

Б.И. РЫБАЛКО, канд. техн. наук, доц.,

НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

В.М. ЗДЕЩИЦ, д-р техн. наук., доц., ГВУЗ «Криворожский педагогический университет»

А.И. ФЕДОРЕНКО, старший научн. сотр.

НИГРИ ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

## ОБОСНОВАНИЕ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

Явления хрупких разрушений в массиве сопровождаются сейсмическими волнами (колебаниями), распространяемыми от гипоцентра явления к периферии и представляемыми собой последовательное сжатие и разрежение материала. В науке оперируют с 14-16 видами волн. На практике используются 4-5 типов, в основном продольные сейсмические волны (*P*-волны), поперечные волны (*S*-волны), поверхностные волны- волны Лява и Рэлея.

Для контроля выбранных значимых геомеханических явлений по их волновым характеристикам могут использоваться такие физические величины как перемещение, м; скорость колебаний, м/с и ускорений, м/с<sup>2</sup>. Измерение перемещений в сейсмике не используется из за особенностей конструкции датчиков. Контроль скорости колебаний, м/с, обеспечивает большую наглядность при идентификации явлений, но осуществляется магнитодинамическими сенсорами, требующими точной механической ориентации в пространстве, что невозможно, например, в скважине. Для контроля ускорений м/с<sup>2</sup>, как правило используются пьезодатчики, не требующие точной механической ориентации в пространстве, но больше подвержены помехам. Магнитодинамические велосиметры имеют более низкочастотный диапазон 0,1 (1) – 250 Гц. Пьезоэлектрические акселерометры имеют более высокочастотный диапазон 70 (130) – 10 000 Гц.

Выполненные авторами измерения частотных характеристик сигналов значимых сейсмических явлений с глубоких горизонтов шахт Кривой Рог определили информативный диапазон частот для ГИС непрерывного мониторинга микросейсмической активности подработанных массивов в пределах 70-300Гц. При необходимости контроля возникающих близко, на расстоянии 20-40м, микро-трещин, верхняя граница диапазона должна быть расширена до 700 Гц. При необходимости регистрации сигналов массовых взрывов расположенных в 10-30 км карьеров, нижняя граница диапазона должна быть расширена до 10-15 Гц. Спектр техногенных явлений ограничен диапазоном 4-50 Гц. Микросейсмы Земли регистрируются в диапазоне 0,5-4 Гц. Диапазон информативных частот зависит от минералогического состава, структуры, текстуры, условий залегания, природы вещества, заполняющего поровые пространства и др. и является индивидуальным для каждой залежи.

В подтверждение, измерения с глубоких горизонтов шахты Артем-1, Кривой Рог определили информативный диапазон 70-150Гц. Измерения с гор.-1135м, м.о.78 ш. им. Фрунзе, Кривой Рог показали информативные частоты в диапазоне 120-200Гц. Измерения с гор.-1060м, м.о.66 ш. им. Фрунзе показали информативные частоты в диапазоне 170-300Гц. Поэтому, для каждой залежи необходимо выполнение уточняющих исследований адаптация требований.

Аналогичная ситуация с требованиями к чувствительности измерительных каналов ГИС, которая выбирается по характеристикам принятых значимых явлений, геометрии зоны мониторинга и акустическим свойствам горных пород, в первую очередь коэффициента затухания. В таблице представлен пример выборы чувствительности и расчета требуемого коэффициента измерительных каналов ГИС.

| Выбора чувствительности и расчет коэффициента передачи измерительных каналов с АЦП 16бит |                            |                         |                        |                               |                        |
|--|----------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Явление  | Измеренные величины        |                         | Рекомендуемые величины |                               |                        |
|  | Скорость, м/с              | Напр. сенсора без ус-ля | Доля от диапазона, %   | К измерит. канала, ед.ашп-с/м | Вых ед. АЦП 16 бит, ед |
| Микросейсмы на глубине - 1000м   | 0,095·10 <sup>-6</sup> м/с | 3,04 мкВ                | 0,075                  | 252 10 <sup>6</sup>           | 24                     |
| Микросейсмы на поверхности   | 0,127 10 <sup>-6</sup> м/с | 4,064 мкВ               | 0,10                   | 252 10 <sup>6</sup>           | 32                     |
| Микросейсмы в городе   | 0,381 10 <sup>-6</sup> м/с | 12,192 мкВ              | 0,30                   | 257 10 <sup>6</sup>           | 98                     |
| Трещины  | 0,32·10 <sup>-6</sup> м/с  | 10,24 мкВ               | 0,252                  | 257 10 <sup>6</sup>           | 82                     |
| Макротрещины   | 1,588 10 <sup>-6</sup> м/с | 50,816 мкВ              | 1,25                   | 258 10 <sup>6</sup>           | 409                    |
| Толчки   | 6,350 10 <sup>-6</sup> м/с | 203 мкВ                 | 5,00                   | 258 10 <sup>6</sup>           | 1638                   |
| Макс. зарег. локальное землетрясение   | 31,96 10 <sup>-6</sup> м/с | 1,0227мВ                | 25,00%                 | 256 10 <sup>6</sup>           | 8192                   |
| С 4х кратным запасом   |                            |                         | 100                    |                               | + -32 768              |