АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРА КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ НА ДЕФОРМАЦИОННЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЛОКНА ТИПА PANDA

@ Ю.И. Лесникова, А.Н. Труфанов, А.А. Каменских, М.М.
Пашенко

ulesig@gmail.com, ant@pstu.ru, anna_kamenskih@mail.ru, midubk@gmail.com

УДК 531.4

DOI: 10.33184/mnkuomsh2t-2021-10-06.85.

В работе рассмотрены задачи о деформировании оптических волокон типа Panda при учете разных особенностей моделей. Проанализировано влияние физико-механических, термомеханических и frictionных свойств материалов, из которых изготовлено волокно, на его работу. Оптическое волокно типа Panda защищено от воздействия внешней среды многослойным полимерным покрытием. Зависимости коэффициента линейного температурного расширения от времени и вязкоупругие свойства материалов первичного и вторичного защитно-упрочняющего покрытия получены экспериментально. Так же выполнена реализация задач в прикладном инженерном пакете ANSYS с введением в модели разного характера контактного взаимодействия волокна с металлическими и не металлическими поверхностями сопряжения.

Ключевые слова: покрытие, полимер, оптическое волокно, контакт, термомеханика

Analysis of the influence contact interaction pattern and the linear thermal expansion coefficient on the deformation and optical characteristics of a Panda-type fiber

The deformation problems of Panda type optical fibers taking into account different features of the models are considered in the work. The influence of the materials physicomachanical, thermomechanical and frictional properties from which the fiber is made has been analyzed.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Пермского края в рамках научного проекта № 20-48-596009.

Лесникова Юлия Игоревна, ведущий инженер, ПНИПУ (Пермь, Россия); Yulia Lesnikova (Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia)

Труфанов Александр Николаевич, к.т.н., доцент, ПНИПУ (Пермь, Россия); Aleksander Trufanov (Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia)

Каменских Анна Александровна, к.т.н., доцент, ПНИПУ (Пермь, Россия); Anna Kamenskih (Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia)

Пашенко Максим Михайлович, студент, ПНИПУ (Пермь, Россия); Maksim Paschenko (Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia)

Panda type optical fiber is protected from the external environment by a multilayer polymer coating. The dependences of the linear thermal expansion coefficient on time and the viscoelastic properties of the primary and secondary protective-hardening coatings materials were obtained experimentally. The implementation of tasks in the applied engineering package ANSYS with the introduction in the model of a contact interaction different pattern of the fiber with metal and non-metal interfaces is completed also.

Keywords: coating, polymer, optical fiber, contact, thermomechanics

Оптические волокна получили широкое распространение по всему миру и являются актуальным объектом изучения [1, 2]. Ученые России и мира решают много задач, направленных на улучшение оптических характеристик и уменьшение выбраковки волокон при производственных процессах. Данное исследование направлено на выявление и анализ закономерностей деформационного поведения оптического волокна с защитно-упрочняющими покрытиями (ЗУП) в рамках термоцикла и при комнатной температуре и включает в себя ряд задач. Интересен анализ влияния характера контактного взаимодействия в зоне сопряжения оптического волокна типа Panda с металлическими и не металлическими элементами конструкций и между слоями многослойного волновода на напряженно-деформированное состояние конструкции. Так же особый интерес представляет анализ влияния термомеханических свойств материалов, из которых изготовлено волокно и ЗУП, на деформационные и оптические характеристики.

В рамках исследования выполнен ряд задач:

1. Тестовая задача об индентировании оптического волокна в полупространство, изготовленного из разных материалов;
2. Тестовая задача о контактном взаимодействии между волокнами;
3. Моделирование контактного взаимодействия волокна и алюминиевой катушки в рамках первичной технологической пробы.

Все задачи рассматриваются при постепенном вводе параметров термомеханического поведения. Первоначально задачи рассматривались в рамках теории упругости, далее выполнен учет вязкоупругого поведения материалов ЗУП, последним этапом усложнения математической модели поведения материалов стал учет переменного коэффициента линейного температурного расширения (КЛТР). Можно отметить, что учет зависимости КЛТР от температуры оказывает влияние на деформационные и оптические характеристики, наиболее существенный вклад параметра наблюдается при отрицательных температурах (зоны охлаждения до -60°C и выдержки при -60°C). При T более 14°C в модели наблюдается расхождение контакта из-за усадки катушки, поэтому влияние переменного КЛТР на оптические характеристики наблюдает-

ся более значительно, при $T > 14^{\circ}\text{C}$ влияние контактного взаимодействия на деформационное поведение волокна более значительное, чем влияние переменного КЛТР.

В рамках тестовых задач рассматривается так же влияние характера контактного взаимодействия как между волокном и элементами системы, так и между элементами оптического волокна: контакт без трения, фрикционный контакт, контактная склейка. Дальнейшим развитием задачи станет учет в реальной конструкции разного характера сопряжения элементов и анализ их влияния на деформационные и оптические характеристики.

Литература

1. *Esipenko I.A., Lykov D.A., Smetannikov O.Y.* Using the transversely isotropic characteristics of the coil to calculate the thermal-drift parameters of a fiber-optic gyroscope // Journal of optical technology, **5** (2019), 289-295.
2. *Сметанников О.Ю., Труфанов А.Н., Лесникова Ю.И.* Исследование оптико-механических характеристик волокна в условиях термоцикла // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, **6-2** (2018), 255-260.