

**ОТЗЫВ на автореферат диссертации на соискание степени доктора технических наук Труфанова Александра Николаевича «Термомеханические процессы в специальных оптических волокнах при их производстве и эксплуатации» по специальности 1.1.8. - Механика деформируемого твердого тела**

Работа соискателя Труфанова А.Н. представляется особо актуальной, поскольку оптические волокна, сохраняющие состояние поляризации вводимого излучения, имеют высокое значение для современных сенсорных, телекоммуникаций и информационных технологий. Изучение и разработка новых технологий в этой области продолжают, поскольку спрос на более надежные оптоэлектронные системы постоянно растет. Волоконно-оптические гироскопы на основе таких волокон имеют ряд преимуществ над традиционными инерционными: могут производиться методами поточной технологии, имеют меньший размер и лучшие эксплуатационные качества. Основные направления исследований включают улучшение характеристик существующих волокон, создание новых типов волокон и разработку более эффективных методов производства волокон и их заготовок.

Научная новизна работы заключается в том, что автором предложены новые прикладные математические модели формирования остаточных и технологических напряжений в неоднородных конструкциях из стеклющихся материалов на основе определяющих соотношений линейной теории вязкоупругости, позволяющих с достаточной точностью описывать термомеханическое поведение специальных оптических волокон в широком диапазоне температур, включающем релаксационные переходы. На основе анализа фактической геометрии реальных изделий автором впервые установлены закономерности распределения геометрических параметров и их отклонений от проектных значений для заготовок силовых стержней и поперечного сечения специального оптического волокна «Панда». Методами численного анализа впервые получены закономерности формирования остаточных напряжений в заготовках из неоднородно легированного кварцевого стекла на всех ключевых этапах изготовления специального оптического волокна типа «Панда». Труфановым А.Н. получены новые данные о влиянии наблюдаемых в изделиях отклонений геометрии от проектных значений на эволюцию НДС в заготовках и оптические характеристики готового волокна. Разработана новая методика определения прочностных характеристик на основании натуральных и вычислительных экспериментов и для одного из вариантов конструкции силового стержня впервые определены значения критериальных характеристик конструкционной прочности. Методами натурального эксперимента соискателем впервые установлен факт частичной кристаллизации силового стержня при отжиге и роль этого явления в упрочнении изделия. Также выполнена постановка задачи оптимизации и впервые определен оптимальный профиль легирования силового стержня, реализующий максимальную температурную деформацию при соблюдении условий прочности. Впервые получены данные о закономерностях влияния защитно-упрочняющих покрытий на оптические характеристики специального оптического волокна типа «Панда» в различных условиях термосилового воздействия. На основании натуральных испытаний впервые установлено, что деформационный отклик полимеров существенно зависит не только от температуры, но и от скорости ее изменения. Сформулирована новая методика натуральных испытаний для определения функциональной зависимости КЛТР пленочных образцов от температуры и скорости ее изменения и для ряда полимеров впервые установлены такие температурные зависимости.

Необходимо отметить, что теоретическая значимость представленной соискателем работы заключается в развитии математических моделей механики сплошных сред с целью учета различных факторов, влияющих на эволюцию НДС в изделиях из стеклющихся 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 в стеклющихся материалах, позволяют более точно учитывать и моделировать термомеханические эффекты, связанные с производством и эксплуатацией изделий из них. Полученные данные о реальной геометрии анизотропных оптических волокон типа «Панда» открывают новые возможности для анализа наблюдаемых эффектов в изделиях из них, которые обусловлены термомеханическими воздействиями при производстве и эксплуатации. В совокупности полученные результаты позволяют уточнить модели интерпретации регистрируемых параметров с оптоволоконных датчиков с целью повышения их точности. Практическая значимость работы Труфанова А.Н. заключается в разработке новых феноменологически обоснованных математических моделей, не требующих идентификации большого числа материальных констант, при этом позволяющих адекватно описывать термомеханическое поведение стеклющихся материалов и с высокой точностью прогнозировать формирование и эволюцию технологических напряжений в процессе изготовления и эксплуатации специальных оптических волокон. Предложенные в работе подходы и методики являются основой для разработки прикладных моделей и алгоритмов их численной реализации, для анализа остаточных, технологических и эксплуатационных напряжений в специальных оптических волокнах и

ПОЛУЧЕНО

ИПРИМ РАН

24.09.2024  
Вх. № 149



связанных с ними оптических характеристик, в том числе с целью оптимизации эксплуатационных характеристик изделий из них. Результаты, полученные в рамках диссертационного исследования, разработанные методики идентификации материальных констант, модели и реализованные на их основе алгоритмы и вычислительные программы переданы в ПАО «ПНППК» для практического применения в исследованиях, при проектировании анизотропных оптических волокон типа «Панда», волоконно-оптических датчиков на их основе в целях совершенствования технологии изготовления и развития математических методов интерпретации сигналов оптоволоконных сенсорных систем. Предложенная и апробированная новая методика определения функциональной зависимости КЛТР от температуры и скорости ее изменения может быть использована как эффективный инструмент для идентификации материальных характеристик любых пленочных образцов.

**Достоверность работы** подтверждается использованием проверенных и доказанных положений физики, применением хорошо известных теоретических и практических методов исследования, использованием распространённого и хорошо зарекомендовавшего себя в отрасли механики и фотоники оборудования. Видимых научных противоречий и нестыковок в автореферате не выявлено. Работа прошла апробацию на ведущих мировых и всероссийских конференциях, её результаты отражены в 66 публикациях, 11 из которых приходится на журналы, индексируемые в мировых базах цитирования.

Автореферат хорошо оформлен, повествование последовательно и логично.

Однако **стоит выделить несколько замечаний:**

1. В автореферате отсутствует объяснение, по каким критериям из всех упомянутых во введении типов анизотропных оптических волокон выбраны для исследования именно волокна типа "Панда".

2. В автореферате диссертации нет информации о том, как в исследовании учитывалась вариация геометрического центра нагружающего стержня по его длине. Известно, что такой эффект нередко наблюдается при провисании образца во время его изготовления методом MCVD, в то время как упомянутые автором установки типа РК2600 в базовой комплектации такой параметр не контролируют.

3. Также нигде явно не указано, как исследованные эффекты в итоге влияют на одну из главных характеристик анизотропного световода: параметр сохранения состояния поляризации (*h*-параметр).

4. Также в автореферате есть мелкие оформительские недостатки. Например, рис. 4 и 5 содержат англоязычные подписи; подписи осей графиков на рис. 8 достаточно сложно разглядеть; в конце автореферата представлены не все публикации автора, выполненные по теме диссертации (возможно, в целях экономии места).

Указанные выше замечания ни в коей мере не умаляют научную и практическую значимость представленной диссертационной работы, а её автор, **соискатель Труфанов Александр Николаевич заслуживает присвоения искомой степени доктора технических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.**

кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник  
с исполнением функций заведующего лабораторией фотоники  
«Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук» - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук ("ИМСС УрО РАН")

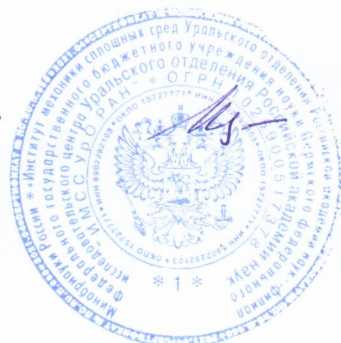
Константинов Юрий  
Александрович

Почтовый адрес: 614990, г. Пермь, ул. Ленина, 13а  
Служебный телефон: +7 912 828 58 61  
Адрес электронной почты: yuri.al.konstantinov@ro.ru

Я, Константинов Юрий Александрович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подпись Константинова Ю.А.  
ЗАВЕРЯЮ:

Кандидат физико-математических наук, учёный секретарь  
ИМСС УрО РАН  
Юрлова Наталия Алексеевна



Юрлова Наталия  
Алексеевна