



Акционерное общество «КОМПОЗИТ»

Пионерская ул., д. 4, г. Королёв, Московская область,
Россия, 141070

Телеграф БЕРЕЗА

тел. (495) 513-20-28, 513-23-29
канцелярия 513-22-56, факс (495) 516-06-17
e-mail: info@kompozit-mv.ru

ОКПО 56897835, ОГРН 1025002043813, ИНН / КПП 5018078448 / 501801001

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора

АО «Композит», канд. техн. наук

И.А. Тимофеев

«28» 10 2024 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации акционерного общества «Композит»
на диссертационную работу Игнатьева Семена Дмитриевича
на тему «Вязкость разрушения и внутренние напряжения композиционных
материалов на основе карбонизованных полимерных матриц»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 –
«Физика конденсированного состояния»

Актуальность темы исследования не вызывает сомнений и обусловлена сочетанием выбранных объекта и предмета изучения. Так, карбонизованные полимерные композиционные материалы (ПКМ) весьма перспективны в качестве замены классическим ПКМ в условиях повышенных тепловых нагрузок и присутствия агрессивных сред, например, в аппаратах химической технологии. Качество изделий из таких материалов во многом определяется наличием и величиной действующих в них остаточных внутренних технологических напряжений, которые могут приводить к

существенным поводам и короблению деталей, возникновению в них дефектов, подобным трещинам и расслоениям, а также, в некоторых случаях, к снижению несущей способности и даже разрушению деталей. Достоверное измерение величины внутренних напряжений, определения характера их распределения в объеме детали делает возможным снижение их уровня за счет рационального выбора технологических параметров изготовления, а также позволяет уменьшить их влияние на эксплуатационные характеристики изделия путем применения иных конструкторских решений.

Основная научная новизна диссертационной работы заключается в следующих основных положениях:

- экспериментально изучены взаимосвязи между технологическими режимами изготовления композитов с карбонизованными полимерными матрицами, их макроскопическими характеристиками и остаточными внутренними напряжениями;
- разработан комплексный расчетно-экспериментальный алгоритм определения остаточных внутренних напряжений в композиционных материалах на различных масштабах;
- проработаны вопросы применимости параметрических статистических моделей при анализе результатов экспериментальных исследований характеристик композиционных материалов.

Достоверность результатов работы обеспечена применением общепризнанных стандартизованных методик измерений, рациональным выбором современного измерительного оборудования и корректным применением математических методов обработки результатов.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы и двух приложений. Работа изложена на 160 страницах, включает 58 иллюстраций и 35 таблиц. Список литературы насчитывает 148 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы, отражены цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, подтверждена их достоверность, перечислены основные положения, выносимые на защиту, описаны структура диссертационной работы, личный вклад автора, приведены данные об апробации результатов работы.

В первой главе приведен аналитический обзор литературных источников по теме диссертации, проведен анализ особенностей рассматриваемого класса материалов, в том числе имеющихся данных о технологических схемах их получения, изложены причины возникновения в них остаточных внутренних напряжений, а также имеющиеся сведения о методах их определения.

Во второй главе содержатся сведения о рецептуре и технологии изготовления исследуемых образцов композиционных материалов, а также детально изложены методики определения макроскопических характеристик материалов и остаточных внутренних напряжений в них. При этом следует особо отметить то обстоятельство, что все использованные в работе материалы имеют отечественное происхождение, что облегчает применение результатов диссертации в текущей инженерной деятельности.

Третья глава посвящена анализу экспериментально полученных физических и физико-механических характеристик исследуемых композиционных материалов. В главе построены зависимости между определяемыми свойствами материалов и технологическими параметрами их получения, проведен статистический анализ этих зависимостей, сделаны выводы об оптимальной технологии изготовления образцов материалов. Результаты, приведенные в этой главе, могут быть непосредственно применены на практике.

В четвертой главе приведены результаты изучения вязкости разрушения композиционных материалов в зависимости от технологии их изготовления, выбран метод анализа, исследованы границы его применимости, показана степень влияния отдельных технологических параметров на величину коэффициента интенсивности напряжений K_{IC} , проведен убедительный статистический анализ результатов измерения. Представляет интерес получение характеристик вязкости материала в сочетании с использованием метода акустической эмиссии и анализом деформаций методом цифровой корреляции, позволяющих расширить возможности статических испытаний.

В пятой главе приведен пример использования комплексного расчетно-экспериментального алгоритма определения остаточных внутренних напряжений в композиционных материалах на различных масштабах, от отдельных включений до макроскопических напряжений в образце в целом. Показаны характерные уровни внутренних напряжений в композиционных материалах на различных уровнях их структуры, проведена оценка их опасности для нарушения целостности материала.

Общие выводы по диссертационной работе содержат как теоретические, так и практические результаты проведенных исследований.

По диссертационной работе и автореферату Игнатьева С.Д. можно сделать ряд замечаний.

Так, в работе отсутствует явно сформулированная многомасштабная модель поведения изучаемого композиционного материала и, как следствие, закономерности, связывающие полученные на различных масштабах значения внутренних напряжений, что затрудняет понимание ряда положений.

Результаты измерений систематически представлены в виде математического ожидания и доверительного интервала физических

величин, однако в тексте работы отсутствуют указания, какой доверительной вероятности соответствуют приведенные доверительные интервалы.

Вопреки декларации раздела 5.6, предлагаемый комплексный расчетно-экспериментальный алгоритм определения остаточных внутренних напряжений в композиционных материалах на различных масштабах описан лишь в неявном виде, отсутствует его схема, что существенно затрудняет понимание работы и практическое применение ее результатов.

Диссертационная работа и ее автореферат оформлены несколько небрежно, например, есть несогласованности в части введенных обозначений. Так, коэффициент Пуассона на странице 9 автореферата обозначен как ν , на странице 10 – как ν .

Указанные замечания не влияют на положительную оценку работы. Диссертацию следует признать законченным научным исследованием, которое выполнено на высоком научном уровне и посвящено решению актуальной проблемы.

Автореферат и публикации соискателя с достаточной полнотой и правильностью отражают содержание диссертации.

Диссертация Игнатьева Семена Дмитриевича на тему «Вязкость разрушения и внутренние напряжения композиционных материалов на основе карбонизованных полимерных матриц», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния», соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в НИТУ МИСИС», а ее автор, Игнатьев Семен Дмитриевич, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Отзыв ведущей организации диссертационной работы Игнатьева С.Д. рассмотрен и одобрен на заседании Подсекции комплекса «Неметаллические материалы» Научно-технического Совета АО «Композит», присутствовало 8 человек, протокол № 57-24 от 28 октября 2024 г.

Отзыв подготовили:

Начальник научно-исследовательского
отделения по разработке, производству
и исследованию свойств
композиционных материалов на
основе стеклоугленаполнителей,
канд. техн. наук



С.В. Тащилов

секретарь Подсекции комплекса
«Неметаллические материалы»
Научно-технического Совета
АО «Композит», начальник научно-
исследовательского отдела по
разработке и производству
композиционных материалов на
основе стеклоугленаполнителей,
канд. техн. наук, доцент



И.В. Магнитский

Наименование организации: Акционерное общество «Композит»
(АО «Композит»).

Адрес: 141070, Московская область, г. Королев, ул. Пионерская, д. 4.

e-mail: info@kompozit-mv.ru

Тел.: 8 (495) 513-23-51, **факс:** 8 (495) 516-06-17

Сайт: <http://kompozit-mv.ru>