

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Семеновой Маргариты Игоревны

на диссертацию Петуховой Екатерины Алексеевны

«Модели и методика диагностики состава полимерных композиционных материалов»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 - «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды»

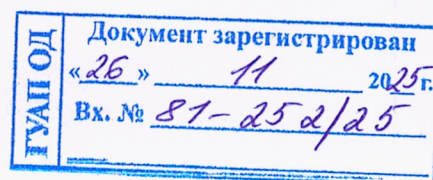
Актуальность диссертационной работы

В условиях реализации стратегических инициатив, утвержденных Указом Президента РФ № 309 от 7 мая 2024 года, особую значимость приобретают исследования, направленные на разработку новых инновационных материалов. Полимерные композиционные материалы являются ключевыми компонентами в авиационно-космической отрасли, автомобилестроении, медицине и других высокотехнологичных сферах, где их состав напрямую влияет на эксплуатационные характеристики.

Традиционные методы диагностики состава полимерных композиционных материалов, основанные на многочисленных физических экспериментах, обладают существенными недостатками: высокой ресурсоемкостью, значительными финансовыми затратами и негативным воздействием на окружающую среду.

Существующие методы диагностики состава полимерных композиционных материалов отличаются высокой трудоемкостью, значительными затратами времени и ресурсов, во многом ограничивают скорость внедрения новых решений и оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Внедрение цифровых и интеллектуальных методик позволяет ускорить процесс контроля, повысить достоверность результатов, снизить потребление ресурсов и минимизировать экологический ущерб.

Предложенное автором научно обоснованное решение по совершенствованию диагностики состава полимерных композиционных материалов с заданными механическими и электрическими свойствами является своевременным и актуальным. Разработанные модели и методика позволяют существенно сократить объем лабораторных испытаний, рационально использовать материальные ресурсы и снизить негативное воздействие на окружающую среду, что соответствует целям национальных проектов «Технологическое лидерство» и «Экологическое благополучие».



Структура и содержание работы

Структура диссертации логична, соответствует поставленной цели и задачам исследования. Работа состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы, содержащего 149 источников, и приложений. Основной материал изложен на 159 страницах, включает 22 таблицы и 41 рисунок. Каждый раздел сопровождается выводами, отражающими основные результаты. Оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Автореферат отражает содержание диссертации, кратко и логично представляя ключевые элементы исследования.

Достоверность результатов проведенных исследований

Достоверность результатов диссертационной работы, выдвинутых автором научных положений, и выводов, подтверждается применением адекватных математических моделей, корректным использованием математического аппарата, а также практической реализацией. Основные результаты диссертационной работы получили апробацию на 4 Международных научных конференций. Опубликовано в 24 печатных изданиях, из них в том числе: 5 статей, без соавторов, в изданиях, рекомендованных ВАК РФ; 9 работ в рецензируемых научных изданиях ВАК; 12 статей в других изданиях, одно свидетельство о государственной регистрации базы данных, два свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Научная новизна

На основании вышеизложенного в диссертационной работе получены следующие основные научные результаты:

1. Разработанная математическая модель определения механических и электрических свойств полимерных композиционных материалов, в отличие от известных позволяет комплексно оценивать механические и электрические параметры материалов, учитывает их взаимосвязь, что способствует улучшению эксплуатационных характеристик изделий и повышению экологической безопасности окружающей среды.

2. Разработанная модель автоматизации определения состава полимерного композиционного материала, с заданными механическими свойствами, при сохранении электрических характеристик, в отличие от известных позволяет снизить трудоёмкость испытаний на растяжение, повышению уровня экологической безопасности окружающей среды.

3. Разработанная методика диагностики состава полимерных композиционных материалов с заданными механическими свойствами при сохранении электрических характеристик, в отличие от известных

способствует уменьшению трудоемкости, финансовых затрат проведения испытаний на растяжение, повышению надёжности изделий и обеспечению экологической безопасности окружающей среды.

Практическая значимость работы

Практическая значимость проведенного исследования заключается в существенном повышении эффективности процессов диагностики состава полимерных композиционных материалов. Разработанная автором математическая модель для определения механических и электрических характеристик композитов позволила уменьшить объём экспериментальных исследований на 35% и обеспечить сокращение временных затрат на 80%. Внедрение модели автоматизированного определения состава полимерного композиционного материала обеспечило сокращение сроков поиска оптимальной рецептуры с двух месяцев до двух недель, что сопровождается ускорением процесса на 84-88% и сокращением необходимого количества лабораторных испытаний на 60-62%.

Внедрение разработанной методики диагностики состава позволило сократить трудозатраты на разработку рецептов материалов на 90-95%, одновременно обеспечив снижении финансовых затрат на проведение испытаний на растяжение на 80-90%. Полученные результаты свидетельствуют о высокой экономической эффективности и значительном вкладе разработанных автором решений в снижение себестоимости и повышение ресурсосбережения в сфере исследований и производства полимерных композиционных материалов.

Замечания и вопросы по диссертационной работе Петуховой Е.А.

1. В работе справедливо указано, что свойства полимерных композиционных материалов определяются сложным взаимодействием компонентов, что предполагает наличие нелинейных зависимостей «состав-свойство». Однако, для их моделирования выбран метод линейной регрессии (раздел 2.3.1, таблица 8). Соискатель не обосновал почему для прогнозирования свойств материалов был выбран метод линейной регрессии, несмотря на испытание более сложных методов, таких как градиентный бустинг и случайный лес.

2. Соискатель не раскрыл автоматический выбор оптимальной метрики расстояния для разных типов полимерных композиционных материалов (раздел 3.2.2) – на основе анализа характера данных или через простой перебор с фиксированным критерием (количество корреляций Пирсона «близких к 1»), и не предусмотрел валидацию этого подхода на всей базе данных для обеспечения адаптивности к новым материалам?

3. В разделе 4.1.2 приведен расчет выбросов CO₂, в котором учтена только стадия утилизации (сжигания 8640 образцов, 604,8 кг CO₂), без анализа полного жизненного цикла (LCA) – включая производство сырья (энергоёмкость синтеза полимеров и нанотрубок), изготовление образцов (энергопотребление оборудования) и вычисления моделей. Как это влияет на обоснованность заявлений об экологической эффективности методики?

Приведённые замечания и вопросы не снижают общего положительного восприятия представленной работы и её значимости.

Заключение

В диссертационной работе Петуховой Екатерины Алексеевны изложено новое научно обоснованное техническое решение совершенствования диагностики состава полимерных композиционных материалов с заданными механическими свойствами при сохранении электрических характеристик, соответствующее стратегическим ориентирам национальных проектов «Технологическое лидерство» и «Экологическое благополучие».

Диссертационная работа соответствует п. 1. «Научное обоснование новых и совершенствование существующих методов, аппаратных средств и технологий контроля, диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды, способствующее повышению надежности изделий и экологической безопасности окружающей среды.», п. 4 «Разработка методического, математического, программного, технического, приборного обеспечения для систем технического контроля и диагностирования материалов, изделий, веществ и природной среды, экологического мониторинга природных и техногенных объектов, способствующих увеличению эксплуатационного ресурса изделий и повышению экологической безопасности окружающей среды», п. 7 «Автоматизация технологий, приборов контроля и средств диагностирования, способствующая снижению трудоемкости, увеличению оперативности и достоверности оценки эксплуатационного ресурса изделий, повышению уровня экологической безопасности окружающей среды», паспорту научной специальности 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды».

Таким образом, диссертация представляет собой самостоятельное и завершённое исследование, содержащее научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны. Актуальность работы, научная новизна и

обоснованность результатов соответствуют современным требованиям, а сами результаты описывают законченный цикл исследований. Их достоверность подтверждается применением современных методов и успешными испытаниями в производственных условиях.

Все перечисленное дает основание считать, что представленная диссертационная работа Петуховой Е.А., несмотря на отдельные замечания непринципиального характера, соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013г. №842, соответствует специальности 2.2.8 «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды». Автор работы заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,
Кафедра инженерной
защиты окружающей среды,
кандидат технических наук,
доцент

Семенова Маргарита
Игоревна

« 18 » ноября 2025 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»,
197022, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5, лит. Ф,
телефон: +7 812 234-46-51. E-mail: info@etu.ru

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯ
НАЧАЛЬНИК ОДС
Т.Л. РУСЯЕВА