УДК 622.14

В.К.ЧУМАК, А.И.НАУМЕНКО
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

ЗВУКОЛОКАЦИОННЫЙ МЕТОД МАРКШЕЙДЕРСКОГО КОНТРОЛЯ ПРОХОДКИ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ БУРЕНИЕМ

Рассмотрены вопросы разработки звуколокаторов для съемки вертикальных стволов, заполненных буровым раствором. Приведен опыт внедрения звуколокационной съемки стволов.

Questions development of acoustic radars for shooting the vertical trunks filled with a chisel solution are considered. Experience introduction shootings acoustic radars of trunks is resulted.

Проходка технических скважин большого диаметра и вертикальных шахтных стволов способом бурения выполняется с применением промывочной жидкости как в период бурения, так и крепления выработки. В качестве промывочной жидкости применяется техническая вода с удельным весом 1,05 г/см^3 при бурении в крепких породах или глинистый раствор с удельным весом от 1,10 до 1,45 г/см^3 при бурении в породах средней и слабой крепости. Технические скважины проходятся диаметром от 2,1 до 3,6 м буровыми установками типа РТБ и глубиной свыше 1000 м. Шахтные стволы бурятся диаметром 7,5 и 8,75 м установками типа УЗТМ [1]. Технологическая схема проходки шахтных стволов бурением состоит в следующем. Буровой установкой согласно проекту проходят горную выработку с поверхности до проектного горизонта. В процессе бурения промывочным раствором выдается на поверхность разбуренная порода и осуществляется временное крепление выработки. После окончания бурения, не откачивая промывочной жидкости, приступают к возведению крепи. Крепь устанавливают, как правило, секциями снизу вверх на всю глубину ствола. После возведения крепи производят тампонаж закрепного пространства на высоту разовой закачки цементного раствора последовательно снизу вверх. Образование цементного камня в закрепном пространстве обеспечивает жесткую связь крепи с породными стенками, после чего буровой раствор откачивается из ствола и проходка выработки считается законченной.

Задачами маркшейдерской службы при проходке стволов бурением являются:

- контроль вертикальности оси выработки в процессе бурения:
- съемка ствола вчерне с целью определения объема разовой закачки цементного раствора;
- контроль за положением секций крепи при ее возведении.

Анализ существующих способов контроля за вертикальностью оси стволов, заполненных буровым раствором, позволяет выделить следующие способы: геометрический, оптический, инклинометрический и звуколокационный [2]. Из перечисленных способов особого внимания заслуживают геометрический и звуколокационный. Геометрический способ с использованием проекциометров ПМ-4 и ПМ-5 разработан во ВНИМИ, он внедрен в производство и широко применяется на практике при бурении стволов [3]. Звуколокационный способ позволяет решить не только задачу контроля за вертикальностью оси ствола, но и выполнить съемку ствола вчерне и определить положение секций крепи при их установке.

Звуколокационный способ, разработанный Санкт-Петербургским горным институтом, основан на измерении времени распространения ультразвукового импульса от излучателя до стенки ствола и обратно, от стенки к приемнику. При известной скорости распространения звука интервал времени между посылкой и приемом импульса является мерой расстояния и направления его распространения.

В результате разработки звуколокационного способа были изготовлены и внедрены в практику бурения стволов звуколокаторы (см. таблицу) «Донецк» (1969 г.), «Шахтер» (1975 г.) и «Калибр» (1980 г.) [1].

Техническая характеристика звуколокаторов

Характеристика	«Донецк»	«Шахтер»	«Калибр»
Максимальная глубина съемки, м	1000	1000	1500
Диапазон измеряемых расстояний, м:			
в технической воде	0,4-10	0,4-10	0,3-20
в глинистом растворе	0,3-4	0,3-1,5	0,4-2,5
Масштабы записи:			
горизонтального сечения	1,10;1:20; 1:50;1:10	1:5;1:10; 1:50;1:100	1:20;1:50; 1:100;1:200
вертикального профиля	–	1:50;1:2000	1:50-1:2000
Длина диаграммной ленты, м	–	20	20
Погрешность:			
измерения расстояния	1/50	1/50	1/50
ориентации измерения, град.	±3	±2	±2
Время записи сечения, с	72	120	120
Максимальная скорость профилирования, м/с	–	0,5	0,5
Несущая частота снаряда, кГц:			
низкочастотного	53	72	68
высокочастотного	125	–	215
Период посылки зондирующих импульсов, с	0,06	0,04	0,12
Размеры скважинного снаряда, мм:			
диаметр	190	200	120
длина	1800	2670	1900
Масса снаряда, кг	65	60	65
Потребляемая мощность от сети, кВт	0,8	0,7	0,3

Звуколокатором «Донецк» съемка ствола выполняется только по горизонтальным сечениям через интервалы 5-10 м при подъеме скважинного снаряда. Поскольку локатор не имеет калибраторного устройства, до производства съемки выполняется термокаротаж по стволу и измерение концентрации бурового раствора для определения масштабной поправки при камеральных работах.

Съемка звуколокатором «Шахтер», как правило, выполняется способом вертикального профилирования стенок ствола. В этом случае скважинный снаряд можно располагать вблизи стенок выработки, что практически снимает проблему дальности локации даже в самых тяжелых буровых растворах. Однако в этих условиях съемка по горизонтальным сечениям возможна только на отдельных участках сечения ствола.

Звуколокатор «Калибр» применяют для съемки ствола вчерне по вертикальным профилям и горизонтальным сечениям с автоматической регистрацией направления измерений по земному магнитному полю. Кроме того, локатором можно контролиро-

вать положение крепи при ее возведении с ориентацией измерений по контрольному отвесу в стволе.

Комплект аппаратуры локатора смонтирован на автомашине электрокаротажной станции АЭКС-1500. Он состоит из контрольно-измерительных приборов, трех регистраторов и измерительной стойки, размещенных в аппаратурном отсеке станции, и двух скважинных снарядов, опускаемых в ствол на каротажном бронированном кабеле КТБ-6.

«Калибр» существенно отличается от звуколокаторов «Донецк» и «Шахтер». В зависимости от условий и задач съемки в локаторе предусмотрено пять режимов работы: вертикальное профилирование и съемка горизонтальных сечений ствола на высокой и низкой частотах и производство калибровки. Высокая частота дает лучшую детальность и точность съемки, но не обеспечивает требуемой дальности локации в тяжелых буровых растворах, для которых применяют низкочастотные сигналы. Вертикальное профилирование позволяет получить общую информацию о геометрии и состоянии ствола, а съемка горизонтальных сечений дает детальные сведения, но требует значительно больше времени. Режим калибровки используется для контроля скорости распространения звука на различных горизонтах съемки с целью уточнения масштаба записи измеряемых локатором расстояний.

Опыт звуколокационной съемки стволов, проходимых бурением, показал, что по результатам съемки предоставляется возможность не только контролировать основные геометрические параметры выработок, но и управлять технологией бурения и крепления стволов.

В стволе шахты «Северная-Изваринская» съемкой выявлены участки (на глубине 100-150 м и 200-210 м), где разработка стенок не превышает 10-20 см. Эти участки были использованы для стыковки секций крепи. И наоборот, на глубине 300-320 м разработка стенок очень велика. Поперечный размер ствола на этом участке достигает 8,2 м вместо проектного диаметра 2,6 м. Такая разработка стенок могла вызвать тяжелые осложнения при дальнейшей проходке, поэтому было принято решение зацементировать обнаруженный участок аварийного разрушения стенок выработки с последующим разбуриванием цементной подушки.

Съемка ствола гидрорудника «Пионер», пройденного по слабым породам с использованием глинистого раствора плотностью 1,45 г/см^3, показала, что разработка стенок практически отсутствует, а величина искривления оси ствола не превышает 15 см на глубине 120 м. Эти обстоятельства позволили закрепить ствол единой колонной и тем самым обеспечить герметичность и надежность возведения крепи.

Производство звуколокационной съемки в течение длительного периода показало, что звуколокационный метод маркшейдерского контроля проходки вертикальных шахтных стволов бурением обеспечивает соблюдение технологии бурения и крепления выработок и повышает производительность горно-проходческих работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аранович В.Б.* Съемка стволов звуколокатором «Калибр» / В.Б.Аранович, В.К.Чумак // Техника и методика маркшейдерских работ / ВНИМИ. Л., 1980. С.88-94.

3. *Николаенко В.Г.* Маркшейдерские работы при сооружении вертикальных шахтных стволов / В.Г.Николаенко, В.Н.Соловьев. М.: Недра, 1977. 220 с.

2. Звуколокационная съемка горных выработок / Г.А.Кротов, В.Б.Аранович, Л.Н.Руднев и др. М.: Недра, 1992. 232 с.