

Қазақстан Республикасы Тәуелсіздігінің 30 жылдығына арналған «Сейфуллин оқулары – 17: «Қазіргі аграрлық ғылым: цифрлық трансформация» атты халықаралық ғылыми – тәжірибелік конференцияға материалдар = Материалы международной научно – теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 17: «Современная аграрная наука: цифровая трансформация», посвященной 30 – летию Независимости Республики Казахстан.- 2021.- Т.1, Ч.2 - С.387-390

РАЗРАБОТКА КОНВЕРГЕНТНЫХ СИСТЕМ ОХРАНЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО- ОПТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Мехтиева А.Д., научный руководитель,

к.т.н., ассоциированный профессор

Ковтун А.А., ст.преподаватель

Искинеева А.С., магистрант 1 курса

Казахский агротехнический университет им С.Сейфуллина , Нур-Султан қ.

Волоконно-оптические системы охраны разрабатываются уже более 40 лет и есть мировые лидеры в их разработке и производстве, к примеру, Senstar-Stellar (Канада), Magal (Израиль), Future Fibre Technologies (FFT) и другие. Доступны к применению разнообразные приемы и методы регистрации вибрационного воздействия на волоконно-оптический кабель.[1] На оптическое волокно не действуют электромагнитные помехи. Поэтому использование оптических волокон для построения пассивных систем охраны периметров и рубежей различных объектов — это крайне перспективное направление. Большинство ВОСО использует в качестве чувствительных сенсоров многомодовое оптическое волокно, которое более устойчивое к температурным воздействиям и использование многомодового волокна позволяет повысить помехозащищенность измерительного канала, но у данного волокна есть серьезный недостаток, связанный с высоким уровнем затуханием сигнала. Многомодовое оптическое волокно может эффективно работать на участке длиной до одного километра. Поэтому необходимо разбивать периметр на определенные участки длиной 400 - 500 метров, что образует значительное количество участков распределенной ВОСО протяженного периметра в несколько десятков километров. Использование многомодового волокна не позволяет создать эффективные протяженные ВОСО. Более перспективные ВОСО могут быть созданы на основе одномодового волокна, так как одномодовое волокно имеет низкие параметры затухания оптического сигнала, сенсоры могут быть длиной 20-80 км. Возможно использование комбинированного варианта сенсоров ВОСО, когда сенсоры выполнены из многомодовых волокон, а кабель связи

выполнен из одномодовых волокон. Сложные системы обработки и преобразования оптического сигнала, а также дорогостоящее программное обеспечение приводит к повышению стоимости ВОСО. Разработка новых методов обработки оптических сигналов и конструкций ВОСО позволит снижать стоимость самих систем в целом, а также их энергопотребление. Структурная схема ВОСО приведена на рисунке 1 показана его упрощенная структурная схема, поясняющая сущность изобретения и его работу. В качестве источника излучения используется когерентный полупроводниковый лазер 1, работающий в импульсном режиме. В качестве чувствительного сенсора 2 используется многомодовое оптическое волокно с размерами сердцевины и оболочки 50/125 мкм. На выходе с волокна формируется луч 3 падающий на чувствительную поверхность фоточувствительной телевизионной матрицы 4, на поверхности которой формируется индифферентное пятно. Далее идет преобразователь световой волны в электрический сигнал 5 и устройство обработки сигналов и выдачи сигнала тревоги. Устройство работает следующим образом, при механическом воздействии на оптическое волокно возникает эффект фотоупругости и изменяется коэффициент преломления между оболочкой и сердцевиной, что ведет к изменению свойств света, проходящего через ОВ, а именно фазы моды световой волны. Все изменения светового пятна фиксируются телевизионной матрицей и передаются через преобразователь 5 в устройство обработки сигналов, которое и выдает в свою очередь сигнал тревоги.

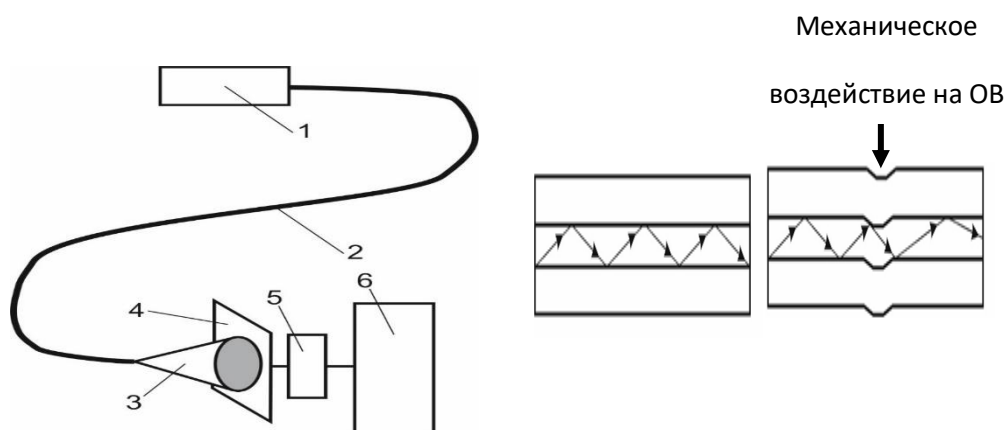


Рисунок 1 - Упрощенная структурная схема и микроизгиб ОВ при механическом воздействии

Оптическое волокно является искробезопасным, если световая энергия, передаваемая по волокну, находится на уровне или ниже определенного уровня мощности. Они не подвержены влиянию шума, молнии, помех от высоких частот, электродинамической силы, электромагнитных помех, распространенных в горной промышленности [2-4]. Использование волоконной оптики для надежной связи при мониторинге, анализе и управлении оборудованием и объектами в ходе горного процесса повысит безопасность и эффективность производства. Волоконно-оптическая связь уникально подходит для подключения данных в режиме реального времени от датчиков окружающей среды и оборудования для обеспечения максимальной производительности при соблюдении самых высоких стандартов безопасности. Волоконно-оптические кабели должны быть соответствующим образом бронированы, чтобы они оставались работоспособными при следующих условиях: движение подземных транспортных средств, обрушение подземной крыши, затопление подземных вод, воздействие волны давления, возникающей в результате подземных взрывов.

Разработка аппаратно-программного комплекса для контроля деформации горной выработки проводилась в среде NI LabVIEW. Аппаратно-программный комплекс работает следующим образом: перед началом работы производят калибровку устройства – устанавливают начальные параметры, затем камеры фиксируют изменение формы светового пятна на выходе из ОВ до и после приложения давления на оптическое волокно. Дополнительные потери световой волны, проходящей по сердцевине оптического волокна, пропорционально увеличиваются при увеличении давления на ОВ. Камера фиксирует изменение формы пятна и передает сведения на компьютер, где разработанное программное обеспечение позволяет оценивать изменение площади дифракционного пятна и сравнивает с образцами пятен до механического воздействия. Все изменения фиксируются в памяти компьютера и на основе анализа выдается результат изменения давления на ОВ.

Программа-интерфейс пользователя выполняет следующие функции:

- обеспечивает ввод/вывод данных, необходимых для управления процессом, а именно для установки начальных параметров;
- выполняет обработку данных, вводимых пользователем и получаемых от камер со всех подключенных зон в соответствии с задачами управления.

К преимуществам аппаратно-программного комплекса можно отнести возможность вести разработку конфигурации и вносить изменения в режиме он-лайн, (то есть, не останавливая процесса управления), возможность менять вышедшее из строя оборудование (например, веб-камеру) без отключения питания.

При исследованиях функционирования комплекса были получены зависимости изменения потерь в оптическом волокне (зависящего от изменения количества пикселей дифракционного пятна) от приложенного давления на волоконно-оптический датчик.



Рисунок 2 - Готовый интерфейс приложения

Волоконно-оптический сенсор обладает довольно высокой чувствительностью и изменяется при любом вибрационном воздействии в диапазоне частот от 1 Гц до 200 кГц, а также при прямом контакте с сенсором в случае возникновения микроизгиба. Опыты показали, что система охраны четко реагирует по всем четырем зонам, как при отдельном воздействии на сенсор или при одновременном воздействии на несколько сенсоров. Ложные срабатывания исключаются за счет обработки сигнала с помощью программного обеспечения с обязательной температурной коррекцией. Для наглядности наблюдений изменения световых пятен использовали видимый диапазон лазерного излучения 650 нм, но были проведены опыты и с невидимым диапазоном излучения, используемого в телекоммуникации 1310 и 1550 нм, данный диапазон обеспечивает значительную удаленность сенсоров, в пределах 10 - 50 км, от места дислокации пульта оператора.

Для создания волоконно-оптических систем охраны распределенного типа протяженностью до 100 км необходимо использование одномодовых оптических волокон в качестве сенсоров и направляющих систем связи одновременно. Диапазон длин световых волн должен быть равен 1310 нм и 1550 нм, что обеспечивает минимальное затухание сигнала. При длине

оптического сенсора из одномодового волокна более 1 км необходимо учитывать температурные помехи, которые приводят к начальному сдвигу фазы и ложному срабатыванию, для исключения негативного влияния внешней температуры на волоконно-оптический сенсор необходимо использовать аппаратно-программную позволяющего выполнять многофакторную обработку световых пятен падающих на поверхность фото приемника и при соответствующем анализе выдавать сигнал тревоги. При подземном расположении волоконно-оптических сенсоров можно добиться высокой скрытностью и трудностью обнаружения, так как сенсоры невосприимчивы к электромагнитным и радиочастотным помехам. При развитии технологии когерентной оптической рефлектометрии с временным разрешением и использование одномодового волокна в качестве сенсора и направляющей системы связи, необходимо создание эффективных методов защиты от помех и температурной коррекции. Бронирование кабеля обеспечивает возможность организации весьма протяженных зон охраны (до 60...100 км) при точности обнаружения вторжения до нескольких метров. При открытой прокладке волоконно-оптических сенсоров на ограждениях необходимо бронирование кабеля для предотвращения его умышленного повреждения в нескольких местах, что приводит к полному и длительному выводу системы из строя.

Список использованной литературы

1. Обзор волоконно-оптических систем охраны периметра [*Интернет ресурсы*] https://algoritm.org/arch/10_4/10_4_28.pdf
2. Бейли Д., Райт Э. Волоконная оптика. Теория и практика. М.: Кудиц-Образ, 2006. — 320 с.
3. Быстров, Ю.А. Оптоэлектронные приборы и устройства: Учебное пособие / Ю.А. Быстров. - Москва: РадиоСофт, 2001. - 256 с.
4. Горлов Н.И., Эйрих В.И. Основные задачи мониторинга современных волоконно-оптических линий передачи. Труды международной научной конференции (Сагиновские чтения №11), №.2, 2012. С. 68—70.