

УДК 666.223.9

DOI: 10.17223/00213411/63/2/129

А.Д. МЕХТИЕВ¹, А.В. ЮРЧЕНКО¹, Е.Г. НЕШИНА¹, А.Д. АЛЬКИНА², П.Ш. МАДИ¹

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТА ПРИ МИКРОИЗГИБЕ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

Работа посвящена вопросу разработки физических основ создания датчиков давления на основе изменения коэффициента преломления при микроизгибах волокна типа G.652. Рассмотрена актуальность разработки упрощенного по конструкции волоконно-оптического датчика давления для горной промышленности, имеющего более стабильную температурную коррекцию, что позволит избежать известных недостатков различных оптических интерферометров. Важным моментом является использование одномодового оптического волокна стандарта G.652, который одновременно используется в качестве сенсора и направляющей системы для передачи электрических сигналов. Предложенная информационно-измерительная система на основе волоконно-оптических датчиков давления способна производить дистанционные измерения параметров давления горного массива на ограждающую крепь. Приведены основные выражения, позволяющие описать физический процесс измерения давления на основе эффекта фотоупругости, возникающего при микроизгибе, а также результаты натурных экспериментов, доказывающих изменение дифракционного пятна на выходе из оптического волокна в зависимости от величины микроизгиба. Моделирование выполнено в универсальной программе систем конечных-элементов ANSYS STATIC STRUCTURAL. Данный датчик способен фиксировать не только измерение давления, но и температуры и микроперемещения горных пород. Предложенная конструкция волоконно-оптических датчиков может быть использована для контроля геотехнического состояния горных выработок, опасных по взрыву газа и угольной пыли.

Ключевые слова: оптическое волокно, волоконно-оптические датчики, давление, деформация, механические напряжения, интерференция волн, световая волна.

Введение

Стремительное развитие волоконно-оптической техники за последние 50 лет позволило сделать огромный скачок в области производства одномодового и многомодового оптического волокна (ОВ), повысить его потребительские свойства и существенно снизить его стоимость. ОВ широко используется в современных системах передачи информации и телекоммуникации [1]. Также ОВ активно используются для измерения физических величин в различных информационно-измерительных системах [2–5]. Одним из достижений волоконно-оптических технологий является не только повышение качества волокон и сокращение потерь при передаче импульса света, но и существенное снижение его рыночной стоимости. Значительно снизилась стоимость полупроводниковых лазеров, которые используются в качестве источника излучения, а также улучшены их показатели, например по шуму, что позволяет снизить различного рода помехи [6]. Волоконно-оптические системы измерения идеально подходят для горных предприятий с опасностью внезапного взрыва газа и пыли, где требуется соблюдение самых высоких стандартов безопасности [7–10]. На данный момент созданы волоконно-оптические датчики электрических и неэлектрических величин, превосходящие по своим параметрам классические системы, основанные на электрических сигналах [11]. Одним из преимуществ использования оптических волокон в качестве измерительного органа является энергетическая пассивность и искробезопасность, так как световая энергия, передаваемая по волокну, находится на уровне или ниже определенного уровня мощности, способной воспламенить взрывоопасные среды. Также ОВ не подвержены влиянию шума и электромагнитных помех, распространенных в разных областях промышленности.

1. Постановка задач и методы исследования

Целью работы является разработка физической основы создания датчиков давления на основе изменения коэффициента преломления при микроизгибе оптического волокна типа G.652, которые в дальнейшем могут быть использованы в горной промышленности. Основной задачей является проведение научных исследований для разработки требований к волоконно-оптическим датчикам давления (ВОДД), способным эффективно работать в условиях взрывоопасной среды и имеющим более стабильную температурную коррекцию, что позволит избежать известных недостатков различных оптических интерферометров, на основе которых создано множество разновид-

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>