

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Есипенко Ивана Александровича «Построение и верификация модели нестационарного теплового воздействия на контур волоконно-оптического гироскопа с целью минимизации его теплового дрейфа», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

На отзыв представлены том рукописи диссертации общим объемом 103 стр. и типографский вариант автореферата на 23 стр. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 91 наименований. Рассмотрение и анализ указанных материалов позволил сформулировать следующий отзыв о выполненном исследовании.

Актуальность темы диссертации. Вопрос изучения теплового дрейфа волоконно-оптического гироскопа в настоящее время составляет важную научную и практическую задачу. При внешнем нестационарном температурном воздействии на волоконный контур возникает кажущаяся угловая скорость, которая существенно снижает точность прибора. В связи с этим, исследование механизмов возникновения теплового дрейфа методами математического моделирования с последующей экспериментальной верификацией дает возможность разработчикам волоконно-оптических гироскопов предсказывать величину кажущейся угловой скорости и осуществлять оценку принимаемых конструкторских решений на этапе проектирования прибора. Несмотря на большое количество работ по данной тематике, до сих пор в полной мере не разработана и не подтверждена экспериментально математическая модель для решения этой актуальной задачи. Таким образом, диссертационная работа И.А. Есипенко является актуальной.

Научная новизна полученных И.А. Есипенко результатов состоит в том, что в диссертации впервые построена, численно реализована и экспериментально верифицирована математическая модель теплового дрейфа, которую автор

свел к квазистационарной несвязанной задаче термоупругости с детальным учетом структурной неоднородности упругих и тепловых свойств волоконного контура и максимально полным функционалом теплового дрейфа, учитывающем термооптический и упругооптический эффекты. Выявлены качественные и количественные различия составляющих теплового дрейфа в зависимости от особенностей намотки волоконного контура. Для экспериментального исследования И.А. Есипенко была спроектирована и изготовлена оригинальная оснастка для волоконного контура гироскопа, конструкция которой минимизирует возмущение напряженно-деформированного состояния от корпусных деталей контуру. Разработан метод верификации упругих деформаций на уровне волокна, возникающих при температурном воздействии, с использованием оптического импульсного анализатора.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в возможности использования разработанной комплексной методики расчета теплового дрейфа волоконно-оптического гироскопа при действии нестационарной тепловой нагрузки для оценки применяемых конструкторских решений, направленных на минимизацию кажущейся угловой скорости. Данная методика внедрена в ПАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания».

Обоснованность и достоверность результатов математического моделирования основывается на использовании полной нестационарной термоупругой постановкой задачи, учетом микронеоднородных физико-механических свойств волоконного контура, учётом термооптического и упругооптического эффектов. Корректность выполнения численного анализа подтверждается совпадением с экспериментальными данными.

Общая характеристика работы

Первая глава содержит аналитический обзор научной литературы по теме диссертационного исследования. На основании анализа существующих математических моделей автором делается вывод о существовании двух

механизмов возникновения теплового дрейфа. Первый зависит от изменения температуры, а второй – от изменения напряженно-деформированного состояния в жиле оптического волокна составляющего контур. В заключительной части первой главы диссертантом приводится анализ недостатков существующих моделей, позволяющий определить задачи исследований.

Вторая глава посвящена построению математической модели теплового дрейфа волоконно-оптического гироскопа при нестационарном тепловом воздействии на волоконный контур, установленный в специально спроектированное приспособление. Автором представлен функционал кажущейся угловой скорости при воздействии температуры и упругих деформаций и формулируется начально-краевая задача термоупругости с учетом физико-механических свойств волоконного контура.

В третьей главе проводится комплексное исследование теплового дрейфа для модифицированной квадрупольной схемы намотки волоконного контура. С помощью дополнительных стационарных и нестационарных испытаний диссертантом уточняются коэффициент Пуассона первичного покрытия и коэффициент теплоотдачи между оснасткой и окружающей средой. Представлены результаты расчета составляющих кажущейся угловой скорости и суммарный тепловой дрейф в сравнении с экспериментальными данными. Выявлены недостатки рассмотренной схемы намотки.

В четвертой главе рассмотрены рациональные конструкторские решения с целью минимизации теплового дрейфа. Исследованы еще две схемы намотки волоконного контура. Сравнение экспериментальных данных с результатами расчета показало хорошее совпадение для обеих схем, что говорит об адекватности разработанной математической модели. В результате проведенных исследований соискателю на стадии проектирования удалось обеспечить снижение величины теплового дрейфа.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Автореферат диссертации соответствует ее содержанию, отражает актуальность темы исследования, ее цели и задачи, научную новизну, практическую значимость, обоснованность и достоверность научных положений, результатов и выводов, сформулированных в диссертации.

Подтверждение опубликованных основных результатов диссертации в научной печати

Основное содержание диссертационной работы, ее главные идеи и результаты в полной мере опубликованы в трех рецензируемых российских журналах из рекомендованного ВАК перечня, специализирующихся на приборостроительной тематике, механике деформируемого твердого тела и вычислительным методам.

По представленной диссертационной работе можно сделать следующие **замечания:**

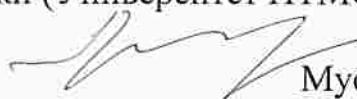
- 1.Не отражены вопросы надежности контура ВОГ.
- 2.Автор на стр.46-47 говорит о том, что решение в ANSYS реализуется в цилиндрической системе координат, а результаты вычислений представлены в декартовой прямоугольной системе координат. В блок-схеме на стр.49 никак не отражено преобразование массива данных из ANSYS.
- 3.Не указаны погрешности аппроксимаций при обработке экспериментальных данных (стр.60-61).
- 4.Вызывает вопросы фраза «слабо сжимаемое» первичное покрытие (стр.61).
- 5.Не приведена количественная оценка «наилучшего согласования упругих деформаций»- рис.3.8 диссертации и рис.7 автореферата.
- 6.Почему бы соискателю не провести вычислительный эксперимент таким образом, чтобы в (3.3) и его следствии использовались не только коэффициенты пропорциональности, но и свободные члены? В результате чего можно было бы за счет конструктивной доработки внешней или внутренней ячейки периодичности добиться симметрии предельных значений упругих деформаций, указывающих на компенсацию температурного дрейфа. Но это пожелание, а не замечание.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным

Положением о порядке присуждения ученых степеней

В целом, диссертационная работа Есипенко Ивана Александровича «Построение и верификация модели нестационарного теплового воздействия на контур волоконно-оптического гироскопа с целью минимизации его теплового дрейфа» по используемым в ней теоретическим методам, по новизне научных результатов, практической и научной значимости соответствует специальности 01.02.06 – динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры. Она удовлетворяет критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, а ее автор Есипенко Иван Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры мехатроники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО)



Мусалимов Виктор Михайлович



Почтовый адрес: 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49.

Телефон/факс: +7 9214217917. Адрес эл. почты: musvm@ya.ru

Я, Мусалимов Виктор Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.