

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Игнатъева Семена Дмитриевича  
«Вязкость разрушения и внутренние напряжения композиционных  
материалов на основе карбонизованных полимерных матриц»,  
представленную на соискание учёной степени  
кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика  
конденсированного состояния».

Автореферат диссертационной работы Игнатъева Семена Дмитриевича посвящен исследованиям в области механики разрушения и анализа напряженного состояния структур нового класса композиционных материалов на основе карбонизованных полимерных матриц. Выводы и результаты, полученные в ходе выполнения диссертационного исследования, послужат хорошим фундаментом для дальнейших работ по развитию технологии производства изделий на основе карбонизованных композитов, используемых при повышенных эксплуатационных температурах и выступающих достойной заменой высокотемпературных полимеров, чем и обусловлена актуальность данной работы.

Структура автореферата представлена последовательным изложением актуальности темы исследования, цели и задач, научной новизны, теоретической и практической значимости, обоснования достоверности результатов исследования, а также сути всех глав диссертационной работы с соответствующими выводами.

Хочется выделить ряд значительных результатов, полученных в рамках выполнения настоящей диссертации. Изучен механизм разрушения карбонизованных композитов. Выявлено влияние углеродного волокна на конечные механические свойства таких материалов, а также проведено сравнение прочностных характеристик композитов при использовании двух разновидностей наполнителей: графита и шунгита. Получены результаты, демонстрирующие хрупкий характер разрушения композитов вне зависимости от состава и типа испытаний (сжатие, изгиб, разрыв).

При исследованиях вязкости разрушения проведены фундаментальные работы по анализу напряженного состояния у вершины трещины, а также изучен характер ее распространения с течением времени. На основании полученных данных приведено обоснование использования коэффициента напряжений в качестве основного параметра, описывающего вязкость разрушения, и предложен интернациональный стандарт, регламентирующий методику его определения. По итогам экспериментальных работ проведена масштабная статистическая обработка данных, которая позволила с высокой степенью достоверности определить изменение коэффициента интенсивности напряжений в зависимости от: максимальной температуры карбонизации, состава и геометрических размеров трещины.

Исследование остаточных напряжений, образованных в ходе производственного цикла, представлено целым комплексом методов, а также предложен новый алгоритм оценки остаточных напряжений на разных уровнях (микро- и макро-) при их совокупном использовании. Указаны проблемы, возникающие при применении некоторых измерительных подходов, в частности,

контурного метода и метода цифровой лазерной спекл-интерферометрии. Отдельно хочется выделить результаты тензометрического анализа с использованием метода освобождения, которые обладают наглядной графической иллюстрацией распределения нормальных остаточных напряжений по поверхности образца и демонстрируют низкий уровень макромасштабного напряженного состояния по сравнению с результатами метода ионного сверления отверстий, выявивших значительный уровень остаточных напряжений на границе волокно-матрица. Это свидетельствует о существенном вкладе различий между температурными коэффициентами линейного расширения наполнителя и матрицы на уровень внутренних напряжений композиционных материалов. Кроме этого выявлено, что в процессе карбонизации происходит релаксация напряженного состояния, что является важным экспериментально-практическим результатом.

Также в автореферате содержатся общие выводы, которые в полной мере описывают результаты работы, отражают поставленные задачи и позволяют заключить, что исследование является законченным. Автореферат диссертации соответствует требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам на получение степени кандидата наук.

В качестве замечания к данному автореферату можно выделить отсутствие обоснования выбора рецептур композитных материалов для проведения исследований. И, в частности, почему количество добавляемого углеродного волокна при изготовлении образцов не превышало 50 массовых частей? Однако данное замечание является уточняющими и не снижает общей высокой оценки работы. Автореферат и сама диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне. Навыки и компетенции, а также вклад автора в данную работу не вызывает сомнений.

Таким образом, диссертационная работа «Вязкость разрушения и внутренние напряжения композиционных материалов на основе карбонизованных полимерных матриц», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния», соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС», а ее автор, Игнатъев Семен Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния».

Научный сотрудник, Лаборатория ускоренных частиц (ЛУЧ)

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (НИТУ МИСИС)

Кандидат физ.-мат.наук, Заворотная Ульяна Максимовна  
12.12.2024 г.

Адрес: 119049, Москва, Ленинский пр-кт, д. 6, стр. 2

Телефон: +7 (495) 955-00-32

Адрес электронной почты: [um.zavorotnaia@misis.ru](mailto:um.zavorotnaia@misis.ru)



Подпись

зам. начальника  
отдела кадров

*Заворотная У.М.*

*Кузнецова А.Е.*

Кузнецова А.Е.

« 12 » 12 2024 г.