

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Труфанова Александра Николаевича,
выполненную на тему «Термомеханические процессы в специальных
оптических волокнах при их производстве и эксплуатации» и
представленную к защите на соискание ученой степени доктора технических
наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела

1. Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения и списка использованной литературы и трех приложений. Полный объем работы составляет 377 страниц, содержит 219 рисунков, 27 таблиц. Список литературы содержит 377 источников.

2. Актуальность исследования.

Диссертационная работа Труфанова А.Н. посвящена актуальной теме – исследованию термомеханических процессов в специальных оптических волокнах, используемых в качестве чувствительного элемента в широком спектре оптоволоконных датчиков и приборов для измерения различных физических параметров. Уникальные эксплуатационные характеристики таких приборов делают их крайне востребованными, например, в качестве систем мониторинга зданий, сооружений и конструкций; компактных навигационных систем; распределенных датчиков температуры и давления, потока, магнитных и электрических полей, наличия в атмосфере различных газов и т.д. Оптические характеристики таких специальных оптических волокон обусловлены полями остаточных напряжений, наведенных в светопроводящей жиле за счет специально подобранной конструкции и технологии изготовления.

Таким образом внешние нагрузки, эволюция полей напряжений за счет релаксационных процессов могут оказывать значительное влияние на точность измерительной аппаратуры на базе таких световодов. Решение проблемы моделирования термомеханических процессов в оптических волокнах, формирования и эволюции полей напряжений в процессе их изготовления и эксплуатации актуальны как для производства, так и при последующей эксплуатации изделий на их основе.

Затронутая автором работы проблематика соответствует утвержденными указом Президента РФ приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники и перечню критических технологий РФ.

ПОЛУЧЕНО 17.09.2024

ИПРИМ РАН

вх №146



3. Научная новизна результатов и выводов.

Автором работы впервые выполнено комплексное исследование термомеханических процессов в анизотропных оптических волокнах с учетом полимерного защитно-упрочняющего покрытия в широком диапазоне эксплуатационных температур, включающем релаксационные переходы в материалах. Показано влияние этих процессов на напряженно-деформированное состояние изделий и на их оптические характеристики. Построены новые физические соотношения, позволяющие прогнозировать характеристики световодов в зависимости от их геометрических параметров, внутренних остаточных напряжений и внешних термосиловых воздействий. Установлены закономерности отклонений реальной геометрии изделий от проектных значений. Получены новые данные по прочности силовых элементов и решена задача оптимального профиля их легирования. На основании натуральных экспериментов впервые установлено, что деформационный отклик полимеров существенно зависит не только от температуры, но и от скорости ее изменения. Автором также сформулирована новая методика определения функциональной зависимости КЛТР пленочных образцов полимеров от этих параметров.

Полученные автором новые результаты охватывают практически все этапы изготовления оптического волокна типа «Панда».

4. Соответствие паспорту научной специальности.

Область исследования диссертации соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 1.1.8 Механика деформируемого твёрдого тела:

1. Законы деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе природных, искусственных и вновь создаваемых.
2. Теория определяющих соотношений деформируемых тел с простой и сложной структурой.
3. Задачи теории упругости, теории пластичности, теории вязкоупругости.
10. Прочность при сложных режимах нагружения. Теория накопления повреждений. Механика разрушения твёрдых тел.
11. Математическое моделирование поведения дискретных и континуальных деформируемых сред при механических, тепловых, электромагнитных, химических, гравитационных, радиационных и прочих воздействиях.
12. Вычислительная механика деформируемого твёрдого тела.
13. Экспериментальные методы исследования процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях.

5. Теоретическая и практическая ценность результатов.

Теоретическая значимость представленной диссертационной работы заключается в развитии математических моделей механики сплошных сред с целью учета различных факторов, влияющих на эволюцию НДС в изделиях из стеклующихся материалов.

Полученные новые экспериментальные результаты деформационного отклика полимеров в зависимости от температуры и скорости её изменения способствуют более глубокому пониманию механизмов формирования остаточных и технологических напряжений. Данные о реальной геометрии анизотропных оптических волокон типа «Панда» открывают новые возможности для анализа наблюдаемых эффектов в изделиях из них.

В совокупности полученные результаты позволяют уточнить модели интерпретации регистрируемых параметров с оптоволоконных датчиков и повысить их точность.

Теоретическая значимость работы и фундаментальность полученных результатов подтверждается широкой связью представленных исследований с научными программами и проектами. Выполнение работ было поддержано несколькими грантами РФФИ, и другими федеральными программами грантовой поддержки.

Практическая значимость работы заключается в разработке конкретных рекомендаций, направленных на улучшение технологии производства специальных оптических волокон и их эксплуатационных характеристик, что отражено в достаточно большом перечне хозяйственных научно-исследовательских работ с профильными предприятиями.

6. Апробация работы и полнота опубликованных результатов.

Основные подходы и результаты, полученные автором в рамках диссертационной работы, докладывались и обсуждались более чем на 30-ти конференциях различного уровня. Результаты исследований опубликованы в рецензируемых научных журналах и изданиях, в том числе, в изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки, а также в высокорейтинговые (Q1) издания из базы Web of Science и Scopus. Всего по теме диссертационной работы опубликовано 66 печатных работ, в том числе, 18 статей в рецензируемых научных изданиях из перечня, установленного Минобрнауки России для представления результатов докторских диссертаций, из них 11 публикаций в журналах, индексируемых в международных базах цитирования Web of Science и Scopus. Кроме того, получено два свидетельства о государственной регистрации ПО для ЭВМ.

Таким образом, опубликованные автором в рецензируемых изданиях результаты диссертационной работы, удовлетворяют требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, указанным в пункте 11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ».

7. Диссертация и автореферат

Представленные диссертантом работы написаны грамотным и понятным научным языком, материал изложен последовательно и обладает внутренним единством, достаточно полно раскрыт ход исследования, применяемые подходы и методы, включая постановку экспериментов и обработку полученных результатов. Автореферат в достаточной мере отражает содержание диссертации. Оформление диссертации и автореферата выполнено в соответствии с требованиями ВАК, предъявляемыми к данному виду работ.

8. Достоверность и обоснованность положений, выводов и рекомендаций.

Полученные автором в рамках диссертационного исследования результаты измерения физических величин обеспечиваются использованием процедур, соответствующих международным и государственным стандартам и были выполнены на современном исследовательском оборудовании. Корректность полученных расчетных данных подтверждается результатами натуральных экспериментов, а также удовлетворительным соответствием результатам, представленным в литературных источниках.

9. Замечания по содержанию диссертации и ее оформлению.

1. В своей работе автор сконцентрировал основное внимание на установлении закономерностей формирования напряженно-деформированного состояния в элементах волокна типа "Панда". Насколько универсальным являются представленные в работе результаты, существуют ли принципиальные трудности в применении этих подходов к другим типам волокон?

2. Одним из значимых научных результатов диссертационной работы является установление интересного физического эффекта – зависимости коэффициента линейного температурного расширения полимерных материалов, использованных в защитно-упрочняющем покрытии, от температуры и скорости ее изменения. Проявляется ли это свойство в других полимерных материалах и насколько оно влияет на уровень остаточных напряжений?

Заключение по диссертации.

В диссертации А.Н. Труфанова методами механики деформированного твердого тела выполнено комплексное исследование основных этапов процесса производства оптического волокна типа «Панда». Предложено решение фундаментальной проблемы технологической механики специальных оптических волокон: описаны новые подходы, модели и

методики, позволяющие прогнозировать технологические напряжения в изделиях из неоднородно легированных силикатных стекол и полимеров в нестационарных температурных полях с учетом происходящих в материалах релаксационных переходов. На основе разработанных моделей термовязкоупругого поведения кварцевых стекол и полимеров выполнены исследования эволюции технологических и остаточных напряжений в элементах заготовок и готовом анизотропном оптическом волокне.


Полученные результаты использованы для рационализации технологии производства, что позволило уменьшить количество брака и улучшить эксплуатационные характеристики изделий. Сформированный научный задел позволяет строить более сложные модели волоконно-оптических датчиков, предоставляя надежный инструмент для научно обоснованного проектирования современных датчиков на основе оптических волокон, сохраняющих поляризацию. Разработка и внедрение которых, в том числе, замещение отдельных этапов технологического процесса решениями, основанными на отечественных продуктах, вносят значительный вклад в обеспечение технологического суверенитета РФ.

Представленные подходы, модели и методики могут быть также использованы для проектирования других вариантов конструкций специальных оптических волокон, сохраняющих поляризацию, а также датчиков на их основе.

Высказанные замечания не снижают общей положительной оценки представленной диссертационной работы. Считаю, что диссертация Труфанова Александра Николаевича удовлетворяет квалификационным требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент,

доктор технических наук (01.02.04),
профессор, заведующий кафедрой
фундаментальной математики ФГАОУ ВО
«Пермский государственный национальный
исследовательский университет»


10.09.2024
Аптуков Валерий Нагимович

Сведения об официальном оппоненте

ФИО	Аптуков Валерий Нагимович
Ученая степень	доктор технических наук
Ученое звание	профессор
Организация	ФГАОУ ВО «Пермский

	государственный национальный исследовательский университет»
Должность	заведующий кафедрой фундаментальной математики
Наименование отрасли наук, научных специальностей, по которым защищена диссертация	1.1.8 (01.02.04) – Механика деформируемого твёрдого тела
Адрес	614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15
Телефон	+7 912 8837656
E-mail	aptukov@psu.ru

Подпись Аптукова Валерия Нагимовича заверяю

Ученый секретарь
(или начальник отдела кадров)

Е.П. Андреева
подпись



ФИО