

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Брянского Антона Александровича «Исследование процессов накопления повреждений и разрушения стеклопластиков в различных условиях деформирования по параметрам акустической эмиссии», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки)

1. Актуальность избранной темы

Исследование процесса накопления повреждений в полимерных композиционных материалах (ПКМ), подвергнутых воздействию статических и циклических деформаций и установление влияния структурных повреждений на механические свойства, является одной из важных задач современного материаловедения. Практические и теоретические решения данных задач реализуемы применением методов контроля структуры материалов, позволяющих разрабатывать методики идентификации структурных изменений в ПКМ и в дальнейшем устанавливать кинетику накопления повреждений оценкой влияния внешних воздействий на свойства материала. Одним из методов неразрушающего контроля, позволяющего устанавливать структурные изменения в материале непосредственно во время его деформирования, является метод акустической эмиссии (АЭ). Акустическая эмиссия характеризует динамику структурных изменений в виде генерации акустических колебаний от высвобождения упругой энергии при образовании новой поверхности разрушения. Регистрация и анализ параметров акустических ультразвуковых колебаний, распространяющихся от образующихся дефектов структуры, выступает одним из решений задачи исследования процессов разрушения ПКМ, установления критериев повреждённости структуры и оценки влияния текущего структурного состояния ПКМ на их механические свойства и возможности дальнейшей эксплуатации.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность и достоверность основных выводов и научных положений обусловлена использованием современных методов исследования, совпадением результатов анализа с известным опытом и экспериментальными данными.

Основные выводы по работе основываются на анализе параметров сигналов АЭ, регистрируемых в ходе механических испытаний образцов ПКМ, и идентификации природы образующихся событий структурных изменений. Методический подход был осуществлен комплексным параметрическим анализом АЭ и разработкой методики идентификации природы событий АЭ на основе спектров Фурье и группирования событий по типам в кластеры с использованием алгоритмов кластеризации. Механические испытания проведены методами статического трехточечного изгиба и растяжения, циклического растяжения. Исследования микроструктуры испытанных образцов были проведены с использованием метода микроскопии растровым электронным и оптическим микроскопами.

Обоснованность научных положений, выводов и заключений подтверждается обобщением и систематизацией значительного числа научных трудов по исследуемой проблеме отечественных и зарубежных исследователей и научных групп (библиографический список содержит 133 наименования). Основные результаты и положения диссертации опубликованы автором в изданиях ВАК, статьях индексируемых WOS/Scopus, докладывались и обсуждались на международных научных конференциях и симпозиумах.

3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Новизна полученных результатов состоит в установлении связей между структурным состоянием образцов слоистых стеклопластиков и кинетикой накопления повреждений в условиях статических и циклических деформаций.

Выявлено влияние технологических факторов изготовления стеклопластиков на дефектность структуры, механические свойства и кинетику накопления повреждений. Автор установил и обосновал необходимость использования комплекса параметров АЭ для эффективной идентификации структурных изменений и определения стадий разрушения стеклопластика.

Автором представлены экспериментальные результаты влияния скорости нагружения на процесс образования и развития повреждений в стеклопластике в условиях статического нагружения. На основе анализа параметров зарегистрированной АЭ показано, что увеличение скорости деформирования приводит к увеличению масштаба образующихся повреждений. Данное влияние проявляется в том, что сигналы АЭ, идентифицированные как излучение при процессах расслоения образца стеклопластика, начинают превалировать над остальными типами регистрируемых повреждений при увеличении скорости деформирования.

На основании проведённых исследований автором сформулированы критерии оценки разрушения стеклопластика от воздействия статических и циклических нагрузок, основанные на результатах кластеризации сигналов АЭ и идентификации типов повреждений по спектрам Фурье.

Выводы работы базируются на современных достижениях теорий разрушения и методик контроля структурного состояния материалов, не противоречат их основным положениям, согласуются с полученными результатами.

4. Значение для теории и практики научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В практическом плане диссертантом разработана методика классификации регистрируемых повреждений структурных компонентов стеклопластика, основанная на двухстадийной кластеризации спектров Фурье сигналов АЭ с использованием алгоритмов самоорганизующейся карты Кохонена и к-средних с последующей идентификацией событий АЭ по форме частотного спектра и характеристическим значениям пиковых частот. Разработан способ

оценки свойств среды, основанный на численном анализе отношения энергии частотных компонент, полученных в результате вейвлет разложения сигналов акустической эмиссии (пат. № 2737235 С1G01N РФ).

Полученные в результате анализа новых экспериментальных данных выводы и закономерности научно обоснованы и имеют научно-практическое значение, позволяющее осуществлять диагностику и мониторинг структурных изменений, происходящих в полимерном композиционном материале, при эксплуатации материалов на более качественном уровне.

5. Рекомендации по использованию результатов научных исследований

Результаты научных исследований могут быть использованы при анализе структурных изменений, происходящих в материале в условиях внешнего воздействия, оценке влияния технологических факторов производства стеклопластиков на их показатели механических свойств. Так же результаты, полученные автором, могут быть применены при разработке методик диагностики конструкций и изделий, разработке новых технологий оценки структурного состояния материалов.

6. Недостатки и замечания по диссертации

По диссертации есть несколько замечаний:

1. Нет чёткой формулировки гипотезы и методологической схемы.
2. Представленные в работе исследуемые композиционные материалы ограничены выбором используемых наполнителей из стекла: а) Т11-ГВС-9 и Т-10-П, которые по сути являются аналогами; б) помимо полотняного переплетения и сатина в промышленности используются стеклоткани саржевого переплетения; в) исследование образцов, изготовленных с использованием стекломата, позволило бы дать более полную характеристику образования повреждений в слоистых пластиках.

3. По методике экспериментов, приведённой в главе 2, указано использование только двух скоростей нагружения для статического изгиба и для статического растяжения. Для получения характеристики влияния скорости нагружения на кинетику и масштаб образующихся повреждений стеклопластика необходимо проведение механических испытаний более, чем на двух скоростях нагружения.

4. В главе 3 приведены результаты анализа медианных частот сигналов АЭ, которые были зарегистрированы резонансными преобразователями АЭ. Подобный анализ, проводимый для данных, полученных с использованием широкополосных датчиков в работе отсутствует.

Отмеченные выше недостатки не оказывают значимого влияния на сформулированные в заключении выводы и не умаляют в целом научной и практической значимости работы.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней

По своей актуальности, уровню решённых задач, научной новизне, теоретической и практической значимости, обоснованности научных положений и выводов, достоверности полученных результатов и уровню апробации и опубликованию основных положений в печати диссертационная работа Брянского Антона Александровича «Исследование процессов накопления повреждений и разрушения стеклопластиков в различных условиях деформирования по параметрам акустической эмиссии» соответствует требованиям Положения ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Брянский Антон Александрович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Официальный оппонент – старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Хабаровский Федеральный исследовательский центр Институт Материаловедения Дальневосточного отделения Российской академии наук»; специальность 05.02.01 Материаловедение (машиностроение)

Коневцов Леонид Алексеевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Хабаровский Федеральный исследовательский центр Институт материаловедения ДВО РАН»

Адрес: 680042, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 153;

телефон: +7(4212) 22-69-56.

E-mail: konevts@narod.ru

« 28 » апреля 2022 г.

Подпись Л.А. Коневцова заверяю: Генеральный секретарь ИМ ДВО РАН
Михайленко Е.А.