

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Губанова Александра Алексеевича «Разработка процесса электрохимической
модификации поверхности углеродного волокна с целью увеличения прочности
углепластиков», представленную на соискание учёной степени кандидата
технических наук по специальностям: 05.17.03 – технология
электрохимических процессов и 05.17.06. – технология и переработка
полимеров и композитов.

Композиционные материалы на основе полимерных связующих, армированных углеродными волокнами, обладают уникальным комплексом свойств. Они имеют высокую удельную прочность, низкое относительное удлинение при деформировании, высокие теплостойкость и электропроводность. Одним из важнейших параметров, оказывающих влияние на прочность углепластика, - это адгезия полимерного связующего к углеродным волокнам. Для повышения адгезионной прочности, как правило, модифицируют поверхность волокон. Наиболее перспективные методы – термохимическая или плазмохимическая обработка поверхности волокон в жидких реагентах. Перечисленные методы могут заметно повышать прочность армированных пластиков. Однако они не нашли практического применения из-за плохой воспроизводимости результатов, большой продолжительности процесса, которая не позволяет синхронизировать его с другими стадиями изготовления препрегов, а также высокой стоимости оборудования и расходных материалов. В настоящее время электрохимический метод обработки волокон в водных растворах, содержащих аммоний или фосфат, представляется более производительным и эффективным. В процессе такой обработки происходит деструкция и развитие поверхности волокон, вследствие неравномерного окисления углерода. Кроме этого, на поверхности углеродного волокна могут формироваться функциональные группы (–COOH; -OH; - COH), способные образовывать химические связи с полимерным связующим. Однако существующие электрохимические технологии обработки волокон не позволяют достигнуть такого же увеличения прочности волокон как

вышеописанные методы. Следует отметить, что в литературе приводятся только сведения общего характера, отсутствует комплексный подход к описанию процесса, например, зависимости прочностных характеристик композиционного материала от параметров электрохимической обработки углеродных волокон и составов растворов. Таким образом, разработка процесса электрохимической модификации поверхности углеродного волокна, с целью увеличения прочности композиционных материалов задача весьма актуальная.

Научная новизна работы заключается в изучении влияния режимов электрохимической обработки углеродного волокна на прочность микропластиков. Показано, что при такой обработки происходит окислительная полимеризация с образованием полianiлина или полипиррола на поверхности волокон и приводит к увеличению прочности микропластиков.

Практическая значимость работы заключается в создании и внедрении в производство технологического процесса электрохимической модификации поверхности углеродного волокна, позволяющего увеличивать его прочность, что важно для различных отраслей промышленности, таких как авиа- и ракетостроение.

Диссертационная работа изложена на 148 страницах, состоит из: введения, трех глав, списка цитируемой литературы, включающей 167 источников, и приложения.

Во введении автором сформулирована практическая значимость, актуальность и новизна выполненной диссертационной работы.

Первая глава содержит обзор литературных данных, где описаны основные процессы производства углеродных волокон и способы активации их поверхности. Автор акцентирует внимание на модифицировании поверхности углеродного волокна электрохимическими методами. Отдельно рассматривается формирование полимеров анилина и пиррола на различных электродах. Из литературного обзора Губанов А.А. делает вывод о целесообразности выбора исходных объектов исследования (углеродного волокна и эпоксидного связующего) и перспективности разработки электрохимического метода,

показав его преимущества над остальными способами обработки углеродных волокон.

В главе 2 описаны основные методы приготовления электролитов и связующего, а так же требования к реактивам. В своей работе диссертант широко использовал такие методы исследования как определение прочности и модуля упругости микропластиков, измерения удельной поверхности по низкотемпературной адсорбции азота, сканирующей электронной микроскопии, рамановской спектроскопии и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Также автор использовал традиционные гальваностатические и потенциостатические измерения

В главе 3 Губанов А.А. описывает достоинства ячейки с неподвижным анодом. С точки зрения технологии производства полимеров использование такой ячейки вызывает сомнения, поскольку во время электрохимического процесса возможно протекание побочных реакций, например, образование полимера в объеме электролита, что и было обнаружено диссертантом при работе на экспериментальном стенде. Однако для отработки большого количества технологических режимов и определения закономерностей протекающих процессов, применение такого оборудования вполне оправдано с точки зрения экономии материалов и реагентов. Далее автор описывает основные результаты экспериментов. В своей диссертационной работе Губанов А.А. акцентирует внимание на том, как влияют параметры процесса электрохимической обработки углеродного волокна на прочность микропластиков на основе углеродного волокна и эпоксидного связующего. В ходе комплексных исследований им было установлено, что электрохимическая обработка в растворах, содержащих солянокислый анилин, п-фенилендиамин, пиррол, способствует увеличению прочности микропластиков. Этот эффект автор объясняет процессом электрополимеризации. Следует отметить попытку диссертанта связать структурные изменения поверхности углеродного волокна, происходящие в процессе электрополимеризации анилина и пиррола, с увеличением прочности микропластиков. Найдены оптимальные величины

плотности тока, концентрации компонентов, pH и температура для обработки углеродного волокна. Дальнейшим развитием работы стала оптимизация полученных режимов обработки на пилотной установке, созданной при непосредственном участии Губанова А.А. Диссертантом было установлено, что закономерности процесса обработки волокна на пилотной установке такие же, как и на экспериментальной ячейке, в то время как абсолютные значения параметров технологического процесса могут изменяться. Для установки с движущимся углеродным волокном были определены оптимальные составы электролитов и разработаны методы их оптимизации. Практическим результатом работы стала пилотная установка для непрерывной электрохимической обработки углеродных жгутов, изготовленная на базе ОАО «НПК Химпроминжиниринг».

Диссертационная работа удовлетворительно оформлена, материал диссертации изложен ясно и логично.

В работе обнаружен ряд недостатков:

1. Диссидентом в качестве связующего была использована эпоксидная смола ЭД-20. Однако при создании армированных пластиков могут применяться другие типы матриц, например полиэфирные. К сожалению, автор не высказывает предположение о сохранении эффекта от обработки волокна на других типах связующего.
2. В диссертации Губанов А.А. использует термины «Разрушающее напряжение при растяжении комплексной нити в микропластике» и «Прочность при растяжении микропластиков». После прочтения диссертации остался невыясненным вопрос: какую характеристику на самом деле определяет автор?
3. Известно, что травление поверхности углеродных волокон и осаждение на их поверхность полимеров – один из способов повышения прочности границы раздела полимер–волокно. К сожалению, в работе не исследуется вопрос адгезионной прочности таких систем. Эти данные могли бы позволить более точно оценить

эффект от модификации поверхности волокна, и увеличения прочности микропластиков, и композиционного материала в целом.

4. Остается неясным алгоритм нахождения оптимальных параметров электрохимического процесса. Приведенные математические выкладки громоздки и сложны для нахождения зависимостей каждого параметра и оценки его влияния на весь процесс.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Губанова А.А. Это законченное исследование, выполненное на современном научном уровне. Оценивая диссертацию в целом можно сказать, что автором внесен заметный вклад в изучение полимерных композиционных материалов. Полученные результаты представляют не только научную, но и практическую ценность, о чем свидетельствует акт, представленный в приложении. По своей новизне, значимости полученных результатов, личному вкладу автора диссертационная работа полностью соответствует специальностям 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии и 05.17.06 – технология и переработка полимеров и композитов, и критериям, установленным в п.9 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор, Губанов Александр Алексеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальностям 05.17.03. – технология электрохимических процессов и защита от коррозии и 05.17.06 – технология переработки полимеров и композитов.

Официальный оппонент
кандидат технических наук, старший
научный сотрудник Федерального
государственного бюджетного учреждения
науки Института химической физики им.
Н.Н.Семенова РАН

Почтовый адрес:
119991, г. Москва
ул. Косыгина, д. 4
тел: (495) 939 - 7565
E-mail: VITAL-YO@YANDEX.RU

Солодилов В.И.

Собственноручную подпись
сотрудника Солодилова В.И.
удостоверяю
Секретарь
29.05.15

