

ОТЗЫВ

дополнительного члена диссертационного совета ДС.ТПУ.13 доктора физико-математических наук Тюрина Юрий Ивановича на диссертационную работу Шагдырова Батора Ильича по теме: «Разработка алгоритмов и методик автоматизированной тепловой дефектоскопии и дефектометрии композиционных материалов» представленной 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 темы исследований

Контроль качества материалов и изделий является основой надежности и работоспособности техники в течение всего периода ее эксплуатации. Своевременное выявление структурных дефектов приводит к экономии средств и недопущению аварийных ситуаций. Разработка новых и модернизация известных способов и видов неразрушающего контроля направлены на повышение качества и надежности выпускаемой техники. Исследования, которым посвящена диссертация Б.И. Шагдырова, направлены на повышение производительности и стабильности теплового метода неразрушающего контроля многослойных композиционных материалов углепластика с искусственными расслоениями. Важным является разработка методик определения «критичности» дефектов, на основании оценки их глубины залегания и пространственных размеров. Выбранная для исследований тема является актуальной и, представляет интерес для предприятий авиационной и комической отраслей промышленности.

Краткий обзор содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников, включающего 67 работ, содержит 104 страницы текста, 52 рисунка, 15 таблиц и 2 приложения.

Во введении описана актуальность темы исследования, обозначены цель и задачи работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, научная новизна, приведен личный вклад автора.

В первой главе приведено подробное описание дефектов, характерных для полимерных композиционных материалов, используемых в авиационной отрасли, а также приведен сравнительный анализ методов неразрушающего контроля, обеспечивающих выявление

подобных дефектов. Большая часть главы посвящена описанию развития активного теплового контроля, а также его современного состояния, включая описание устройств теплового контроля и используемых программных алгоритмов. Сформулированы следующие задачи исследований:

- разработка технологии изготовления контрольных образцов для активного теплового контроля с имитацией дефектов различной физической природы.
- разработка методики автоматизированного определения глубины залегания дефектов в композитных материалах, в том числе, с использованием искусственной нейросетей включающий предварительную обработку последовательностей термограмм и обучение нейросетей на основе экспериментальных данных.

Вторая глава посвящена решению актуальной проблемы разработке и изготовлению стандартных образцов полимерных композиционных материалов для активного теплового контроля. Описаны наборы разработанных стандартных образцов полимерных композиционных материалов с имитаторами производственных и эксплуатационных дефектов, которые были использованы для апробации программных алгоритмов автоматизированной дефектоскопии и дефектометрии. Большой акцент в главе сделан на материалах, используемых для имитации дефектов в виде расслоений в многослойных композитах. Разработанные образцы по теплофизическим свойствам соответствуют композиционным материалам авиакосмической отрасли промышленности.

Новизна исследований, описанных во второй главе, заключается в сравнительной характеристике дефектов различной физической природы. Показано, что фторопластовые вставки, типичные в ультразвуковом контроле, плохо имитируют воздушные расслоения в композите. Адекватные результаты были получены со вставками из экструдированного пенополистерола. Предложены технологии изготовления контрольных образцов и изготовлены несколько типов контрольных образцов композитов с дефектами типа расслоений, вставок, ударных повреждений и воды в сотах.

В третьей главе представлены результаты испытаний разработанных программных алгоритмов для автоматизированной обработки данных, основанных на анализе температурных данных в каждом пикселе последовательностей термограмм в автоматизированной дефектоскопии и дефектометрии. Первый программный алгоритм обеспечивает обнаружение минимальных и максимальных значений температуры в текущей термограмме последовательности. Вторым алгоритмом представляется собой усовершенствование первого и обеспечивает автоматизированную дефектоскопию и дефектометрию, а именно, выявляет

дефектную область и определяет ее поперечные размеры. Следует отметить, что автором под автоматизированной обработкой результатов теплового контроля подразумевается осуществление анализа температур по определённому сценарию, который не исключает участие оператора по определению зоны обработки данных, установке соответствующих пороговых значений и проведению предварительной обработки данных.

Разработанные алгоритмы были использованы автором при проведении научных исследований по контролю стандартных образцов из композиционных материалов, содержащих дефекты различной физической природы.

В четвёртой главе представлены результаты применения программного алгоритма, основанного на использовании искусственных нейронных сетей для обнаружения зон с расслоениями в монолитных полимерных композитах, а также воды в сотовых авиационных панелях. Программный алгоритм позволяет получить карту дефектов с информацией о глубине залегания обнаруженных расслоений и количестве воды в ячейках сотовых панелей. Проверка работоспособности разработанного алгоритма на изделиях из композиционных материалов, продемонстрировало удовлетворительную погрешность определения параметров внутренних дефектов.

Полученные автором результаты продемонстрировали возможность реализации алгоритмов дефектоскопии и дефектометрии применительно к теоретическим и экспериментальным данным. Участие оператора в проведении данных процедур сводится главным образом к мероприятиям по обучению нейросетей и созданию модели контролируемого образца

В общих выводах по диссертации представлены основные результаты диссертационной работы.

В Приложение вынесены акт об использовании результатов диссертационного исследования и список публикаций соискателя по теме диссертации.

Материал диссертации в целом изложен ясным научно-техническим языком с достаточным количеством иллюстративного материала хорошего качества.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и верно отражает ее результаты.

Личный вклад соискателя раскрыт в тексте диссертационной работы, изложение выполненных разработок и исследований не вызывают вопросов в непосредственном участии автора.

Научная новизна и практическая значимость

Научная новизна исследований обусловлена разработкой методик и экспериментальной апробацией программных алгоритмов определения параметров дефектов в полимерных композиционных материалах. В частности, автоматизированных методик и программных алгоритмов на основе искусственных нейронных сетей, а также алгоритмов, основанных на пиксельном анализе температурных данных.

Интерес и новизну представляет разработка и изготовление образцов полимерных композиционных материалов с искусственными дефектами параметры которых известны. Тестирование программных алгоритмов было проведено автором на разработанных в рамках диссертационной работы образцах.

Диссертация ориентирована на расширение возможностей и достоверности теплового метода неразрушающего контроля. Это обуславливает практическую направленность достигнутых научных результатов и имеет существенный потенциал к дальнейшему использованию и внедрению результатов в различных отраслях промышленности.

Достоверность полученных результатов подтверждается соответствием полученных экспериментальных данных результатам численного моделирования. Теоретические результаты исследования соответствуют данным, полученным другими авторами. Опубликованные автором работы в профильных журналах высокого уровня, а также высокий класс использованного в исследованиях оборудования, обосновывают достоверность новых полученных результатов. Автором использован подход: проведение численного и аналитического моделирования и дальнейшее сопоставление результатов с экспериментальными данными. Методы и подходы проведения исследований корректны и не вызывают возражений.

По тематике диссертационной работы опубликованы 12 работ, из которых 9 статей в изданиях, индексируемых в базах данных SCOPUS и Web of Science, 4 статьи опубликованы в журналах Q2, 6 публикации в журналах из перечня ВАК.

Замечания по диссертационной работе

Помимо незначительного количества погрешностей в оформлении и орфографических промахов по работе можно сделать следующие замечания:

1. Страница 35. Не представлено описание процесса укладки слоёв угле- и стеклоткани.

2. Страница 76. "чтобы учесть температурную неравномерность, обусловленную «короблением» тефлоновой вставки". Необходимо пояснить, что имелось в виду под термином "коробление" и в каких пределах оно допустимо?
3. Страница 87. Для более полного исследования обнаружения воды в сотовых конструкциях, следовало провести эксперименты при вертикальном расположении панелей.
4. В главе 4 для обучения и верификации нейронной сети использовалась одна и та же последовательность термограмм. Какова будет воспроизводимость результатов при использовании данной НС с другими экспериментальными результатами?

Общая оценка о диссертации.

Диссертационная работа Б.И. Шагдырова заслуживает высокой оценки по содержанию, структуре, научному стилю изложения. Работа является законченной научно квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. По своей тематической направленности, полученным результатам и защищаемым положениям диссертация Шагдырова Батора Ильича соответствует специальности 2.2.8 – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды». В автореферате приведены основные положения, результаты и выводы по работе в полном соответствии с содержанием диссертации.

Заключение.

На основании анализа содержания рукописи и автореферата кандидатской диссертации Шагдырова Батора Ильича можно сделать обоснованное заключение, что автор решил новую научно задачу, имеющую существенное значение для общей теории и практики вопросов разработки алгоритмов и методик автоматизированной тепловой дефектоскопии и дефектометрии композиционных материалов.

Принимая во внимание вышеизложенное, считаю, что диссертация «Разработка алгоритмов и методик автоматизированной тепловой дефектоскопии и дефектометрии композиционных материалов» отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в п. 2 «Порядка присуждения ученым степеней в Национальном исследовательском Томском

политехническом университете». Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, а Шагдыров Батор Ильич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.8 – «Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды».

Я, Тюрин Юрий Иванович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Дополнительный член диссертационного
совета ДС.ТПУ.13, доктор физико-математических наук,
профессор отделения экспериментальной физики
Инженерной школы ядерных технологий Федерального
государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»

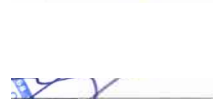


Тюрин Ю.И.

Дата « 13 » 12 20 23 г.

Адрес: пр. Ленина, д. 43, оф. 202, 634034, г. Томск, Томская обл., Россия
e-mail: tyurin@tpu.ru
Телефон: +7 (3822) 701777 Вн.т.1504

Подпись Тюрина Ю.И. заверяю
Ученый секретарь
Федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»



Кулинич Е.А.