УДК 550.834

В.В.ГЛАЗУНОВ, *д-р техн. наук, профессор, VVGlazounov@mail.ru*
С.М.ДАНИЛЬЕВ, *аспирант, Daniliev@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

V.V.GLAZOUNOV, *Dr. in eng. sc*., *professor, VVGlazounov@mail.ru*
S.M.DANILIEV, *post-graduate student, Daniliev@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (*Technical University*)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ КРЕПИ И ЗАКРЕПНОГО ПРОСТРАНСТВА РУДНИКА «ОКТЯБРЬСКИЙ»

Рассмотрены результаты применения георадиолокационных исследований в шахтной клети с целью оценки технического состояния крепи и закрепного пространства, впервые использованного для изучения вентиляционного ствола «ВС-1», рудника «Октябрьский».

Ключевые слова: георадар, метод георадиолокации, горная выработка, крепь, клеть.

APPLICATION OF THE GPR METHOD FOR INVESTIGETION OF BARRING CONDITION AND OUTBARRING SPACES «OCTYABR'SKIY» MINE

Results of the first application of GPR surveys of a mine cage for the purpose of an estimation of a technical condition barring and outbarring spaces on an example of a ventilating trunk «VC-1», mine « Octyabr'skiy» are considered.

Key words: georadar, GPR-method, mountain development, barring, cage.

Норильский горно-металлургический комбинат более 35 лет активно ведет добычу цветных металлов на руднике Октябрьский шахтным способом. Ввиду длительной эксплуатации рудника формируются нарушения целостности крепи. Для оценки дефектности околоствольного пространства и целостности крепи были выполнены георадиолокационные исследования вентиляционного ствола ВС-1. Особое внимание при этом уделялось выявлению дефектов, влияющих на эксплуатационную надежность крепи и устойчивость околоствольного массива, к которым относятся [3]: зоны техногенной трещиноватости околоствольного массива (разрыхление массива горных пород), вызывающие нарушение адгезии бетона крепи с массивом горных пород и повышение объемных нагрузок на крепь ствола; места водопритоков в околоствольном массиве, вызывающие набухание и пластифицирование горных пород с повышением объемных нагрузок на крепь.

Георадиолокационная съемка выполнялась с использованием высокочастотного сверхширокополосного георадара «ОКО-2» (производства ООО «Логические системы») с применением рупорных экранированных антенных блоков с центральными частотами зондирующих импульсов 400 МГц и 750 МГц. Применение антенных блоков с разными частотами обеспечило исследование закрепного пространства ствола «ВС-1», в интервале глубин 0-2 и 0-6 м соответственно с требуемой глубинностью и детальностью георадиолокационного зондирования. Георадиолокационная съемка проводилась по трем линиям вертикальных профилей ПР 1, ПР 2 и ПР 3 (рис.1). Месторасположение профилей геора-

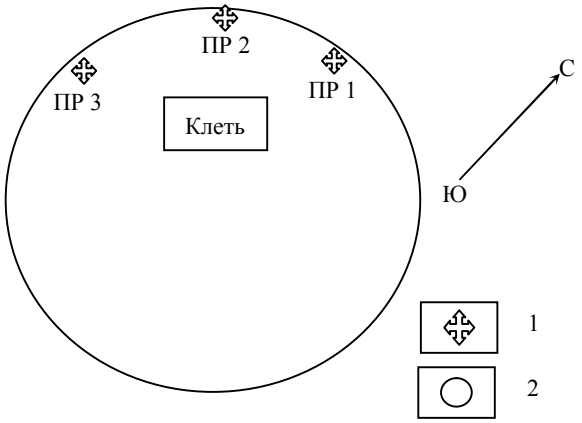


Рис.1. Схема расположения профилей ПР 1, ПР 2 и ПР 3 георадарной съемки в сечении ствола ВС-1

1 – положение оси перемещения антенной системы георадара на сечении ствола; 2 – сечение ствола ВС-1

диолокационной съемки в стенках определено с учетом возможности размещения антенных блоков георадара в сечении ствола. Начальный пикет профилей располагался ниже тюбинговой крепи на отметке 200 м, а конечный – на отметке 800 м. Для исследования состояния околоствольного массива георадиолокационная съемка выполнялась в непрерывном режиме при движении клети вниз со скоростью 0,3-0,5 м/с. Для привязки к глубинным отметкам на регистрируемых георадарограммах устанавливались метки в момент получения сигнала от оператора клети. Метки устанавливались через 10 м. Погрешность привязки георадарограмм к эксплуатационным пикетам не превышает 0,1м.

С целью оценки влияния на волновое электромагнитное поле, неоднородностей расположенных за закрепным пространством ствола было выполнено математическое моделирование. Расчеты электромагнитных волновых полей электрофизической модели выполнены на основе уравнений Максвелла численным способом. В основу способа расчета волновых полей положен метод конечных разностей.

На теоретической радарограмме проявились георадиолокационные эффекты нескольких типов (рис.2). К эффектам первого типа относится граница отражения от подошвы крепи ствола, эффекты второго типа характеризуют границы слоев по вертикали, третий тип эффектов включает в себя неоднородности зоны адгезии. Таким образом, можно сформулировать задачи решаемые методом георадиолокации в рамках исследования закрепного пространства вертикальных стволов:

1) изучение однородности бетонной крепи ствола;

2) расчленение геологического разреза (уточнение границ);

3) выявления дефектов околоствольного пространства.

Выделение дефектов околоствольного массива по георадиолокационным данным возможно на основании георадарограмм нерегулярных возмущений волновых полей (отклик среды на прохождение электромагнитной (ЭМ) волны). Выявляются несколько типов ЭМ аномалий, в зависимости от параметров дефектов закрепного пространства [1,2].

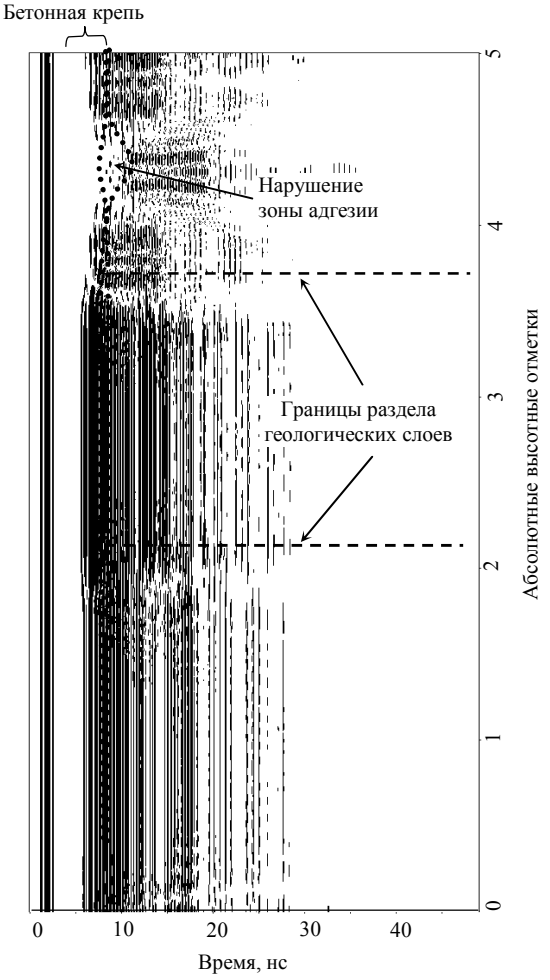


Рис.2. Теоретическая радарограмма электрофизической модели георадарной съемки в сечении вертикального ствола с проявленными георадиолокационными эффектами

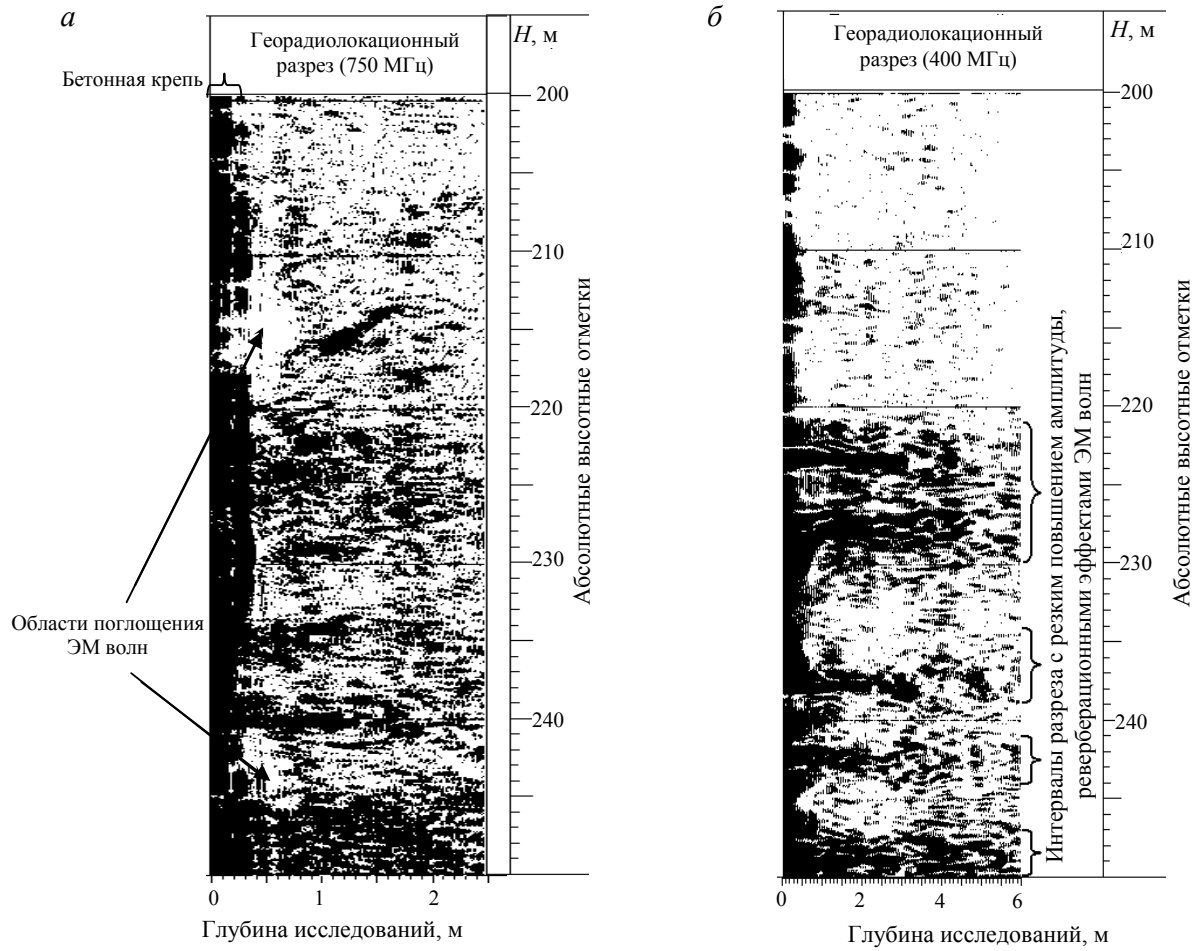


Рис.3. Фрагмент георадиолокационного разреза на частоте зондирования 750 МГц (*а*) и 400 МГц (*б*) с указанием характерных георадиолокационных аномалий (по Глазунову В.В. и Ефимовой Н.Н.)

Георадиолокационные аномалии, проявляющиеся на георадарограммах, зарегистрированных в ВС-1 на частоте 750МГц, в виде локальных областей поглощения электромагнитных волн, выразились на георадиолокационных разрезах «белым пятном». Эти аномалии пространственно приурочены к контактным зонам горных пород с бетонной крепью ствола. Околоствольный массив в данных зонах представлен видоизмененными горными породами (рис.3, *а*).

Аномалии, отчетливо проявившиеся на частоте 400 МГц, охватывают интервалы с глубиной залегания пород до 10 м, в пределах которых наблюдается резкое повышение амплитуды, реверберационные эффекты и понижение частоты электромагнитных волн. Характер волнового электромагнитного поля в пределах аномалий такого типа дает основание считать, что их появление связано с изменением влажности горных пород околоствольного массива, обусловленной фильтрацией подземных вод. Интервалы, в пределах которых наблюдаются эти волновые эффекты, можно расценивать в качестве потенциальных зон водопритока (рис.3, *б*).

Выводы

Проведенные работы и результаты моделирования показывают, что метод георадиолокации можно использовать для изучения состояния крепи и закрепного пространства, надежно выявлять возможные неоднородности в горном массиве, обеспечивать исследования требуемой детальностью и

глубинностью и рекомендовать данный метод для дальнейшего обследования состояния стволов горных выработок.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зинченко В.С.* Петрофизические основы инженерно-геологической интерпретации геофизических данных. М.: АИС, 2005. 392 с.

2. *Изюмов С.В.*. Теория и методы георадиолокации / С.В.Изюмов, С.В.Дручинин, А.С.Вознесенский. М.: Горная книга, 2008. 196 с.

3. *Каспарьян Э.В.* Геомеханика / Э.В.Каспарьян, А.А.Козырев, А.Б.Макаров. М.: Высшая школа, 2006. 503 с.

REFERENCE

1. *Zinchenko V.S.* Petrofisical bases of engineering-geological interpretation of the geophysical data. Moscow: AIS, 2005. 392 p.

2. *Izumov S.V.* Theory and techniques of GPR metod / S.V.Izumov, S.V.Druschinin, A.S.Voznesenskiy. Moscow: Mining book, 2008. 196 p.

3. *Kasparyan A.V.* Geomechanics / A.V.Kasparyan, A.A.Kozurev, A.B.Makarov. Moscow: Higher school., 2006. 503 p.