ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ДС.ТПУ.13,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

решение диссертационного совета от 28.12.2023 № 9

О присуждении Шагдырову Батору Ильичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка алгоритмов и методик автоматизированной тепловой дефектоскопии и дефектометрии композиционных материалов»
по специальности 2.2.8 – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды» (технические науки) принята к защите 25.10.2023г. (протокол заседания № 6) диссертационным советом ДС.ТПУ.13, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 634050, г. Томск, пр. Ленина 30, утвержденным приказом № 15895 от 06.12.2018 года.

Соискатель Шагдыров Батор Ильич, 1995 года рождения, в 2018 году окончил магистратуру ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению «Приборостроение».

В 2022 году соискатель окончил очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по направлению подготовки 12.06.01 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии».

Работает инженером в Центре промышленной томографии ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования.

Диссертация выполнена в Центре промышленной томографии ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство науки и высшего образования.

Научный руководитель – кандидат технических наук Чулков Арсений Олегович, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Центр промышленной томографии, старший научный сотрудник.

Дополнительно введенные члены диссертационного совета ДС.ТПУ.13:

Солдатов Алексей Иванович, доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение электронной инженерии, профессор;

Тюрин Юрий Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение экспериментальной физики, профессор;

Официальные оппоненты:

Лобода Егор Леонидович, доктор физико-математических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра физической и вычислительной механики, заведующий кафедрой.

Клопотов Анатолий Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», кафедра прикладной механики и материаловедения, профессор,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов и дополнительно введенных членов диссертационного совета обосновывается их высокой профессиональной квалификацией, высокой публикационной активностью по выполненным исследованиям, близким к теме работы соискателя, отсутствием совместных проектов и печатных работ, опытом научно-исследовательской работы и рейтингом ведущих научно - образовательных учреждений.

Соискатель имеет, 24 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 12 работ, из них в изданиях, индексированных в базах данных SCOPUS и Web of Science опубликовано 9 работ, 6 из опубликованных статей имеют версии на русском языке в журнале, входящем в перечень ВАК.

Общий объем публикаций составляет 6 печатных листов, с долей авторского участия не менее 30 %.

Опубликованные научные труды составили основу положений, выносимых на защиту и полностью отражают объем проведенных исследований, их новизну и практическую значимость. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые научные работы:

1. Shagdyrov B.I., Chulkov A.O., Vavilov V.P., Kladov D.Y., Stasevskii V.I. A New Method of Active Thermal Testing: Combination of Heating and Forced Cooling // Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2023. – Т.59. – №5 – С.592-600.
2. Shagdyrov B.I., Chulkov A.O., Vavilov V.P., Kladov D.Y. Automated detection and characterization of defects in composite-metal structures by using active infrared thermography // Journal of Nondestructive Evaluation. – 2023. – Т.42. – №20 – С.1-16.
3. Shagdyrov B.I., Chulkov A.O., Vavilov V.P., Nesteruk D.A. Thermal flaw detection scanner for testing large-sized flat products made of composite materials // Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2021. – Т.58. – №4 – С.301-307.
4. Shagdyrov B.I., Chulkov A.O., Nesteruk D.A., Vavilov V.P. Method and Equipment for Infrared and Ultrasonic Thermographic Testing of Large-Sized Complex-Shaped Composite Products // Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2021. – Т.57. – №7 – С.619-626.
5. Shagdyrov B.I., Chulkov A.O., Nesteruk D.A., Vavilov V.P., Omar M., Siddiqui A.O. Prasad Y.L.V.D. Automated procedure for detecting and characterizing defects in GFRP composite by using thermal nondestructive testing // Infrared Physics & Technology. – 2021. – Т.102. – С.103675.

На автореферат поступили отзывы:

1. От Каледина В.О., д.т.н., профессора, заведующего научно-исследовательской лабораторией математического моделирования ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»;

2. Лукьянова А.В., д.т.н., профессора кафедры «Физика, механика и приборостроение» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»;

3. Мачихина А.С., д.т.н., доцента, профессора кафедры «Диагностические информационные технологии», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»;

4. Дранькова А.Н., к.х.н., старшего научного сотрудника Департамента ядерных технологий Института наукоемких технологий и передовых материалов ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет».

5. Конькова Н.С., заместителя директора Инженерно-технического центра ООО «Газпром трансгаз Томск».

Все отзывы положительные, критические замечания сводятся к следующему:

- присутствуют незначительные пунктуационные ошибки, таблица 2, на пересечении столбца №4 и строки «Среднее значение» в блоке D3 дано некорректное значение;

- в работе недостаточно охарактеризована статистическая точность определения глубины залегания дефектов;

- не предоставлено объяснения наибольшей погрешности измерений в определении количества воды для участков с заполнением 40 и 20% при контроле сверху;

- не предоставлено объяснения наибольшей погрешности измерений в определении количества воды для участков с заполнением 40 и 80% при контроле снизу;

- остается неясным, насколько универсальна методика настройки нейронной сети, распознающей дефекты. Следовало бы привести примеры применения данного алгоритма на реальных изделиях с различными типами дефектов как по форме, так и по размеру;

- не анализируется влияние на температурные поля покрытий, наносимых на поверхность деталей при изготовлении: «жертвенных» слоёв многослойных пластин и оболочек, лакокрасочных покрытий и защитных плёнок;

- не описана апробация разработанных методик, алгоритмов и программ при автоматизированной дефектометрии реальных элементов конструкций;

- научная новизна и положения, выносимые на защиту, сформулированы не конкретно. Из них, например, не ясно, в чем состоит алгоритм автоматизированного определения зон с минимальной и максимальной температурой (положение 1), в чем заключается пороговый анализ последовательностей динамических термограмм (положение 2), как стандартные образцы сами по себе могут обеспечивать достоверное воспроизведение параметров температурных сигналов в дефектных зонах (положение 4);

- автореферат не содержит формул, блок-схем и других материалов, поясняющих суть разработанных алгоритмов и методик, что существенно осложняет оценку оригинальности;

- в автореферате отсутствуют примеры применения разработанных алгоритмов на реальных объектах контроля;

- не введены аббревиатуры «ПКМ», «ТК» и «НК»;

- отсутствие наглядной структурной схемы работы программных алгоритмов, а также краткого перечня операций, требуемых к выполнению согласно разработанным методикам автоматизированной обработки результатов теплового контроля.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан автоматизированный алгоритм обнаружения дефектов, их координат и размеров, позволивший повысить воспроизводимость измерений с расширением границ применимости полученных результатов.

предложен новый подход к обработке результатов теплового контроля, основанный на обнаружении минимальных и максимальных температур изображения внутри указанной оператором зоны;

доказана перспективность использования нейронных сетей прямого распространения для автоматизированного определения количества воды в ячейках авиационных сотовых панелей;

введена новая трактовка технологии изготовления стандартных образцов с имитаторами воздухонаполненных дефектов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны возможности реализации методик, расширяющих границы применимости результатов теплового контроля для обучения нейронных сетей в задачах тепловой дефектометрии.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использован комплекс существующих базовых методов исследования и экспериментальных методик инфракрасного термографического контроля, основанных на накоплении большого количества инфракрасных изображений, в том числе с использованием численного моделирования задач теплового контроля,

изложены доказательства повышения достоверности оценки параметров теплового контроля с использованием автоматизированных алгоритмов обработки данных,

раскрыты недостатки технологии изготовления стандартных образцов с имитаторами дефектов композиционных материалов и предложены пути решения этой проблемы,

изучено влияние формы представления результатов теплового контроля на качество обучения и работу нейронной сети,

проведена модернизация алгоритмов оценки количества воды в авиационных сотовых панелях, обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены в научный процесс ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» наборы стандартных

образцов с имитаторами дефектов для тестирования автоматизированных алгоритмов обработки данных с целью дефектоскопии и дефектометрии, а также новые универсальные методики обучения нейронной сети,

определены пределы использования активного теплового контроля для оценки содержания воды в сотовых панелях при частичном заполнении ячеек сот,

создана система практических рекомендаций по созданию стандартных образцов изделий из композитов с имитаторами дефектов различных типов,

представлены методические рекомендации по обучению нейронной сети для автоматизированной тепловой дефектоскопии и дефектометрии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании, с многократным повторением экспериментальных исследований и повторяемостью полученных результатов,

теория построена на известных и проверяемых фактах;

идея базируется на известных теоретических моделях теплового контроля;

использованы сравнение авторских данных и данных других исследований, полученных по тематике активного теплового контроля;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках в области теплового контроля;

использованы современные методики тепловизионных измерений и компьютерной обработки изображений.

Личный вклад соискателя состоит в разработке и изготовлении стандартных образцов из углепластика, в том числе изделий сложной формы, а также образцов из полиметилметакрилата с искусственными дефектами, создании трехмерных моделей процесса переноса тепла в программах для численного моделирования, проведении экспериментальных исследований по активному тепловому контролю полимерных композиционных образцов, тестировании разработанных программных алгоритмов, разработке методик обучения искусственных нейронных сетей.

Диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач по разработке методик и программных алгоритмов автоматизированного обнаружения и определения параметров дефектов в авиационных полимерных композиционных материалах, основанных на пространственном и временном анализе температурных данных, работоспособность которых была доказана на разработанных наборах стандартных образцов с искусственными дефектами различных типов.

По своей актуальности, научной новизне, объему и практической значимости полученных результатов работа соответствует требованиям (пп 2.1 - 2.5) Положения о присуждении ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (dis.tpu.ru).

На заседании 28 декабря 2023 года диссертационный совет ДС.ТПУ.13 принял решение присудить Шагдырову Батору Ильичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 7 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 3 человек, входящих в состав совета и 4 человек дополнительно введенных в состав совета, проголосовали: за - 7, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель диссертационного
совета ДС.ТПУ.13 _____ Суржиков Анатолий Петрович

Ученый секретарь диссертационного
совета ДС.ТПУ.13 _____ Шевелева Елена Александровна

28 декабря 2023 г.