжения, обнаруженнное диссертантом. Это приводит к изменению потенциала вдоль поверхности.

В п.п.3.2.-3.10. главы 3 описываются основные экспериментальные данные, полученные диссертантом. В работе изучено влияние изменения параметров процесса электрохимической обработки (ЭХО) УВ на прочность композиционного материала с матрицей из связующего 5-211Б. Исследовано влияние солей аммония, некоторых аминоспиртов, солянокислого анилина и некоторых других компонентов в составе электролита для анодной обработки УВ на прочность углепластика. В результате исследований на ячейке с неподвижным анодом из УВ было установлено, что ЭХО в растворах, содержащих солянокислый анилин, п-фенилендиамин, пиррол и

некоторые другие вещества, способствует увеличению прочности композиционных материалов. На основании исследования морфологии и структуры поверхности было установлено, что в случае моноэтаноламина и пиррола это обусловлено, скорее всего, процессом электрополимеризации. Найдены оптимальные условия для обработки углеродного волокна по плотности тока, концентрации компонентов, рН и температуре.

Заключительная часть работы посвящена испытаниям этих электролитов на пилотной установке. На основании полученных результатов испытаний были сформулированы рекомендации для промышленного внедрения.

Выводы работы полностью отражают полученные результаты и подчеркивают их значимость для активного внедрения в производство углеродных волокон.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов. Результаты, представленные в диссертационной работе А. А. Губанова «Разработка процесса электрохимической модификации поверхности углеродного волокна с целью увеличения прочности углепластиков», представляют интерес для получения углепластиков и могут быть рекомендованы для использования в следующих организациях: ОАО «НПК Химпроминжиниринг», ГК РОСАТОМ и в учебном процессе кафедр композиционного профиля ВУЗов: РХТУ имени Д.И.Менделеева, МИТХТ им. М.В. Ломоносова и других.

По диссертационной работе А. А. Губанова «Разработка процесса электрохимической модификации поверхности углеродного волокна с целью увеличения прочности углепластиков» можно сделать следующие **замечания:**

- 1) При описании причин упрочнения системы волокно-связующее указывается «шероховатость армирующего материала», однако количественное описание, которое можно получить с помощью AFM – спектроскопии не было получено, что затрудняет объективную оценку взаимодействия на границе волокна с матрицей композита.

- 2) Недостаточно внимания уделено описанию исследования изменения такой важной величины как модуль упругости. Даны только конечные результаты, а промежуточные величины, получаемые в процессе отработки технологии, не указаны, что значительно усложняет понимание процессов, происходящих при обработке волокна.
- 3) В п. 3.2. (стр. 68) сказано, что «Со временем работы электролита водный раствор аммонийных солей подщелачивается...», однако причины этого в диссертационной работе не обсуждаются.
- 4) Использованный метод сканирования для поиска области оптимальных значений режимных параметров слабо отражен в тексте диссертации. После прочтения остается не ясным, каким приемом автор находил значения параметров процесса. Что являлось критерисм оптимизации?

Указанные замечания не снижают научной и прикладной ценности диссертационной работы Губанова Александра Алексеевича «Разработка процесса электрохимической активации поверхности углеродного волокна с целью увеличения прочности углепластиков» и не влияют на ее общую положительную оценку.

Автореферат диссертации А. А. Губанова и приведенный список опубликованных работ правильно и полно отражают содержание диссертации.

Рецензируемая диссертационная работа полностью соответствует паспорту специальности 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии в пункте 4 и 05.17.06 - технология и переработка полимеров и композитов в пункте 2 в соответствии с Номенклатурой специальностей научных работников (утверждена приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 февраля 2009 г. № 59).

Заключение. По своей актуальности, объему, уровню выполнения, научной и практической значимости диссертационная работа Губанова Александра Алексеевича «Разработка процесса электрохимической

модификации поверхности углеродного волокна с целью увеличения прочности углепластиков» в полной мере отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Таким образом, диссертационная работа Губанова Александра Алексеевича «Разработка процесса электрохимической модификации поверхности углеродного волокна с целью увеличения прочности углепластиков» представляет оригинальное завершенное исследование, являющееся научно-квалификационной работой на актуальную тему, в которой разработан процесс электрохимической обработки поверхности углеродных волокон, в т.ч. нанесением полимера из раствора электрохимическим способом, что представляет существенное значение для технологии производства композиционных материалов. Губанов А.А. заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальностям 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии, и 05.17.06 – технология и переработка полимеров и композитов.

Отзыв на диссертационную работу рассмотрен и утвержден на заседании секции НТС АО «НИИграфит» «Композиционные материалы и армирующие компоненты: получение и свойства», протокол № 15 от «14 мая» 2015 г.

Начальник Управления
Научно-технического развития
АО «НИИграфит», д.т.н.

Н.Ю.Бейлина

Начальник отдела Разработки
углеродных волокон

Л.М.Бучнев

Почтовый адрес: 111524 г. Москва, ул. Электродная, д. 2.

Тел. +7(495)665-70-03

E-mail: niigrafit@niigrafit.org