

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу **Ермахановой Азиры Муратовны** «Исследование эффективных путей упрочнения углепластика углеродными наночастицами», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов»

1. Соответствие направлениям развития науки (формируются Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан в соответствии с пунктом 3 статьи 18 Закона "О науке") и (или) государственным программам

Диссертационная работа Ермахановой А.М. соответствует направлениям развития науки и выполнялась в соответствии с государственными научными программами, финансируемыми из государственного бюджета по проектам «Разработать отечественную технологию производства высокопрочных углепластиков и изделий из них с граничными характеристиками» по программе «Грантовое финансирование научных исследований» (ГФ0093/ГФ4) на 2015-2017 гг. приоритет «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции» и «Разработать отечественную технологию получения высокомодульного и высокопрочного изделия из углепластика аэрокосмического назначения» (О.0673) на 2015-2017 гг. – Республиканская бюджетная программа 076 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности, транспорта и коммуникации».

Основные положения диссертационной работы разрабатывались на кафедре «Инженерная физика» КазННТУ имени К.И.Сатпаева (Satbayev University) и в лаборатории космического материаловедения и приборостроения АО «Национальный центр космических исследований и технологий».

2. Актуальность темы исследования

В настоящее время в г. Нур-Султан производится строительство Национального космического центра, составной частью которого является предприятие по проектированию и производству космических аппаратов. Созданием такого производства занимается казахстанско-французское ТОО СП «Галам». Специальные конструкционные материалы: сплавы алюминия, магния, титана, углепластики и др. необходимы для изготовления корпусов, силовых элементов, а также отдельных комплектующих космической техники. Казахстан не производит конструкционные материалы, в связи с чем, их приходится импортировать. Однако, не все материалы можно приобрести из за рубежа, поскольку высококачественные конструкционные материалы с высокими функциональными характеристиками отнесены в известные списки товаров и технологий экспортного контроля. Ввиду этого, необходимо развитие отечественных технологий производства материалов аэрокосмического назначения.

Диссертация Ермахановой А.М. является актуальной и направлена на решение проблем разработки технологии получения высокопрочного углепластика, модифицированного углеродными наночастицами с улучшенным комплексом технологических и эксплуатационных свойств.

Основной целью диссертационной работы является повышение прочности углепластика на основе исследований влияния модифицированных углеродных наночастиц на свойства композиционного материала.

3. Соответствие принципам новизны, самостоятельности, достоверности, внутреннего единства, практической ценности, академической честности

В диссертации содержатся новые и достоверные результаты, являющиеся итогом достижения цели и последовательным решением поставленных задач.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке системного подхода влияния углеродных наночастиц различной модификации на реологическое поведение эпоксидных нанокompозитов и механические свойства углепластика.

К наиболее значимым научным результатам, полученным диссертантом в ходе исследований, следует отнести следующее:

- Определены константы снижения вязкости (с 1,7 Па с до 0,05 Па с) при различных температурах, что позволяет с высокой степенью точности прогнозировать технологические свойства таких связующих. Проведены системные исследования по влиянию модифицированных (карбоксилированные, карбоксильно-гидроксилированные, амидированные) углеродных нанотрубок на реологические свойства эпоксидной смолы «Этал Инжект-Т».

- обнаружен эффект увеличения времени гелеобразования с введением углеродных нанотрубок в эпоксидную смолу. Лучшие результаты получены для карбоксилированных углеродных нанотрубок, при котором увеличивается жизнеспособность эпоксидной смолы с 6 минут до 13 минут.

- выявлено, что скорость нагружения оказывает существенное влияние на напряженно-деформированное состояние эпоксидной смолы и слабо влияет на углепластик. Во всех случаях упругая зона эпоксидной смолы остается постоянной и характеризуется физическими параметрами. Для углепластика увеличение скорости деформации приводит к повышению прочности на сжатие на 7 % с 401 МПа (1 мм/мин) до 425 МПа (20 мм/мин).

- впервые получены сравнительные результаты о влиянии модифицированных углеродных наночастиц на механические свойства эпоксидной смолы и углепластика. Определено, что влияние трех типов модифицированных углеродных нанотрубок увеличивает прочность эпоксидной смолы со 172 МПа до 210 МПа, а при введении их в углепластик прочность возрастает до 480 МПа.

Степень обоснованности научных результатов подтверждается публикациями в профильном научном журнале, входящем в базу данных Scopus, 3 изданиях рекомендованных ККСОН МОН РК. Работа прошла

всестороннюю и тщательную апробацию, а результаты исследований докладывались на международных научных конференциях как ближнего, так и дальнего зарубежья.

Приводимые в диссертации результаты базируются на достаточном экспериментальном и теоретическом материале. Автором лично проведена экспериментальная работа и получены основные результаты. Результаты обоснованы и соответствуют целям и задачам диссертационной работы.

Научные результаты, полученные докторантом и представленные в рецензируемой работе являются достоверными. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений и обосновывается широким спектром использованных современных методов исследований.

Внутреннее единство полученных результатов обусловлено поставленной целью диссертационной работы, выбранными методиками, последовательным изложением и научно-обоснованной интерпретацией полученного материала.

Практическая значимость подтверждается выдачей патента на полезную модель Республики Казахстан. Создание углепластиковых образцов могут быть использованы для производства отечественных комплектующих в ТОО СП «Галам».

Принципы академической честности в работе соблюдены. Справка об антиплагиате, выданная АО «Национальный центр государственной научно-технической экспертизы», подтверждает честное и ответственное отношение к выполнению и оформлению диссертационной работы.

4. Замечания, предложения по диссертации

По работе имеются следующие замечания и пожелания:

1. Желательно привести данные о прочностных свойствах при концентрации углеродных нанотрубок более 0,15% указанных на рис. 39;
2. Не приведены литературные данные по влиянию скорости нагружения на прочностные свойства материала. Вероятно, этот раздел целесообразно изложить по подробней.
3. В тексте диссертации встречаются грамматические опечатки и стилистические выражения.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей ценности диссертационной работы, в которой представлен хорошо изложенный обширный экспериментальный материал, объясняющий полученные закономерности и особенности упрочнения углепластика.

5. Заключение о возможности присуждения степени доктора философии (PhD), доктору по профилю

Диссертационная работа Ермахановой Азиры Муратовны на тему «Исследование эффективных путей упрочнения углепластика путем модификации углеродными наночастицами» представляет собой законченную научную работу, в которой на основании исследований изложены научно-

обоснованные технологические решения, внедрение которых внесет определенный вклад в развитие науки Республики Казахстан.

Выполненная работа обладает новизной, актуальностью, с соблюдением внутреннего единства, самостоятельности, достоверности и соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Ермаханова Азира Муратовна заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности «6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов».

**Официальный рецензент
доктор философии (PhD),
директор ДГП на ПХВ
«Национальная нанотехнологическая
лаборатория открытого типа (ННЛОТ)»
Казахского национального университета
имени аль-Фараби**

«29» апреля 2019 г.

М.М. Муратов

Подпись Муратова М.М. заверяю:

