

4. Четверик М.С., Озеров И.Ф. Геомеханическая модель сдвижения геологической толщи и земной поверхности при подземной выемке угля. Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины. №9 том 2.- 2000. с.3-7.

5. Руднев Е.Н. Подтопление территорий на шахтных полях // Уголь Украины. – 2000. - №2 – 3. с 65-67.

6. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях: Утв. Минуглепромом СССР. М.: Недра, 1981. - 288 с.

7. Четверик М.С., Гаврюк Г.Ф., Назаренко В.А., Третьяк А.В. Влияние дегазации и обезвоживания массива предохранительных целиков промплощадок шахт на устойчивость капитальных выработок. Геотехническая механика Межведомственный сборник научных трудов выпуск 21.2000. с.39-41.

8. Методические указания по расчету деформаций земной поверхности во времени и горно-геометрическому прогнозированию охраны пойм рек при подземной разработке угольных пластов в Западном Донбассе: Утв. Минуглепромом УССР / Донецк, 1986. 54с.

9. Волошин А.И., Перепелица В.Г., Волошин А.А. Обоснование и перспективы использования вибрационно – пневматических машин в инфраструктуре закладочного хозяйства шахт Донбасса. Геотехническая механика Межведомственный сборник научных трудов выпуск 7 1998, с.13-18.

УДК 696.11:681.518.54:534.647

В.А. Земба, В.Н. Сергиенко, В.Б. Усаченко

ДВУХПАРАМЕТРОВАЯ ВИБРОДИАГНОСТИКА ВОДОПРОВОДЯЩИХ СООРУЖЕНИЙ

Обґрунтовано необхідність двохпараметрового контролю водопровідних споруд. Подано стисло інформацію про віброакустичний індикатор ДИКОН, що дає змогу контролювати як стан конструкцій так і якість складаючого їх матеріалу. Розглянуто основні методичні аспекти двохпараметрової діагностики та наведено конкретний приклад її застосування.

В процессе эксплуатации водопроводящих сооружений происходит необратимое ухудшение состояния железобетонных и бетонных конструкций. Приповерхностный слой бетона вследствие комплекса химических, термических и биологических воздействий разрушается. Зона разрушения расширяется в глубину конструкции, снижая ее прочностные показатели. Разработаны и эффективно используются прогрессивные технологии набрызгбетонирования, позволяющие после предварительной зачистки верхнего ослабленного слоя, полностью восстановить проектные параметры конструкции [1]. Однако, визуальные методы контроля выявляют ухудшение свойств приконтурного слоя, как правило, уже на стадии образования макротрещин и обнажения арматуры, что значительно увеличивает сроки и стоимость подготовки поверхности для нанесения защитного слоя. Возникает необходимость оперативной приборной диагностики качества свойств бетона неразрушающим методом.

Характерным явлением при длительной эксплуатации водопроводящих сооружений является также образование под воздействием геофильтрационных процессов в грунтовой толще полостей, примыкающих к железобетонному каркасу. Они могут быть воздушными, заполненными водой или пластичной водно-грязевой смесью. Указанная форма нарушения опасна тем, что она, оставаясь невидимой при визуальном осмотре, постепенно увеличивается по площади и на определенном этапе, за счет перераспределения статических напряжений в конструкции, приводит к появлению в ней трещин и развитию деформаций. Существующая практика выявления скрытых пустот путем остукивания не соответствует требованиям времени и должна уступить место приборной диагностике.

Весьма эффективным для решения названных задач в гидротехнике оказалось применение виброакустического метода [2]. Институтом геотехнической механики АН Украины совместно с НТЦ «Подземиндустрия» разработаны

ряд средств для выполнения виброакустической диагностики: спектроанализатор ИСК-1, цифровые индикаторы ПВК, ДВШ и ДИКОН [3]. Отличительной особенностью последней разработки является возможность двухпараметрового контроля: оценки состояния конструкции и свойств ее материала.

Функциональная схема аппаратуры ДИКОН представлена на рис. 1.

Блок 1 питания служит для энергообеспечения всех остальных функциональных звеньев схемы. Датчик 2 содержит первичный преобразователь вибрации и встроенный предусилитель. В блоке 3 происходит амплитудная селекция аналогового сигнала и осуществляется переход от аналогового вида к последовательности прямоугольных импульсов, необходимых для дальнейшей цифровой обработки последующими схемными узлами.



Рис. 1 - Увеличенная функциональная схема виброакустического цифрового индикатора ДИКОН.

Генератор 4 фиксированных частот служит для обеспечения работы жидкокристаллического индикатора, а также является источником маркерных импульсов для работы пересчетной схемы. В блоке 5 осуществляется формирование цикла измерения и индикации, выполняется автоматическая установка нуля. Блок 6 обеспечивает визуальное воспроизведение информации в цифровой форме, а также представляет в виде символов характеристику состояния аккумуляторной батареи.

При работе индикатора в режиме «Контроль конструкции» исследуемый участок конструкции возбуждают нанесением удара. Регистрацию свободных колебаний осуществляют с помощью прижатого к конструкции датчика вибрации, располагаемого примерно в 1 м от точки нанесения удара. В блоке 3 формируется последовательность прямоугольных импульсов соответствующая превышению входного сигнала над заранее заданным эталонным уровнем. Количество импульсов после подсчета в течение времени анализа сигнала, состав-

ляющего 0,3 с, отображается на жидкокристаллическом цифровом индикаторе, входящем в составе блока 6.

В режиме «Контроль материала» используется другой датчик в виде бойка с закаленной сферической поверхностью, в которую вмонтирован пьезоэлемент. Чувствительность указанного датчика невысокая. С целью определения характеристик поверхностной твердости исследуемого материала по нему датчиком наносят резкий удар. На выводах пьезоэлемента возникает однополярный электрический сигнал, который можно считать пропорциональным мгновенному значению механического напряжения в материале бойка. В блоке 3 аналоговый сигнал преобразуется в прямоугольный импульс, длительность которого измеряется и отображается блоком 6 в цифровой форме.

Основные технические характеристики индикатора ДИКОН:

диапазон подсчета количества свободных импульсов	-	0 – 999;
диапазон измерения длительности соударения, мс	-	0 – 9,99;
напряжение питания, В	-	4,2 – 4,8;
потребляемый ток, мА	-	20;
полная масса аппаратуры в комплекте, кг	-	8.

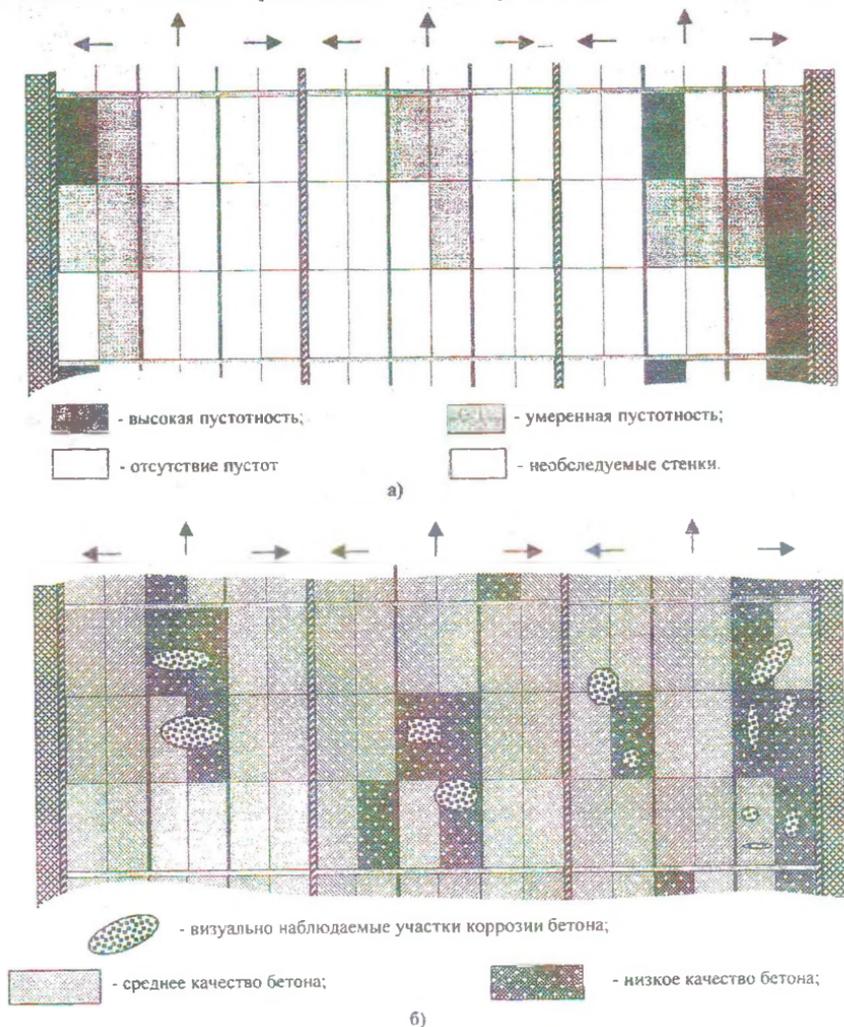
Теория и практика виброакустических исследований свидетельствует, что в зонах пустотности под плоскими бетонными (железобетонными) конструкциями существенно возрастает амплитуда и продолжительность колебательно-го процесса, т. е. увеличивается значение параметра, выраженного через подсчитанное число свободных колебаний с амплитудой выше заданного уровня. При соударении упругой сферической поверхности ударника с контролируемой средой длительность взаимодействия определяется жесткостью, а более точно поверхностной твердостью материала. С уменьшением твердости длительность соударения возрастает. Ориентировочные критерии оценки состояния объектов при работе в обоих режимах приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Оценочные критерии состояния конструкции и среды по результатам измерений

Режим «Контроль конструкции»		Режим «Контроль материала»	
Количество свободных колебаний	Состояние конструкции	Длительность соударения, мс	Качество бетона
0 – 10	трещины, расслоения, пустоты отсутствуют	меньше 0,25	высокое
10 – 20	скрытые трещины, небольшие пустоты за оболочкой	0,25 – 0,40	среднее
свыше 20	крупные трещины, пустоты в пределах базы контроля	свыше 0,40	плохое

В зависимости от размеров контролируемого объекта и задач диагностики (предварительная оценка, детальное исследование) шаг контроля по длине водопроводящего сооружения составляет от 1 м до 5 м. В поперечном сечении количество профилей обычно не меньше трех: один – в верхней части и два – симметрично по боковым стенкам. Практический опыт показывает целесообразность выполнения диагностики в следующей последовательности: разметка сетки контроля, выполнение измерений в режиме «Контроль конструкции», а затем после смены типа датчика – получение данных в режиме «Контроль материала».

Для иллюстрации использования методики двухпараметрового контроля с применением индикатора ДИКОН на рис. 2 приведены однотипные развертки отрезка водопроводящего сооружения под магистральным каналом Ингулецкой оросительной системы в районе балки Белозерка с выделенными аномалиями.



а) – контроль конструкции; б) – контроль качества бетона
 Рис. 2 – Результаты двухпараметровой виброакустической диагностики.

На рис. 2а темные участки соответствуют областям высокой пустотности, а светлые – зонам с отсутствием пустотности. Выделяется также промежуточное состояние. Внутренние перегородки между трубами на наличие пустот естественно не контролировались. Днище водопроводящего сооружения с учетом на-

личия наносов исследовалось по другой методике и соответствующие результаты здесь не приведены.

На рис. 26 форма представления данных несколько иная. В зонах со светлым заполнением качество поверхностного слоя бетона выше и снижается на выделенных более темными тонами участках.

Двухпараметровый контроль с использованием аппаратуры ДИКОН эффективен не только для плановой диагностики длительно эксплуатируемых конструкций, но и для проверки качества выполнения ремонтных работ. Оперативный неразрушающий контроль в этом случае помогает устранить визуально не наблюдаемые недоделки непосредственно в пределах сроков ремонта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усаченко Б.М., Земба В.А., Мусненко С.П. Техника для упрочняющих и защитных технологий при строительстве и эксплуатации магистральных трубопроводов // Матеріали наради "Екологічні проблеми і перспективи розвитку магістральних трубопроводів" в м. Ужгороді 14 - 16 жовтня 1997 р. - К., 1997. - С.79-80.
2. Земба В.А. Физическая модель водопроводящего сооружения для задач диагностики его технического состояния // Геотехническая механика. - 1998. - Вып. 9. - С. 152 - 155.
3. Яланский А.А., Паламарчук Т.А., Сергиенко В.Н., Усаченко В.Б. Теоретические и аппаратные разработки виброволнового контроля строительных конструкций и сооружений // Материали IV-ой міжнародн. конф. «Матеріали для будівельних конструкцій». - Дніпропетровськ, 1996 г. - С. 73.

УДК 622.831:622.268.2

В.В. Левит, Е.Б. Новик, В.Н. Сергиенко

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПОРОД ПОЧВЫ, ПРИМЫКАЮЩЕЙ К СТВОЛУ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ

Електрометрією встановлено зональний характер навантаження порід підлоги та їх різноглибинне розшарування у виробках, примикаючих до шахтних стовбурів.

Практика свидетельствует, что важнейшей задачей обеспечения эксплуатационного состояния горизонта шахт является надежность крепления примыкающих к стволу горизонтальных выработок. Обработкой данных маркшейдерских измерений установлено, что в таких выработках имеет место интенсивное пучение пород почвы и деформирование монолитной бетонной (железобетонной крепи). Пучение пород почвы достигает 300-400 мм, иногда доходит до 500 мм, его скорость варьирует в больших пределах, составляя 5-15 мм/месяц. На их величины оказывают влияние литолого-геомеханические условия, тип крепи и особенности нагружения выработки. Говоря о деформации крепи примыкающих к стволу выработок, укажем на следующее обстоятельство. Как правило, эти выработки поддерживаются железобетонной крепью (арка или двутавр в бетоне), бетонной и реже арочной из спецпрофиля СВП. СНиП для монолитных крепей рекомендует принимать относительные предельные деформации крепи из бетона марок В15-В25 в таких пределах: для быстрого режима нагружения $3 \cdot 10^{-3}$, для медленного - $4,5 \cdot 10^{-3}$, для длительного - $6 \cdot 10^{-3}$. Однако, маркшейдерские измерения показывают, что уже при деформации бетонной крепи 60-100 мм указанные величины достигают $(18-28) \cdot 10^{-3}$, что в 6-9 раз превосходит регламентируемую. Более высокие показатели относятся к структурно неустойчивым породам.