

рекрытие в 2 - 6 блоках правой трубы объем вытекаемой воды из стыков плит перекрытия был примерно равный объему нагнетаемого раствора.

Выполнение работы по строительной санации ВПС позволили повысить его эксплуатационную надежность, а проведенная повторная приборная диагностика объекта подтвердила высокое качество работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хорев В.М. Сучасний стан водного господарства і проблеми водозабезпечення в Україні. - Київ: видання ІПК "Укрводприрода" Держводгоспу України, 1995. - 43 с.
2. Толстихин О.Н. Земля - в руках людей. - М.: Недра, 1981. - 160 с.
3. Руководство по проектированию и эксплуатации водопроводящих сооружений под магистральными каналами. РМТ 33.63 - 062 - 89. - Киев: НПО "УкрНИИГим", 1989. - 129 с.
4. Журавель Г.И. Гидротехнические сооружения. - М.: Колос, 1979. - 423 с.
5. Сергиенко В.Н., Земба В.А., Крученюк В.Д. Индикатор "ДВШ - 2К" для оперативной диагностики облицовки гидротехнических сооружений // Проблемы гидрогеомеханики в горном деле и строительстве. Материалы конференции. Ч. I. - Киев, 1996. - С. 93 - 94.
6. Усаченко Б.М., Мусиенко С.П. Разработка и испытание машины бетоноукладочной многоцелевой // Технология и механизация крепления подготовительных и нарезных выработок. - Кривой Рог. - 1991. - 56 с.

УДК 550.83:681.3.05

Алекс.А. Яланский

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ПРИБОРОВ АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ УСТОЙЧИВОСТИ КРОВЛИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Одним из необходимых условий повышения безопасности горных работ является проведение текущей оценки нарушенности обнажений и контроля их состояния до потери устойчивости, поиск скрытых отслоений и за-

колов, “ложной” кровли.

При контроле сейсмоакустическими методами информативными параметрами могут быть частота, различные соотношения амплитуд и длительности колебательного процесса, спектры. Для исключения влияния случайных колебаний и шумов выбирают энергетически значимые части спектра колебаний и проводят их автоматическую обработку в цифровом виде, например:

$$\begin{aligned} A_1 &= A_{m1}/u_m; A_2 = A_{m2}/u_m; \\ B_1 &= A_{\Sigma m1}/u_{\Sigma m}; B_2 = A_{\Sigma m2}/u_{\Sigma m}, \end{aligned} \quad (1)$$

где A_{m1} , A_{m2} - максимальные амплитуды, принятые в каналах с *max* и *min* усилением соответственно; u_m - максимальная амплитуда электрического сигнала на выходе ударника; $A_{\Sigma m1}$, $A_{\Sigma m2}$ - суммы максимальных амплитуд; $u_{\Sigma m}$ - сумма максимальных значений полупериодов электрического сигнала на выходе ударника.

По литологическому составу и строению слагающих пород “ложную” кровлю разделяют на три типа. Первый тип (наиболее опасный) представлен породами, резко отличающимися по свойствам и литологическому составу от вышележащих, с незначительным сцеплением на контакте между ними. Второй тип слагается породами одинакового или близкого литотипа и характеризуется нарушенной пластовой отдельностью с вышележащими слоями и наличием зеркал скольжения между ними. Третий тип “ложной” кровли представлен породами перемятой и комковатой структуры.

В качестве акустического параметра прогноза “ложной” кровли первого типа при возбуждении колебаний ударами может быть принято отношение максимальных значений амплитуд боковых A_6 и пластовых A_{nl} волн в полосе фильтрации 240-480 Гц (фильтр 2) к амплитудам в полосе фильтрации 120-240 Гц (фильтр 1): $A_6^{\phi 2} / A_6^{\phi 1} < 1$; $A_{nl}^{\phi 2} / A_{nl}^{\phi 1} < 1$. При возбуждении колебаний взрывами о наличии “ложной” кровли можно судить по отношению амплитуд боковых волн к пластовым $A_6 / A_{nl} \leq 0,6 - 1,0$. На участках без “ложной” кровли (для известняков в непосредственной кровле) $A_6 / A_{nl} > 1,2$. Для прогноза “ложной” кровли второго типа в качестве акустических характеристик используется отношение амплитуд боковых и пластовых волн A_6 / A_{nl} в полосах пропускания 240-480 Гц и 120-240 Гц:

$$A_{\phi}^{22} / A_{\phi}^{21} \text{ и } A_{\phi}^{11} / A_{\phi}^{12} [1].$$

Для измерения указанных параметров предлагается применять микропроцессорный прибор с перестраиваемой структурой, выходы фильтров которого соединены виртуальным арифметико-логическим устройством, выполняющим функции делителя и подготавливающим информацию для вывода ее на визуальный индикатор. Цифровые фильтры (ЦФ) представляют собой программную реализацию рекурсивных биквадратных фильтров второго порядка. Изменяя значения коэффициентов при узлах можно реализовать любую искомую передаточную функцию фильтра второго порядка. Требуемая резонансная частота f_g перестраиваемого ЦФ задается величиной частоты выборки f_{ϕ} значений аналогового сигнала. Таким образом, применение микро-ЭВМ обеспечивает универсальность устройства и современный сервис для оператора.

Для повышения оперативности контроля обработку информации необходимо производить в реальном масштабе времени. При этом работа цифрового устройства обработки сигналов должна удовлетворять требованиям, записанным в виде системы неравенств [2]

$$\left\{ T_{обм} / T_p \geq 1; \quad T_{обм} V_k \leq 1, \right. \quad (2)$$

где $T_{обм}$ - время обмена сообщениями между блоками прибора; T_p - время решения задачи; k - скорость передачи информации в канале обмена.

Для задач цифровой фильтрации при контроле "ложной" кровли величина $T_{обм}$ определяется максимальной частотой цифрового фильтра

$$f_{\phi}^{\max} = 10^{\frac{D \lg(2)}{B} + \lg(f_g)}, \quad (3)$$

где D - динамический диапазон фильтра, дБ; B - крутизна спада "горба" амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), выраженная положительным числом, дБ/окт. В соответствии с теоремой о дискретизации, частота выборки значений аналогового сигнала f_{ϕ} должна как минимум вдвое превышать частоту $f_{\phi}^{\max}$. Для компенсации искажений спектра обычно принимают

$f_e = 10f_u^{\max}$. Для увеличения ширины полосы пропускания сигнала в частотной области можно снизить значение нормированной частоты выборки $\Omega = f_e/f_g$, приняв $f_e = (4...8)f_u^{\max}$ и повысив коэффициент усиления входного аналогового фильтра низких частот (ФНЧ) на частоте f_g . Однако, при этом должно соблюдаться условие

$$f_u^{\max} < f_a^{\max} \leq f_e - f_u^{\max}, \quad (4)$$

где $f_a^{\max}$ - частота наивысшей гармонической составляющей сигнала на входе цифровой части прибора (выходе ФНЧ).

При максимальной частоте ЦФ $f_u^{\max} = 480$ Гц, параметрах $D=50$ дБ, $B=24$ дБ/окт, в соответствии с (3) имеем $f_a^{\max} = 2034$ Гц. Принимая частоту выборки $f_e = 8f_u^{\max} = 3840$ Гц, имеем $f_e - f_u^{\max} = 3360$ Гц, т. е. условие (4) соблюдается. Выбранные параметры корректны и для цифрового фильтра с полосой фильтрации 120-240 Гц. Для реализации требуемой резонансной частоты фильтра ЦФ1 производится обработка каждого второго отсчета. Для выбранных параметров коэффициенты ослабления сигналов, пропущенных цифровыми фильтрами, на верхних границах полос пропускания определяются формулой весовой функции

$$k_\delta = \sin(\pi f_u^{\max} / f_e) / (\pi f_u^{\max} / f_e) \quad (5)$$

и составляют 0,97 для обоих фильтров, что практически не сказывается на интегральной оценке энергетической насыщенности спектра сигнала в полосе пропускания. При частоте дискретизации $f_e = 3840$ Гц время отработки одного вычислительного цикла составляет $T_e \leq 1/f_e = 260$ мкс. Т.к. одновременно производятся вычисления для двух фильтров, а также вспомогательные операции, то время вычислений ≈ 100 мкс. Пропускная способность прибора оценивается по числу разрядов обрабатываемого сигнала и времени вычислительного цикла $Q = b/T_e$ и составляет 3850 и 5770 байт/с при 8- и 12-разрядном АЦП соответственно. Требуемой производительностью обладают ОМЭВМ универсального назначения семейств MCS-51 и

MCS-96 фирмы Intel, а также сигнальные процессоры APS-типа. Время преобразования АЦП t_c не должно превышать T_c . Отношение сигнал/шум АЦП (N/S), определяющее верхний предел динамического диапазона прибора, вычисляется по формуле

$$N/S = 6,02b + 1,76 - 10\log_2(1 + 12\sigma_{\delta_{н.}}^2), \quad (6)$$

где $10\log_2(1 + 12\sigma_{\delta_{н.}}^2) = \Delta(S/N)$ - девиационное изменение отношения N/S , выраженное через дисперсию дифференциальной нелинейности преобразователя $\sigma_{\delta_{н.}}^2$. [3]. Так как $\sigma_{\delta_{н.}}^2$ редко приводится в справочной литературе, то можно либо пренебречь величиной ошибки $\Delta(S/N)$, либо определить $\sigma_{\delta_{н.}}^2$, произведя статистическую обработку графика зависимости дифференциальной нелинейности δ_{LD} от температуры в диапазоне изменения рабочих температур для данного климатического исполнения прибора. Для 8- и 12-разрядных АЦП отношение сигнал/шум составляет 49,9 и 74,0 дБ соответственно (без учета величины $\Delta(S/N)$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. УФ ВНИМИ. Разработка и опробование геофизических методов и аппаратуры для прогноза и оценки устойчивости обнажений пород в окрестности горных выработок. Заключительный отчет по работе 0222030000. Донецк, 1980.-120 с.
2. Цифровая обработка информации на основе быстродействующих БИС/ С.А. Гамкрелидзе, А.В. Завьялов, П.П. Мальцев, В.Г. Соколов; Под ред. В.Г. Домрачева. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 136 с.
3. Федорков Б.Г., Телец В.А. Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 320 с.