

УДК 550.3

В.Н. Захаров, А.Б. Палкин, Е.А. Вознесенский

**ДИАГНОСТИКА АНКЕРНОЙ КРЕПИ МЕТОДАМИ
СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА**

Семинар № 3

Контроль анкерной крепи в кровле выработок до сих пор является одной из важнейших задач. Несвоевременное выявление плохо закрепленных анкеров может привести к обрушениям кровли.

Существующие методы проверки качества крепи, такие как выдергивание анкеров, связаны с опасностью обрушения кровли из-за дополнительных нагрузок.

Как результат совместной разработки МГГУ и ИПКОН РАН в настоящее время создается прибор контроля анкерной крепи [1-3]. Он содержит два пьезоприемника и блок регистрации с разъемами для подключения наушников слухового контроля и кабеля USB для связи с ЭВМ.

Сам прибор имеет небольшие размеры, что позволяет производить диагностику анкерной крепи в подземных условиях. После подъема на поверхность данные переписываются из прибора в компьютер для дальнейшей обработки.

В данной статье рассмотрены методы диагностики анкеров с помощью этого прибора. С этой целью были произведены испытания прибора в стенке монтажной камеры Серебряноборского тоннеля, схема которой приведена на рис. 1.

На рис. 1 представлена схема заложения анкеров в

грунтовой массив для поддержки железобетонной стенки. В массиве пород 1, закрепленном железобетонной стенкой 2, заложены скважины 3, в которых установлены анкера 5 с замками 6.

Методика контроля заключается в размещении одного преобразователя на выступающем конце анкера, после чего производится удары молотком и запись сигнала в память прибора. На рис. 2, а изображена запись серии сигналов, зарегистрированных в процессе испытаний, а на рис. 2, б пример сигнала

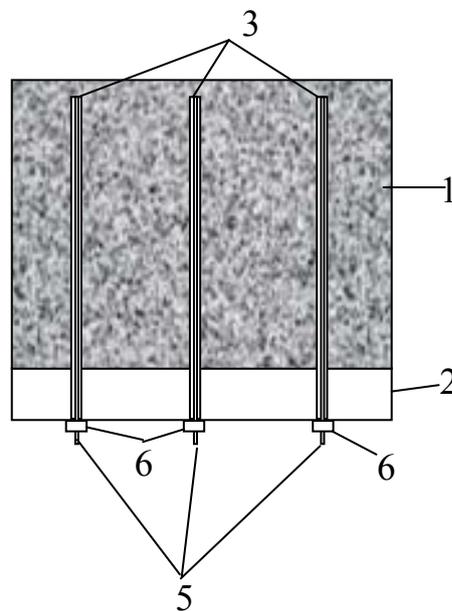


Рис. 1. Схема размещения анкерной крепи в месте испытания прибора

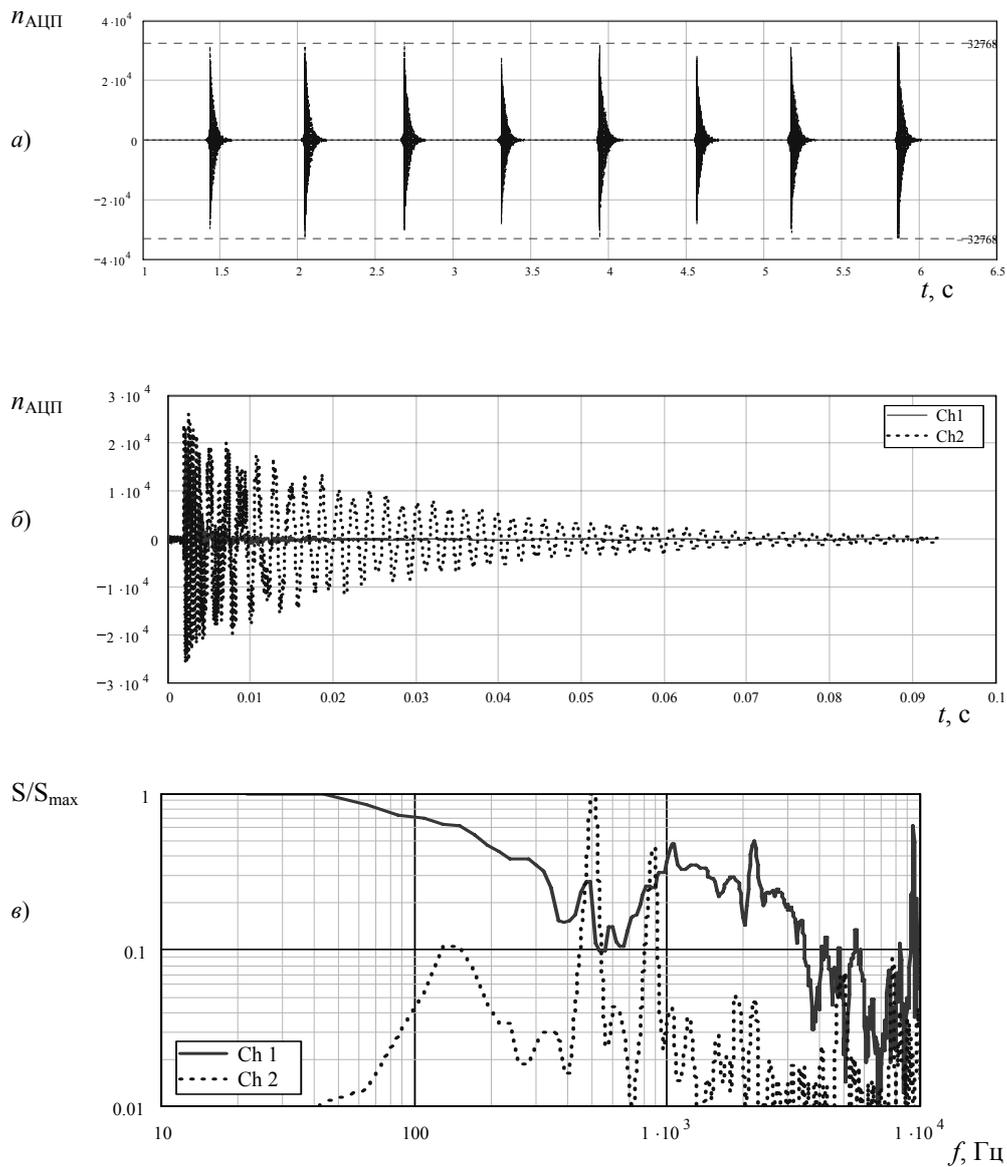


Рис. 2. Сигналы и спектры при прозвучивании анкеров; а – обзорный график; б – сигналы правого (сплошная линия) и левого (точечная линия) каналов; в – нормированные спектры S/S_{max} удара (сплошная линия) и отклика анкера (точечная линия)

лов первого (сплошная линия) и второго (точечная линия) каналов, вырезаемых из полной серии. По оси ординат отложены уровни сигнала $n_{\text{АЦП}}$ в единицах аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

Для вычисления спектра берется не весь сигнал, а лишь его средняя часть. Из всего сигнала удаляется начальная часть, характеризующая удар, и конечная часть, где амплитуда полезного сигнала соизмерима с шумами.

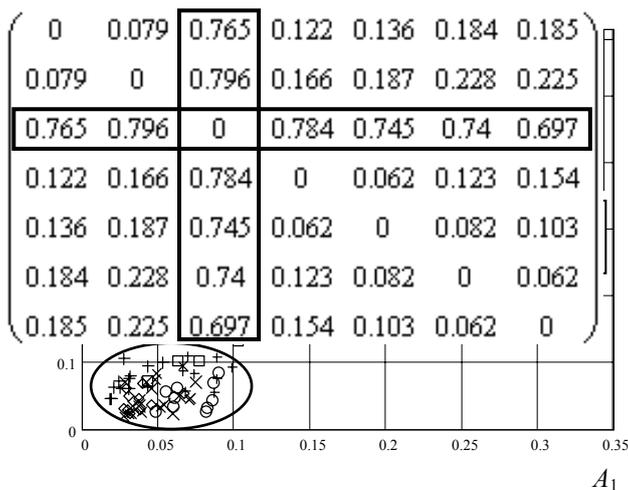


Рис. 3. Диаграмма, иллюстрирующая качество штангового крепления по двум параметрам – среднеквадратическим значениям амплитуд нормированных по максимуму спектральных составляющих в первой и второй полосах частот

На рис. 2, в представлены графики спектров, где точечной линией показан нормированный по максимуму спектр отклика анкера на ударное воздействие.

Поскольку спектр такого сигнала в значительной степени носит случайный характер, весь диапазон был разбит на 7 полос. Для каждой полосы вычисляется среднеквадратическое значение амплитуд спектральных составляющих. Таким образом, каждый сигнал характеризуется семью числами.

В принципе распознавание состояния анкеров можно осуществить по среднеквадратическим значениям амплитуд, рассчитанным для двух каких-либо полос. На диаграмме, представленной на рис. 3, на плоскости с координатными осями, по которым откладываются значения амплитуд A_1 и A_2 в двух несовпадающих частотных полосах. Здесь изображены точки, соответствующие каждому сигналу для различных анкеров. Из анализа этих диаграмм следует, что за исключением 3 анкера всем другим характерна «кучность», когда точки компактно группируются в близких областях. Третий анкер демонстрирует особый «характер», выпадая из общей картины. Если сделать предположение, что большинство анкеров заложены по

всем правилам и полностью выполняют свои функции, то третий анкер можно классифицировать как дефектный.

Аналогичную оценку можно провести и по всем семи информативным параметрам, что улучшит качество диагностики. Но в этом случае графическую интерпретацию произвести такими простыми средствами невозможно.

Для количественной оценки отличия разных анкеров друг от друга в данной работе используются расстояния между центрами облаков рассеяния точек, характеризующих пары анкеров в различных сочетаниях. На рис. 4 в матрице представлены значения таких расстояний для различных сочетаний анкеров, номера которых совпадают с соответствующими номерами строк и столбцов матрицы. Главная диагональ такой матрицы является нулевой. Обращает на себя внимание значительное отличие чисел, находящихся в третьем столбце и третьей строке, от других чисел. Это говорит о том, что третий анкер в значительной степени отличен от остальных.

Полученные результаты объясняются тем, что в месте размещения третьего анкера установлена распорная труба, упирающаяся своими концами в противоположные стенки монтажной камеры.

Этим обусловлено меньшее натяжение третьего анкера по сравнению с остальными.

При использовании этого устройства и метода диагностики в реальных условиях возможно два случая.

В первом случае заранее может быть известно, какие именно анкера имеют некачественное крепление. Путем записи сигналов на хорошо и плохо закрепленных анкерах создается банк данных, который затем используется для диагностики анкеров на исследуемых участках.

Во втором случае, который встречается гораздо чаще, чем первый, при обследовании нового участка кровли неизвестно, какие именно анкера имеют хорошее, а какие – плохое крепление. В этом случае производится запись сигналов-откликов на всех анкерах, а затем

Рис. 4. Матрица расстояний в пространстве информативных параметров для различных пар анкеров; номера строк и столбцов совпадают с номерами анкеров

рассчитываются расстояния между парами центров облаков рассеяния, как это сделано выше. Поскольку применяемые технологии установки анкеров обеспечивают качественное крепление в большем количестве случаев, чем некачественное, то анкера, имеющие значительное отличие указанного параметра от большинства остальных, относятся к дефектным. Большая по численности группа анкеров, имеющая незначительные отличия друг от друга этого параметра, при этом относится к группам с качественным креплением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров В.Н., Вознесенский Е.А. Диагностика штанговой крепи кровли выработок путем спектрального анализа акустического отклика // В сб. Сборник трудов XVIII сессии Российского акустического общества. Т.1. – М.: ГЕОС, 2006, с. 283-287.

2. Вознесенский Е.А. Контроль штанговой крепи кровли подземных горных выра-

боток // В сб.: Труды научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодые - наукам о Земле». РГГУ им. С.Орджоникидзе, 23-24 марта 2006 г. М.: РГГУ, 2006, с. 170.

3. Вознесенский Е.А. Контроль штанговой крепи импакт-методом // ГИАБ, №4, 2006, с. 111-115. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Захаров В.Н. – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией ИПКОН РАН,

Палкин А.Б. – кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИПКОН РАН,

Вознесенский Е.А. – студент, Московский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 3 симпозиума «Неделя горяка-2007».

Рецензент д-р техн. наук, проф. В.Л. Вознесенский.