

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.391-394

РАЗРАБОТКА ОПТОВОЛОКОННОГО ДАТЧИКА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА МОНОЛИТНОЙ БЕТОННОЙ ШАХТНОЙ КРЕПИ

*Мехтиев А.Д., научный руководитель,
к.т.н., ассоциированный профессор
Ковтун А.А., ст.преподаватель кафедры
Искинеева А.С., магистрант I курса*

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

Первым этапом разработки информационно-измерительной системы на основе волоконно-оптических датчиков является проведение аналитического исследования имеющихся достижений в данной области, на основе системного подхода и решении задачи в целом. Результаты анализа литературы позволили использовать накопленный опыт для разработки информационно-измерительной системы на основе волоконно-оптических датчиков, способных эффективно работать в условиях шахт опасных по внезапному выбросу газа и пыли.[1] Для отработки методов контроля и измерения геотехнических параметров выработок, была разработана лабораторная модель для проведения исследований.

В реальных условиях желательно иметь программу интенсивного мониторинга давления поддержки с использованием современных систем непрерывного мониторинга на электронном гаджете, чтобы осуществлять оценивание и хранение данных через требуемые интервалы времени.

Горная крепь представляет собой горнотехническое сооружение (конструкция), возводимое в подземных горных выработках для обеспечения их устойчивости, технологической сохранности, а также управления горным давлением. Основные требования, предъявляемые к конструкциям горной крепи: податливость системы "порода-крепь" при поддержании горных выработок в неустойчивых породах; криволинейность очертания, обеспечивающая высокое сопротивление конструкции за счёт уменьшения изгибающих моментов и растягивающих напряжений.[2]

Современная система связи для подземных шахт может быть проводной или беспроводной. Оба типа систем могут выйти из строя, когда сталкиваются с пожарами, падением крыши, взрывом и сбоем питания. Реализация миниатюрных интегральных схем, подходящая конструкция безопасных систем электропитания и микроэлектроники для хранения и передачи данных может быть полезна при разработке экономически эффективных систем непрерывного мониторинга.[3]

При механическом воздействии на оптическое волокно возникают микро и макро изгибы, приводящие к дополнительным потерям оптического сигнала в волокне. Указанные потери можно измерить и установить значения давления на оптическое волокно, также можно определить величину смещения. Важным преимуществом данной системы измерений будет ее полная искро- и пожаробезопасность. Энергетическая пассивность датчиков позволяет исключить источники питания, непосредственно находящиеся в зоне добычи угля.

При разработке имитационного лабораторного стенда для отработки конструкции информационно-измерительной системы на основе волоконно-оптических датчиков использовалось кварцевое одномодовое оптическое волокно 9/125 мкм (OS2) Corning SMF-28e+® с низким "водным пиком" (стандарт ITU-T G.652.D). Нежелательно использование волокна с серии Ultra, так как оно имеет более низкую чувствительность к изгибу. Оптоволокно имеет первичное покрытие 245 мкм (с внешней оболочкой). Для определения значений мощности оптического излучения и потерь использовался измеритель оптической мощности VIAVI (JDSU) SmartPocket OLP-38, работающий в динамическом диапазоне от -50 до +26 дБм, с диапазоном длины волны 780-1650 нм. В качестве источника излучения использовался SmartPocket OLS-34/35/36 со встроенными опциями Auto-λ и Multi-λ, SmartPocket OLP-38 может автоматически измерять уровень мощности и вносимые потери в одномодовом и многомодовом оптическом кабеле. Подключение к оптическому волокну производилось через универсальный UPP 2.5 мм адаптер и оптические коннекторы типа FC. Лабораторный стенд представлен на рисунке 1.

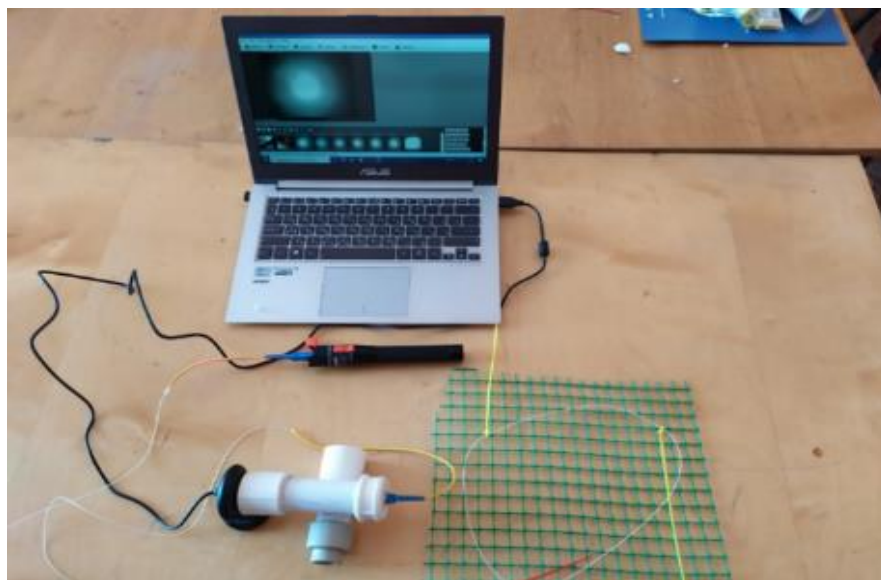


Рисунок 1 - Тестирование одного макета

Лабораторный эксперимент проводился с использованием оптического рефлектометра Yokogawa AQ1200E.

С помощью разработанного лабораторного стенда были проведены ряд экспериментов по определению потерь оптического волокна при различном значении давления.

Каждое измерение проводилось 10 раз. Обоснование необходимого числа повторения производится для того, чтобы обеспечить достаточную достоверность результатов экспериментальных исследований, устанавливается исходя из коэффициента $K_{\text{вар}}$ и требуемой степени точности [4]. Численное исследование проведено с помощью программы WolframAlpha, которая является интерактивной системой для выполнения обработки результатов экспериментов и ориентирована на работу с массивами данных. Для ее работы необходимо предварительно вручную ввести фактографическую информацию в базу данных, а также разработать и реализовать алгоритмы ее обработки.

Исследовались оптические волокна с длиной волны 1310 и 1550 нм. График зависимости значения потерь оптического волокна с длиной волны 1310 нм при пошаговом увеличении давления представлен на рисунке 2.

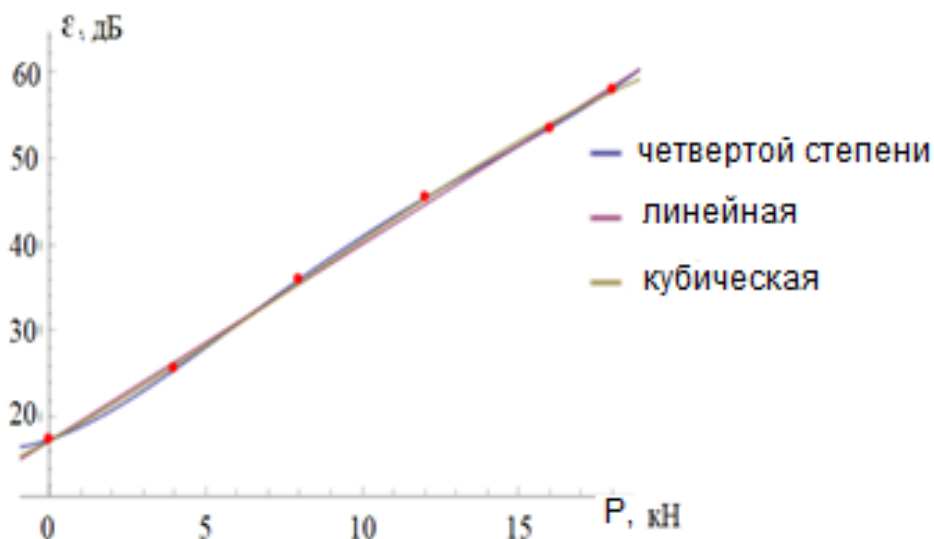


Рисунок 2 - Значение потерь оптического волокна с длиной волны 1310 нм при пошаговом увеличении силы давления пресса

Использование данного метода позволит установить предполагаемое место дефектов (трещин) и повреждений бетонной крепи, что не могут использоваться существующие методы неразрушающего контроля прочности бетона. Возможно, получение значений механических напряжений и деформаций в режиме реального времени с хранением полученных данных. Граничное условие: энергия давления на волокно от 0 до 15 Нм, интервал шага 2,4 Нм, всего 7 шагов, температура в помещении лаборатории 25°C. Перемещение по осям до приложения давления $Ox=0m$; $Oy=0m$; $Oz=0m$. В результате автоматизированной аппроксимации данных получены однофакторные математические модели.

Все результаты экспериментов сводятся к изменению дополнительных потерь, по которым можно судить об изменении механических напряжений и деформаций. При повышении значений нагружения растут показатели механических напряжений и деформации, возникают проседания балочки, перед образованием трещины. При образовании трещины отмечен всплеск и скачкообразное повышение значений механических напряжений и его деформации, соответственно увеличиваются значения дополнительных потерь в прямом направлении прохождения световой волны по ОВ, и в обратном в виде частичного ее рассеяния при растущем значении микроизгиба. При образовании трещины в бетонной крепи возможен разрыв ОВ, которое находится без защитной оболочки, это позволяет определить место трещины.

Список использованной литературы

1. Бадеева Е.А., Пивкин А.Г., Гориш А.В., Мурашкина Т.И. Теоретические основы проектирования амплитудных волоконно-оптических датчиков давления с открытым оптическим каналом: Монография М.: МГУЛ, 2004. — 246 с.
2. Твердов А.А., Жура А.В., Никишичев С.Б. Инновации в горном деле. Горная промышленность, №2 (108), 2013. – С.48-50
3. Юрченко А.В., Мехтиев А.Д., Алькина А.Д., Нешина Е.Г. Информационно-измерительные системы нового поколения для обеспечения безопасности проведения горных работ. Международная научно-исследовательская конференция «Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты»(17 марта 2017 г.), Трехгорный: ТТИ НИЯУ МИФИ, 2017. — С. 36-41.
4. Yurchenko A., Alkina A., Mekhtiev A., Bulatbayev F., Neshina Y. The Questions of Development of Fiber optic Sensors for Measuring Pressure with Improved Metrological and Operational Characteristics. VII Scientific Conference with International Participation “Information-Measuring Equipment and Technologies” (IME&T 2016), MATEC Web of Conferences 79, 01085 (2016)