УДК 622.83; 550.3

В.Л.Шкуратник

Московский горный университет

РАЗРАБОТКА СКВАЖИННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ И ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СРЕДСТВ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРИКОНТУРНОЙ ЗОНЫ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК И ТОННЕЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Мониторинг состояния природных и синтезированных конструктивных элементов подземных сооружений является необходимым условием их безопасного строительства и эксплуатации. Повышение надежности и эффективности такого мониторинга может быть достигнуто комплексным использованием методов ультразвукового и видеокаротажа контрольных скважин, пробуренных в приконтурной зоне выработок и тоннелей. Для аппаратурного обеспечения указанных методов разработан и реализован специализированный измерительный комплекс, обеспечивающий получение оперативной информации о структуре, свойствах и состоянии геологического материала в окрестностях выработанного пространства.

Monitoring of the state of natural and man - made members of underground structures is a necessary prerequisite for their safe construction and use. The increase of reliability and efficiency of such monitoring may be attained by complex usage of ultrasonic and video-logging to inspect boreholes drilled in the vicinity of roadways, workings and tunnels. To provide the necessary hardware support of the above-mentioned monitoring techniques, a specialized measuring complex has been designed and manufactured. It is capable of obtaining prompt information on the structure, properties and state of geomaterials in the vicinity of goaf.

Потеря устойчивости подземных сооружений различного назначения приводит к возникновению чрезвычайных ситуаций, сопряженных с риском для жизни людей, значительными экономическими потерями и экологическими катастрофами. В связи с этим проблема прогноза таких ситуаций является актуальной задачей, успешное решение которой в решающей степени определяется наличием инструментальных средств, позволяющих получать оперативную и надежную информацию о характере распределения и динамике напряжений в окрестностях выработок, о нарушениях и пустотах в приконтурном массиве, о его реальной литологии, структуре, обводненности и др.

Кафедрой «Физико-технический контроль процессов горного производства» МГГУ разработан аппаратурный комплекс для исследования состояния горных пород в приконтурной зоне выработок через скважины малого диаметра.

Комплекс включает малогабаритный ультразвуковой прибор, обеспечивающий проведение акустических измерений в частотном диапазоне 25-150 кГц в режимах межскважинного прозвучивания и каротажа с использованием скважинных пьезоэлектрических зондов. В комплекс входит также телевизионная аппаратура для исследования скважин, задача которой – дистанционный визуальный контроль стенок газо- и водозаполненных скважин и регистрация получаемой видеоинформации на магнитных носителях.

Вспомогательное оборудование аппаратурного комплекса производит досылку скважинных зондов на глубину до 35 м и фиксацию их на любом заданном расстоянии от устья скважины.

Основные технические характеристики ультразвукового прибора следующие:

Диапазон измерения времени распространения ультразвуковых колебаний, мкс	5-999
Дискретность отсчета временных интервалов для диапазонов, мкс:	
первого	0,1
второго	1,0
Рабочие частоты, кГц	25; 60; 100; 150
Диапазон регулировки амплитуды возбуждающего импульса, В	25-400
Основная относительная погрешность измерения, %:	
временных интервалов	1,0
амплитудных параметров	4,0
Диапазон рабочих температур, °С	от –10 до +40
Напряжение автономного питания, В	9
Потребляемый ток, А	0,12
Габаритные размеры, мм	200 × 180 × 65
Масса, кг	1,2

Преимущества ультразвукового прибора заключаются в возможности измерения в автоматическом режиме нескольких информативных параметров контроля (времени распространения, длительности переднего фронта, амплитуд первой полуволны и огибающей импульсного акустического сигнала), повышенной помехозащищенности и абсолютной чувствительности, достигаемых за счет оптимизации параметров электроакустического тракта в соответствии с рекомендациями, изложенными в работах [1-3]. Оптимальные весогабаритные характеристики, цифровая индикация, автономное питание, высокий уровень автоматизации измерений и пылевлагозащита прибора делают его эффективным в полевых условиях. Прибор комплектуется скважинными зондами с пьезоэлектрическими ультразвуковыми преобразователями типа продольный вибратор для контроля массива в режимах прозвучивания и каротажа.

Телевизионная аппаратура для исследования скважин включает пылевлагозащищенный скважинный зонд, содержащий видеокамеру WAT-240R, светоизлучающие диоды, симметрирующий усилитель и электронную схему согласования видеокамеры с кабелем; поверхностный пульт управления; цветной жидкокристаллический монитор и аккумуляторный блок. Все элементы аппаратуры связаны между собой специальными кабелями.

Основные технические характеристики телевизионной аппаратуры для исследования скважин следующие:

Диаметр скважинного зонда, мм	36
Угол обзора телекамеры	120°
Количество пикселей телекамеры	320000
Светочувствительность телекамеры, лк	3
Разрешение телекамеры, тв-линий	320
Размеры активной зоны цветного жидкокристаллического монитора, мм	111 × 83
Количество активных точек монитора	320 × 240
Яркость свечения монитора, кд/м^2	270
Диапазон рабочих температур, °С:	
скважинного зонда	от –10 до +40
монитора	от –40 до +95
Напряжение источника питания, В	12
Потребляемый ток, А	1,2

Телевизионная аппаратура обеспечивает получение более достоверной и объективной видеоинформации об объекте контроля, чем соответствующие аналоги, за счет оригинальной схемы освещения внутрискважинного пространства, создающей равномерный, не зависящий от глубины световой поток, спектр которого на 80 % совпадает с солнечным.

Разработанный аппаратурный комплекс целесообразно использовать в мониторинговых системах оценки состояния приконтурного массива и прогноза устойчивости конструктивных элементов подземных сооружений различного назначения, а также в системах контроля изолирующих свойств природных и синтезированных геологических барьеров, применяемых в объектах подземного захоронения промышленных отходов.

Дальнейшее совершенствование ультразвуковой аппаратуры связано с возможностью перестройки рабочих частот электроакустического тракта без смены пьезоэлектрических преобразователей. Это позволит

использовать спектральные характеристики акустического сигнала в качестве информативных.

Для повышения измерительных возможностей телевизионной аппаратуры предполагается снабдить ее средствами контроля ориентации в скважине и цифровыми устройствами регистрации и обработки видеоинформации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Данилов В.Н.* Особенности измерения скорости распространения упругих волн в массиве горных пород / В.Н.Данилов, В.Л.Шкуратник, Д.Н.Сирота // Горный журнал. Изв. вузов. 1987. № 4. С.1-4.

2. *Шкуратник В.Л.* Горная геофизика. Ультразвуковые методы. М.: Изд-во МГУ, 1990. 140 с.

3. *Ямщиков В.С.* О повышении чувствительности ультразвуковых приборов / В.С.Ямщиков, Д.Н.Сирота, В.Л.Шкуратник // Дефектоскопия. 1986. № 3. С.18-26.