

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Тарасов Андрей Эдуардович

**Исследование разрушения волокнистых композиционных материалов и
применение полученных данных при контроле качества изделий.**

Направление подготовки
22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

2018



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный технический университет»

Научный руководитель

доктор технических наук,
доцент Башков Олег Викторович

Рецензент

кандидат технических наук,
Матвеевко Дмитрий Викторович

Защита состоится «___» июня 2018 года в ___ часов ___ мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. ...

Автореферат разослан ___ июня 2018 г.

Секретарь ГЭК

Белова Инна Валерьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) находят всё большее применение, как для нужд оборонно-промышленного комплекса, так и в строительстве, жилищно-коммунальном хозяйстве, спорте и других отраслях. Однако, столь широкое распространение ПКМ влечет за собой ряд трудностей, требующих решения. Одна из них – обеспечение безопасности эксплуатации оборудования и транспорта, где используются ПКМ. Решение задач, связанных с обеспечением безопасности, является приоритетным направлением развития науки и техники России. Отсутствие надежных отработанных критериев оценки поврежденности требует проведение исследований в данной области.

На свойства ПКМ можно повлиять внесением изменений в технологию его изготовления, а оценить изменение свойств изделий из ПКМ в ходе эксплуатации методами неразрушающего контроля.

Цель исследования

Целью данной работы является разработка методики оценки повреждений ПКМ с использованием акустической эмиссии, при испытаниях на расслоение.

Задачи исследования

- 1) аналитический обзор методов исследования механизмов разрушения ПКМ;
- 2) исследование типов повреждений ПКМ методом электронной микроскопии при испытаниях на расслоение;
- 3) анализ параметров зарегистрированных сигналов АЭ, исследование процессов накопления повреждений в ПКМ и описание стадийности;
- 4) оценка влияния метода изготовления ПКМ на механические свойства ПКМ.

Объектом исследований является межслойное растрескивание, возникающее при деформации образца. Предметом исследований являются образцы КМ, полученные различными методами формования.

Методы исследования

Для анализа механических повреждений применялся неразрушающий метод контроля (АЭ). Для проведения механических испытаний на расслоение применялся метод растяжения (смешанного нагружения с отрывом). Для анализа структуры ПКМ – методы микроскопического исследования.

Новизна полученных результатов заключается в следующем:

- 1) разработана методика получения информации о поврежденности ПКМ и этапах накопления повреждений, путем сравнительного анализа параметров сигналов АЭ и диаграмм нагружения, полученных в ходе механических испытаний;
- 2) предложено описание возникновения различных дефектных структур на различных этапах разрушения, в ходе испытаний на расслоение ПКМ.

Достоверность и обоснованность результатов исследования

Исследования были проведены с использованием современного оборудования. При анализе АЭ руководствовались уже существующими методиками проведения испытаний.

Практическая значимость и ценность работы

Результаты испытаний могут быть использованы в качестве информации для прогнозирования несущей способности ПКМ при нагрузках с отрывом, для последующих испытаний, связанных с расслоением ПКМ.

Личный вклад автора заключается в непосредственном участии при проведении всех испытаний и анализе полученных данных и формулировке окончательных выводов по полученным результатам.

Основные положения, выносимые на защиту:

1) сравнительный анализ пиковых частот АЭ может быть использован в качестве информативного параметра для описания стадийности и характера разрушения;

2) снимки, полученные методом электронной микроскопии, являются информативным источником о накоплении повреждений в ПКМ.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлено обоснования актуальности темы диссертационной работы, изложены основные направления проведённых исследований, сформулированы цель и задачи исследований.

В первом разделе представлен обзор литературных данных, посвящённых особенностям классификации полимерных композиционных материалов, рассмотрены методы механических испытаний и методов неразрушающего контроля.

Во втором разделе диссертационной работы описаны материалы, используемые при проведении исследований, методы механических испытаний и анализа данных акустической эмиссии, а также методы исследования структуры ПКМ.

Материалами являлись эпоксидное связующее ЭДТ-69Н и стеклоткань Т-10П(92). Образцы изготавливались в лабораторном автоклаве вакуумным и вакуум-автоклавным методами формования, а также вакуум-автоклавным методом с нарушением технологического режима. Испытания механических свойств образцов проводили методом трёхточечного изгиба на универсальной испытательной машине с регистрацией сигналов акустической эмиссии программно-аппаратным комплексом, разработанным в КнАГТУ. Для испытаний лоскутов стеклотканей использовался метод испытания на растяжение.

В третьем разделе диссертационной работы представлены результаты исследования влияния технологии изготовления ПКМ на его несущую способность оценкой повреждённости по показателю пиковых частот АЭ

(рисунок 1), а также предложена схема стадийности. Проведен микроструктурный анализ.

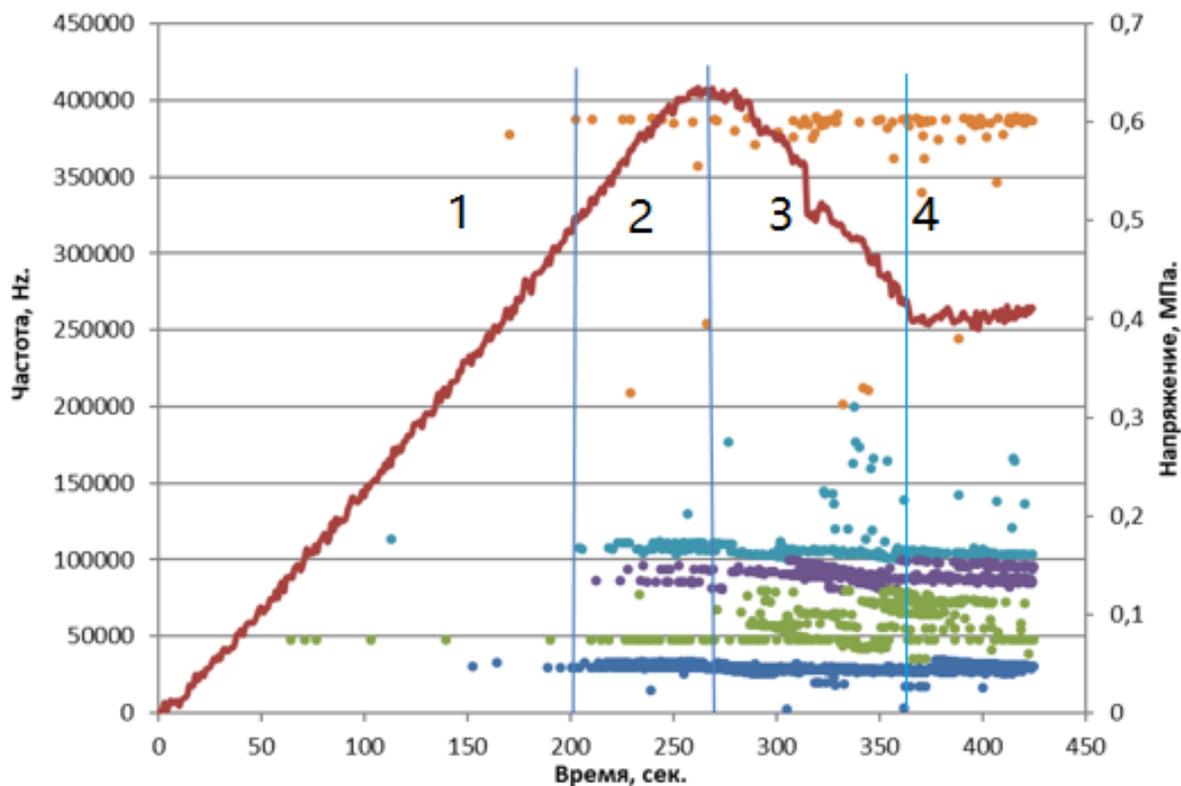


Рисунок 1 – Зависимость пиковых частот от диаграммы нагружения

На рисунке 2 показано изменение пиковой частоты от времени для образца №1, полученного вакуумным методом формования, подвергнутого испытанию на растяжение при мониторинге АЭ. Выделено пять диапазонов пиковых частот. На начальных этапах нагрузки, до начала образования трещины большая часть сигналов записывается в диапазоне частот от 0кГц до 120кГц. Обнаружено, что сигналы АЭ в частотном диапазоне от 350кГц до 450кГц возникают на этапе инициации, по достижению времени 180 с. Ссылаясь на источники , можно утверждать, что высокочастотные диапазоны соответствуют разрушению волокон. Следовательно, в ходе первого этапа разрушения, на участке диапазона от 0кГц до 150кГц возникали сигналы, соответствующие растрескиванию исключительно элементов матрицы.

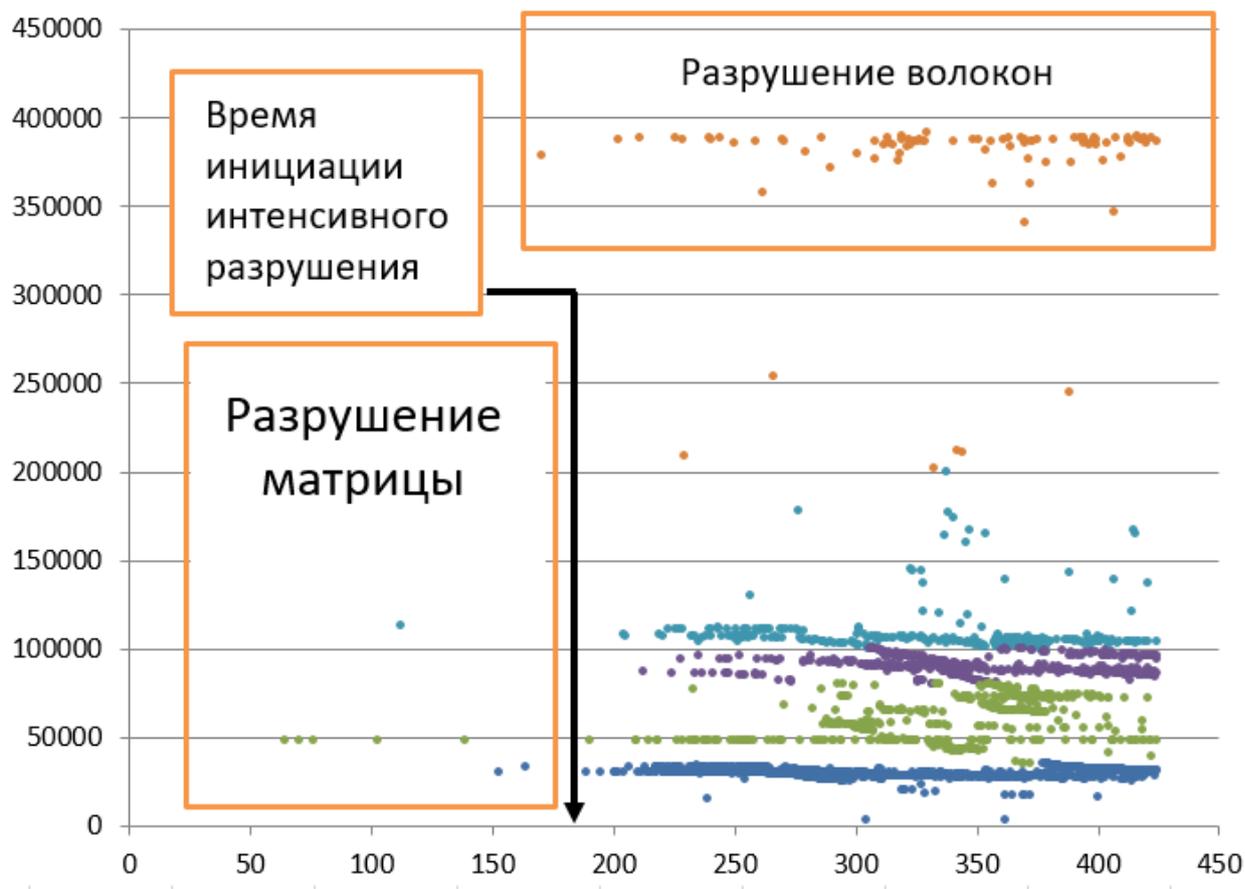


Рисунок 2 – Зависимость пиковой частоты от времени

Заключение

В ходе проделанной работы были сделаны следующие выводы:

1. Оценка показателя пиковой частоты АЭ может быть использована в качестве критерия идентификации характера разрушения в ПКМ.
2. Наличие пористости оказывает значительное влияние на процесс разрушения полимерного композитного материала в условиях растяжения, при испытаниях образцов на расслоение.
3. Совокупный анализ параметров АЭ и множественный статистический анализ дает возможность разрабатывать алгоритмы и аналитические выражения для прогнозирования поведения ПКМ в условиях изменяющейся нагрузки.
4. По результатам анализа спектров Фурье сложно сформировать окончательные выводы ввиду того, что пики, наблюдаемые на зависимости,

могут быть обусловлены возникновением различных шумов или напрямую зависят от форм и размеров образца.