

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Лесниковой Юлии Игоревны «Математическое моделирование
термовязкоупругого поведения оптических волокон типа Panda и его
конструктивных элементов», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Оптические волокна нашли применение в разных областях науки и техники благодаря своим уникальными характеристиками. Рассматриваемое в диссертации волокно типа Panda достаточно широко используется в различных приложениях из-за большого двулучепреломления, например, такое волокно применяется для создания волоконно-оптического гироскопа, который является неотъемлемой частью современных систем ориентации. При этом в процессе разработки необходимо точное описание поведения таких волокон.

Целью научного исследования Лесниковой Ю.И. является разработка математических моделей для анализа и прогнозирования поведения анизотропного оптического волокна типа Panda и его конструктивных элементов. Такие модели необходимы для изучения основных закономерностей поведения изделий, включающих оптоволоконные элементы на этапах изготовления. Имеющиеся на настоящий момент термоупругие математические модели, как правило, не обеспечивают требуемую для проектирования точность, что обуславливает актуальность данной работы. Кроме того, построенные в диссертационном исследовании модели с физическими соотношениями вязкоупругости позволяют учитывать релаксационные процессы в защитных полимерах и стеклах, что должно позволить продолжить совершенствовать устройства, в которых важны механические свойства оптических волокон.

В диссертации Лесниковой Ю.И. представлены следующие результаты, обладающие научной новизной:

- разработаны математические модели с физическими соотношениями теории вязкоупругости для анизотропных оптических волокон типа Panda и его конструктивных элементов;
- на основе обработки натуральных экспериментов и сопоставления их с результатами численных решений, получены данные по критериальным характеристикам прочности заготовок силовых стержней;

- выполнено математическое моделирование термовязкоупругого поведения волокна Panda с учетом полимерного защитного покрытия при сложном термосиловом нагружении;
- получены новые закономерности эволюции полей технологических напряжений и оптических характеристик волокна в условиях технологической пробы при термосиловом воздействии.

Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций и технологических решений, которые были использованы при производстве и тестировании оптических волокон типа Panda. Это позволило улучшить характеристики конечной продукции из рассматриваемого волокна. В подтверждение практической значимости представлен акт о внедрении результатов на ПАО «ПНППК».

Теоретическая значимость работы обусловлена необходимостью формирования фундаментальных основ методологий решения прикладных задач технологической механики анизотропных волокон, имеющих выраженный междисциплинарный характер. Данная работа способствует развитию численных методов решения задач термовязкоупругости неоднородных стеклующихся тел, а также позволяет научно - обоснованно подойти к проектированию конечных изделий и совершенствованию технологических процессов изготовления волокна и его конструктивных элементов.

Во введении приводится обоснование актуальности темы диссертационной работы; формулируется цель и задачи работы; характеризуется степень научной новизны полученных результатов и их апробация; выполнена оценка практической значимости работы; сформулированы защищаемые положения.

В первой главе описана технология изготовления оптических волокон типа Panda и заготовок их конструктивных элементов, проанализированы имеющиеся математические модели, применяемые для прогнозирования напряженно-деформированного состояния в волокне, выявлены их недостатки; рассмотрены защитно-упрочняющие покрытия, применяемые для оптических волокон, и физико-механические свойства кварцевых стекол. На основе анализа современного состояния технологической механики анизотропных оптических волокон выделена проблематика и обоснована актуальность научных исследований.

Вторая глава посвящена общей математической постановке задач технологической механики оптических волокон, включая модель формирования остаточных напряжений в стеклующихся материалах, модель трехточечного изгиба заготовки силового стержня и модель испытания волокна, в которой рассматривается однорядная силовая намотка световода на алюминиевую катушку под воздействием температуры.

В третьей главе проведено комплексное численно-экспериментальное исследование конструкционной прочности заготовок силовых стержней волокна типа Panda. В результате сопоставления данных математического моделирования и натурных экспериментов на разрушение по схеме трехточечного изгиба был сформулирован критерии прочности для конструкции заготовки силового стержня.

В четвертой главе рассмотрено испытание для отбора волокна в ВОГ – технологическая проба. Для этого построена параметризованная математическая модель анизотропного оптического волокна типа Panda в двухслойном полимерном покрытии и сделана оценка влияния различных геометрических параметров конструкции на работоспособность волокна в условиях технологической пробы. Анализ результатов вычислительных экспериментов позволил выявить зависимости деформационных и оптических характеристик волокна типа Panda от температуры и геометрических параметров конструкции.

Диссертацию можно квалифицировать как хорошо структурированную и грамотно написанную. Следует отметить высокое качество рисунков, которые наглядно иллюстрируют полученные автором результаты.

Степень обоснованности и достоверности результатов диссертации обеспечивается использованием фундаментальных физико-механических принципов при формулировке задач. Используемые численные методы основаны на корректном применении методов механики деформируемого твердого тела, вычислительной механики и математики.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Основные результаты диссертационного исследования полно и подробно представлены в центральной печати.

По работе имеются замечания.

1. В качестве основного инструмента автором был выбран метод конечных элементов. Хотя присутствует сравнение с экспериментальными данными, стоило больше внимания уделить

контролю произведенных вычислений. Например, не указано производилась ли проверка граничных условий, использовался ли какой-то критерий выбора количества элементов для различных образцов или подбирался на основе анализа сходимости решения.

2. Автором выполнен довольно подробный анализ сопряжения защитно-упрочняющего покрытия и оптического волокна в модели технологической пробы на основе модели с идеальным контактом. Проведение анализа влияния неидеального контакта при разной степени нарушения адгезионных связей также видится важным для практических целей.
3. Во второй главе очень скупо описано построение компьютерной модели с использованием пошагового метода. Не приведены результаты численного анализа решения в зависимости от шага в неявной схеме и не указан шаг по времени, который был взят при проведении расчетов.
4. Погрешность процедур определения упругих свойств материалов может быть значительной, а отклонения в значениях упругих модулей для различных образцов могут порой становиться существенными. В тексте диссертационной работы нет указаний на то проводился ли анализ влияния упругих свойств в модели на решение и не указан источник свойств материалов, приведенных в Таблице 4.2.
5. В работе приведены результаты сравнения численного и натурного экспериментов, но практически не приведено результатов сравнения с другими авторами, включая использование численных методов, отличных от метода конечных элементов.

Диссертационная работа Лесниковой Юлии Игоревны «Математическое моделирование термовязкоупругого поведения оптических волокон типа Panda и его конструктивных элементов» по содержанию и полноте изложенного материала соответствует паспорту специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Считаю, что диссертационная работа Лесниковой Юлии Игоревны «Математическое моделирование термовязкоупругого поведения оптических волокон типа Panda и его конструктивных элементов» представляет собой законченную научно-квалификационную работу на актуальную тему, в которой решены современные научные задачи. Диссертационная работа

соответствует требованиям п. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Лесникова Юлия Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент,
Заведующий кафедрой теории
функций, ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный университет»,
доктор физико-математических наук
(01.02.04 – Механика деформируемого
твердого тела), доцент

Михаил Владимирович Голуб

подпись

«02» февраля 2023 г.

Подпись Голуба М.В. заверяю



Голуб М.В.

М.В. Голуб

Голуб Михаил Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой теории функций федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный университет»
Адрес организации: 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149
Телефон: +7 (861) 219-95-01*315
E-mail: m_golub@inbox.ru

Я, Голуб Михаил Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Лесниковой Юлии Игоревны, и их дальнейшую обработку.