

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сероваева Григория Сергеевича «**Механические аспекты измерения деформаций точечными и распределенными волоконно-оптическими датчиками**», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела

Представленная Сероваевым Г.С. диссертационная работа посвящена комплексному исследованию вопросов обеспечения надёжности и достоверности измерения деформаций в элементах конструкций с помощью современных точечных датчиков на основе волоконных брэгговских решёток и распределённых датчиков, использующих рэлеевское рассеяние. В автореферате показано, что существующие подходы к измерению деформаций не обеспечивают необходимой достоверности при наличии высоких градиентов деформаций, равно как и при встраивании датчиков в материал, а также при совместном использовании различных типов волоконно-оптических датчиков (ВОД) на одном оптическом волокне. Результаты исследований этих вопросов имеют как теоретическую, так и прикладную ценность, поскольку разработанные алгоритмы и методики обеспечивают повышение достоверности диагностики технологических и эксплуатационных деформаций, что подтверждает **актуальность работы.**

В автореферате сформулированы **цель и задачи работы**, охарактеризована комплексность подхода, включающего проведение численного моделирования методом конечных элементов и экспериментальных исследований. Для достижения поставленной цели автор решил следующие задачи: а) экспериментальное изучение работоспособности ВОД в различных климатических условиях и при встраивании в материал; б) численный анализ перераспределения напряжений в окрестности внедренного оптического волокна; в) разработка подходов к совместному использованию точечных и распределённых датчиков; г) построение математических моделей оценки погрешности измерения деформаций и демонстрации эффективности ВОД в практических приложениях. В автореферате последовательно изложены аспекты проведения экспериментальных и численных исследований, приведены конкретные результаты, подтверждающие достижение заявленной цели и решения поставленных задач.

Научная новизна работы подтверждается: а) созданием алгоритмов, позволяющих корректно обрабатывать сигналы, регистрируемые распределённым рэлеевским датчиком в присутствии высокоотражающих брэгговских решёток; б) разработкой методики численной калибровки с помощью коэффициентов, необходимых для правильного преобразования спектрального сдвига в истинные деформации; также в) построением моделей, позволяющих оценить концентрацию напряжений вокруг оптического волокна с учётом технологических дефектов в материале типа смоляных карманов, а также г) разработкой рекомендаций по выбору оптимальных параметров волоконно-оптических датчиков. В совокупности эти результаты формируют направление, ориентированное на одновременное использование преимуществ и достоинств двух классов ВОД.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в разработанных автором методиках, позволяющих повысить точность и достоверность мониторинга состояния конструкций в условиях высоких градиентов деформаций и сложных напряжённых состояний, демонстрации возможности решения прикладных задач применения волоконно-оптических датчиков для регистрации технологических деформаций и обнаружения дефектов в материалах.

Методологическая база работы представлена сочетанием численного моделирования методом конечных элементов с использованием программного пакета ANSYS и широкого спектра экспериментальных исследований, выполненных на образцах из различных материалов с применением современного измерительного оборудования. Сопоставление и согласие результатов измерений с помощью ВОД с результатами численного моделирования, а также данными, получаемыми с помощью системы цифровой корреляции изображений, дополнительно подтверждает **достоверность** полученных результатов.

Апробация полученных результатов представлена на 18 всероссийских и международных конференциях и семинарах. Полный список публикаций включает 35 работ, из которых 12 опубликованы в ведущих рецензируемых журналах, индексируемых в наукометрических базах Scopus и Web of Science.

Автореферат диссертации Сероваева Г.С. последовательно раскрывает основные положения и выводы диссертационного исследования, которые полностью соответствуют установленным требованиям.

К числу замечаний можно отнести следующие.

В качестве пункта научной новизны не совсем удачно сформулирован п.6. «Продемонстрированы методики использования ВОД для регистрации технологических деформаций в различных материалах, регистрации появления и развития дефектов», что скорее следует отнести к практической ценности проведенного исследования.

2. На стр. 8 автореферата автор указывает: «Результаты испытаний в течение длительного промежутка времени показали, что изменение показаний ВОД при различной влажности, температуре и нагрузках, близких к предельным, находится в пределах 0.36%, что гарантирует возможность использования ВОД на брэгговских решетках в разных климатических условиях». Известно, что оптоволоконные датчики являются крайне чувствительными к изменению температуры, что обусловило, в том числе, их применение для решения задач ее измерения. Из текста автореферата не следует, каким образом автор решал проблему термокомпенсации, и почему столь разные факторы, как температура, влажность и предельные нагрузки оказывали подобное влияние на изменение показаний ВОД?

Представленные на рисунках 5 и 6 цифровые обозначения компонентов модели материала с оптическим волокном и розетки датчиков не расшифрованы ни в тексте автореферата, ни в подписях к рисункам.

4. На стр. 14 автореферата автор указывает: «В выполненных экспериментах на отраженном оптическом спектре нет выраженных пиков, соответствующих значениям $\Delta\lambda_1$ и $\Delta\lambda_2$. Численными экспериментами показано, что значения $\Delta\lambda_1$ и $\Delta\lambda_2$ достаточно близки, и в реализованных экспериментах на общей картине отраженного спектра два пика сливаются вместе. При нагрузках, обеспечивающих большие значения деформаций ε_1 и ε_2 , в экспериментах получены два пика на отраженном спектре, в частности, при нагружении образца давлением, перпендикулярным его плоскости». К сожалению описанные результаты не проиллюстрированы графически в тексте автореферата.

5. На стр. 15 автореферата автор указывает: «Наибольшее расхождение результатов измерения деформаций ВОД с результатами численного анализа при растяжении образцов, представленных на рисунке 9, имеет место на участках, где производная от функции распределения деформаций изменяет знак». К сожалению, по тексту автореферата далее никак не обсуждается, как при проведении натурных экспериментов компенсировались подобного типа «расхождения».

Указанные замечания носят частный характер, не затрагивают сути выносимых на защиту положений и выводов, а также не снижают общей положительной оценки выполненного исследования.

Представленная диссертационная работа «Механические аспекты измерения деформаций точечными и распределенными волоконно-оптическими датчиками» соответствует всем требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней» Постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а её автор Сероваев Григорий Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела.

Я, Панин Сергей Викторович, даю согласие на включение своих данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Член-корреспондент РАН, д.т.н.,
профессор, главный научный сотрудник,
заведующий лабораторией механики
полимерных композиционных
материалов, Института физики прочности
и материаловедения Сибирского
отделения РАН (ИФПМ СО РАН)
(Специальность докторской диссертации:
01.02.04 – механика деформируемого
твёрдого тела)

Панин Сергей Викторович

11.06.2025

Подпись Панина С.В. заверяю
Ученый секретарь ИФПМ СО РАН,
к.ф.-м.н.



Матолыгина Наталья Юрьевна

Почтовый адрес: 634055, г. Томск, проспект Академический, д. 2/4

Email: svp@ispms.ru

Тел.: +7(3822)286-904