

ЭХОЛОКАТОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛУБИНЫ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН

Рассмотрены вопросы создания эхолокационных приборов для измерения глубины взрывных скважин. Контроль глубины пробуренных скважин имеет важное значение для повышения достоверности информации об отбитом массиве. Это способствует снижению потерь полезного ископаемого и улучшению дробления взорванного массива. Первые образцы эхолокаторов такого типа были созданы в Ленинградском горном институте. В дальнейшем по такой же схеме были разработаны приборы на других предприятиях. Приведены зависимости между диаметром скважин и частотой импульса, результаты исследований разрешающей способности эхолокаторов.

In clause stages of creation and development sonar devices for measurement of depth of explosive chinks are considered. The control of depth пробуренных chinks has great value for increase of reliability of the information on a beaten off file. It promotes decrease in losses of a useful mineral and improvement of crushing of the blown up file. The first samples sonar such type have been created in SPMI. Further under the same scheme devices at other enterprises have been developed. Dependences are resulted between.

В горно-рудной промышленности контроль глубины пробуренных скважин по прежнему имеет важное значение. При годовой производительности современного подземного рудника 1 млн т и среднем выходе руды 8 т/м объем бурения взрывных скважин может составить несколько сотен километров. Своевременное и точное их измерение позволяет оперативно выявить допущенные нарушения (недобур, перебур), что снижает потери и разубоживание полезного ископаемого.

Решение вопроса контроля взрывных скважин потребовало разработки новых приборов, работы по созданию которых начались в середине 70-х годов XX в. на кафедре маркшейдерского дела ЛГИ (СПГГИ), где был разработан первый отечественный эхолокатор «Пульсар» [3].

К моменту разработки эхолокатора «Пульсар» вопросы распространения и отражения звука в скважинах не были в достаточной мере исследованы, поэтому выбор частот производился на основе лабораторных и натурных экспериментов. Было установлено, что ослабление сигналов в сква-

жинах определяется не затуханием звука в воздухе, а его рассеянием на неровностях стенок и поэтому зависит от состояния стволов скважин. Наиболее сильно звук затухает в скважинах, где имеется слой породной крошки. По результатам проведенных опытов для экспериментальных образцов эхолокатора были выбраны рабочие частоты 1 и 2 кГц, как наиболее отвечающие условиям измерений в скважинах диаметром 65-105 мм. На этих же частотах допустимо измерение скважин и других диаметров (табл.1), однако за счет применения набора частот, соответствующих диаметрам скважин.

Практика эксплуатации эхолокатора «Пульсар» показала, что импульсный звуковой метод эффективен для контроля глубины скважин. Это послужило началом разработки и производства на других предприятиях целого ряда эхолокаторов для измерения глубины скважин (табл.1).

Производственные испытания «Пульсара» выявили и слабые места прибора. В основном они касались системы, основанной на круговом индикаторе. Он обладал

Технические характеристики эхолотов для измерения длины скважин

Показатель	«Пульсар»	«Пульсар-2»	«Рифей-2»	Без названия	ЭПОС	ГСА-60
Глубина L измеряемых скважин, м	4-60	3-49,9	3-30	3-60	4-60	4-99,9
Диаметр измеряемых скважин, мм	60-220	50-220	50-220	60-200	80-250	50-250
Погрешность измерения	$\pm 1,5\%$	$\pm 0,25$ м	$\pm 0,3$ м	$\pm 1\%$	$\pm 0,015L$	$\pm 0,3$ м
Время замера, с	8-30	8-10	5	7	2	1
Габариты, мм	250×250×100	320×262×116	152×126×65	196×106×40	190×150×70	290×175×70
Масса, кг	6,5	5,4	2,4	2,0	4,0	2,6
Способ индикации	Круговой индикатор	Матричный индикатор	Цифровое табло			
Рабочая частота, кГц	1-2	0,6 и 1,2	1	1	1	1
Изготовитель	СПГТИ		«Цветметавтоматика»	—	ГИГХС*	
Год	1976	1984	1980	1982	1977	1989

* ГИГХС – Государственный институт горно-химического сырья.

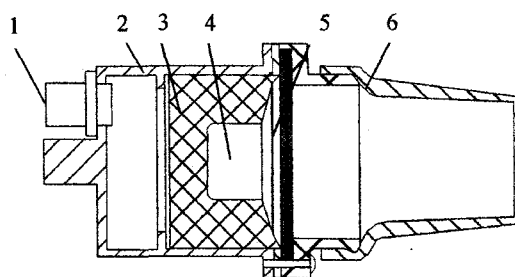
недостаточной надежностью, обусловленной применением механической развертки, сложностью регулировки и стабилизации частоты вращения приводного электродвигателя, имел ограниченную точность измерений из-за невозможности увеличения масштаба отсчетной шкалы индикатора дальности. В новом эхолотаторе «Пульсар-2» была использована схема электронного проблескового индикатора на матрице светоизлучающих элементов [1, 2] взамен электро-механического.

Схема прибора содержит следующие функциональные узлы: генератор тактовых импульсов, блок совпадения, генератор зондирующих импульсов, электроакустический преобразователь, усилитель с каскадом временной автоматической регулировки усиления (ВАРУ) и проблесковый индикатор, включающий матрицу светоизлучающих элементов и дешифраторы столбцов и строк с соответствующими десятичными счетчиками.

Конструктивно эхолотатор «Пульсар-2» был выполнен в виде двух блоков: устройство измерительное и преобразователь акустический. Устройство измерительное представляет собой блок, состоящий из индикатора и двух плат с печатным монтажом. Оно помещается в металлический корпус, в котором в транспортном положении размещается и электроакустический преобразователь с кабелем.

Преобразователь акустический (см. рисунок) состоит из корпуса 2 и резинового патрубка 6. Между корпусом и патрубком вставлена прокладка из полиэтиленовой пленки или водонепроницаемой ткани и металлическая сетка 5, защищающие динамическую головку 4 громкоговорителя от внешних воздействий. Полость между головкой громкоговорителя и корпусом заполнена звукопоглощающим материалом 3. На торце корпуса помещен штепсельный разъем для соединительного кабеля 1. В центре торца имеется глухое отверстие с резьбой для крепления штанги.

По данным исследований А.И.Коваленко [4], допустимая погрешность измерения глубины скважин составляет $\pm 0,3$ м. При первых испытаниях эхолотаторов их показания контролировались с помощью складных мерных реек. Материалы обработки



Электроакустический преобразователь

140 скважин [3] свидетельствуют, что среднеквадратическая погрешность измерения их длины составила $\pm 0,26$ м при средней глубине скважины 22 м.

Важное значения для приборов такого типа имеет разрешающая способность по площади отражения. Такие исследования выполнялись на 10-метровой трубе диаметром 70 мм. На расстоянии 6 м от излучателя проделывалась прорезь для введения в трубу заглушки. Проводилась калибровка прибора и установка ВАРУ. Затем в прорезь опускалась заглушка до тех пор, пока расстояние до нее не фиксировалось эхолотом. Для данного положения заглушки определялась площадь перекрытия. После этого продолжалось перекрытие сечения трубы до момента, пока не исчезал сигнал от забоя. При этом определялась наибольшая площадь перекрытия, при которой невозможно одновременно фиксировать забой и заглушку (вывал). Все измерения проводились на двух частотах при минимальном, среднем и максимальном усилении. Результаты испытаний представлены в табл.2.

Таблица 2

Определение разрешающей способности эхолотатора по площади

Усиление	Фиксируемая площадь перекрытия, см ²	Фиксируемая относительная площадь перекрытия, %
Минимальное	30,4/26,1	79/67
Среднее	10,8/6,8	28/18
Максимальное	2,4/4,2	6/11

Примечание. В числителе и знаменателе при частоте соответственно 0,8 и 1,6 кГц.

Из табл.2 видно, что наименьший по площади отражения объект, который может быть зафиксирован прибором, перекрывает сечение трубы на 6-10 %. Это позволяет определить даже незначительные вывалы и различные перекрытия ствола скважины.

При внедрении того или иного прибора неизменно встает вопрос об эффективности его применения. Опыт многолетнего использования эхолотаторов для измерения глубины скважин на различных предприятиях позволяет с уверенностью сказать — их применение дает высокую эффективность. Внедрение акустического метода контроля взрывных скважин повысило производительность данного вида маркшейдерских работ в 15 раз, обеспечив контрольный замер скважин в полном объеме и, как следствие, привело к резкому уменьшению недобуров скважин [5].

К сожалению, дальнейшие исследования по созданию и модернизации эхолотаторов не ведутся, хотя потребность в них неуклонно возрастает. На современной элементной базе можно разработать миниатюрные и надежные приборы, которые бы полностью решили проблему контроля взрывных скважин. Остается нерешенной также задача измерения глубины нисходящих вертикальных и наклонных скважин, заполненных водой. Такая ситуация часто возникает на открытых разработках.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 1059160 СССР. Звуколокационный скважинный глубиномер / А.И.Алексеев, В.Б.Аранович, П.М.Кузнецов, Л.Н.Руднев / Оpubл. 07.12.83. Бюл. № 45.
2. А.с. 918913 СССР. Устройство для эхолотационного контроля скважин / И.А.Прудов, В.А.Голованов, О.В.Ширинский / Оpubл. 07.04.82. Бюл. № 3.
3. Аранович В.Б. Маркшейдерский контроль взрывных скважин методом эхолотации / В.Б.Аранович, Л.Н.Руднев // Маркшейдерское дело в социалистических странах / ВНИМИ. Л., 1979. Вып.8.
4. Коваленко А.И. К вопросу о точности разбуривания рудных массивов при системах разработки с отбойкой руды веерами скважинных зарядов // Горный журнал. 1976. № 9.
5. Руднев Л.Н. Состояние и эффективность применения акустического метода измерения глубины взрывных скважин / Л.Н.Руднев, В.К.Чумак // Маркшейдерское дело и геодезия. Новые результаты в области автоматизации, методики и обработки маркшейдерско-геодезических измерений. Сб. научных статей / Ленинградский горный ин-т. Л., 1988.