

С.И. Калинин, Е.Ю. Пудов, Е.Г. Кузин

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ КРОВЛИ ШАХТОВЫХ ВЫРАБОТОК

Рассматривается возможность применения георадиолокационной аппаратуры в целях определения состояния кровли подземных выработок. Приведены примеры обследования кровли шахтовых выработок на наличие трещиноватости, влагонасыщения и других параметров.

Ключевые слова: георадар, кровля, подземные выработки, состояние, трещиноватость, геофизические методы исследования.

Возможность просвечивания горных пород радиоволнами была установлена еще в начале XX в. Уже в середине столетия импульсные радиолокаторы начали использоваться для определения мощности материковых ледников.

В наше время, с использованием современных возможностей аппаратных и программных средств, метод георадиолокации широко используется и активно развивается во всем мире.

В работе георадара заложены классические принципы радиолокации. Антенной прибора излучаются ультракороткие электромагнитные импульсы (единицы и доли наносекунды), которые имеют 1,0–1,5 периода квазигармонического сигнала и достаточно широкий спектр излучений. Центральная частота сигнала определяется типом антенны. Проходя в землю через приповерхностные слои, некоторая часть энергии волны отражается от границы между пластами и направляется в обратном направлении к поверхности, а часть энергии, что осталась, проникает вглубь.

Энергия отраженной волны принимается на поверхности приемной антенной, усиливается и преобразуется в цифровой вид. Потом сигнал обрабатывается и отображается на дисплее в

зависимости от времени по вертикальной шкале. При равномерном передвижении антенны по поверхности получаем непрерывную (временную) «картинку» приповерхностных условий вдоль линии движения (радарограмма). Отражения вызываются наличием границ между веществами в грунте с разными электрическими свойствами. Такими границами являются границы пластов, изменения влажности грунтов, разуплотнения грунтов, пустоты, различные искусственные объекты (трубы, кабели и др.). Глубина проникновения радиоволн зависит от электрической проводимости и диэлектрической проницаемости грунтов на каждом отдельном участке.

Перспектива применения данного метода заключается в удобстве и оперативности оценки состояния кровли, определения наличия в ней зон трещиноватости, разуплотнения. Специфика обследований заключается в значительной сложности интерпретации получаемых результатов, так как шахтовые выработки обладают большим количеством металлических объектов, несущих силовых кабелей, что является причиной появления на радарограммах значительного количества помех. Поэтому, в целях получения объективных данных с использовани-

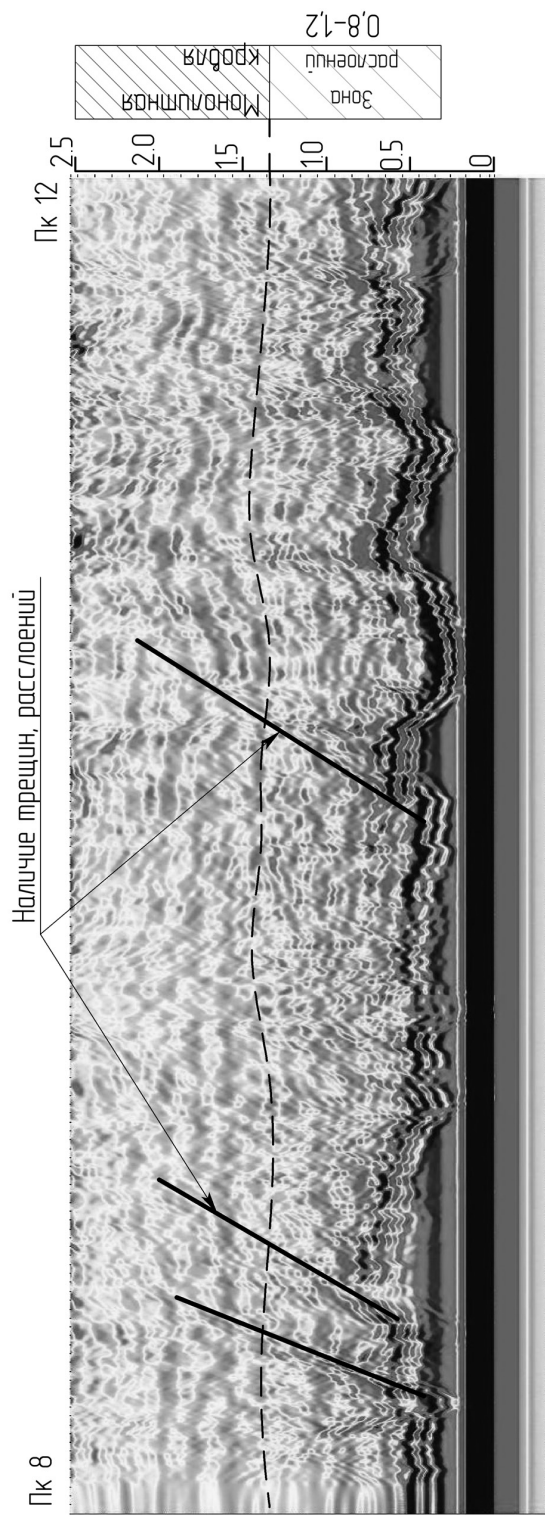


Рис. 1. Георадарограмма кровли, трасса № 1, антенна 400 МГц, зона отслоившейся кровли 0,8-1,2 м, относительно равномерно по толщине, наблюдаются признаки наличия трещин в кровле

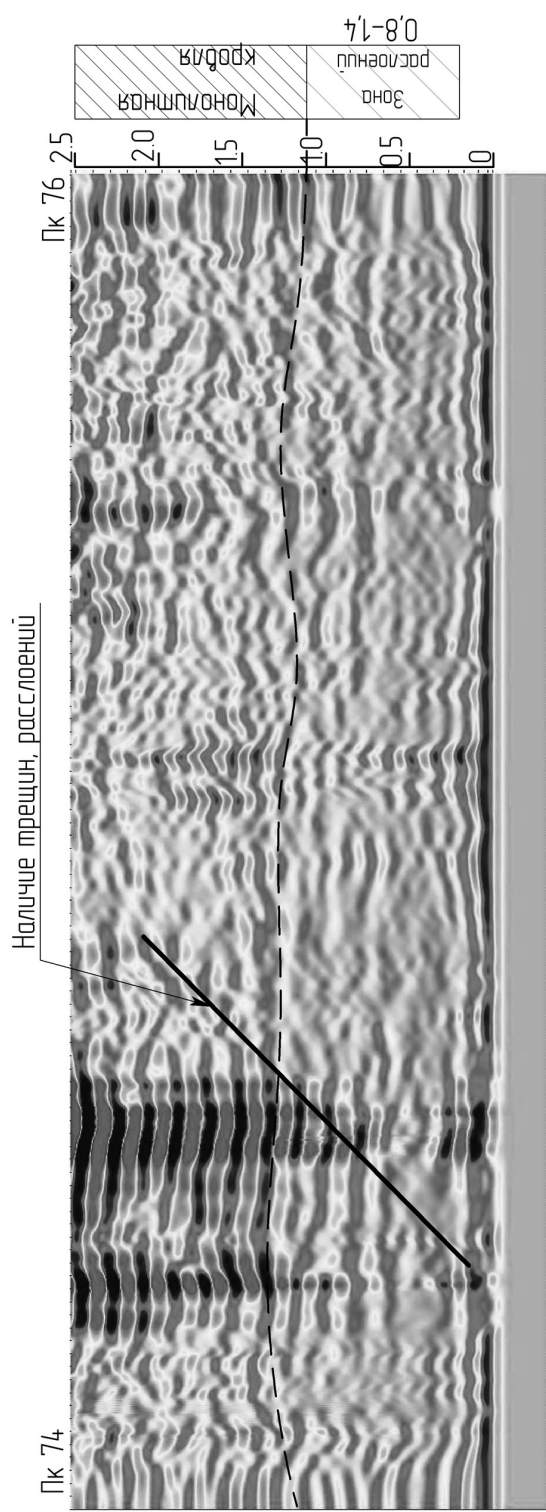


Рис. 2. Георадарограмма кровли, трасса № 2, антенна 400 МГц, зона отслоившейся кровли 0,8–1,4 м, относительно равномерно по толщине, наблюдаются признаки наличия трещин в кровле, виден влагонасыщенный участок

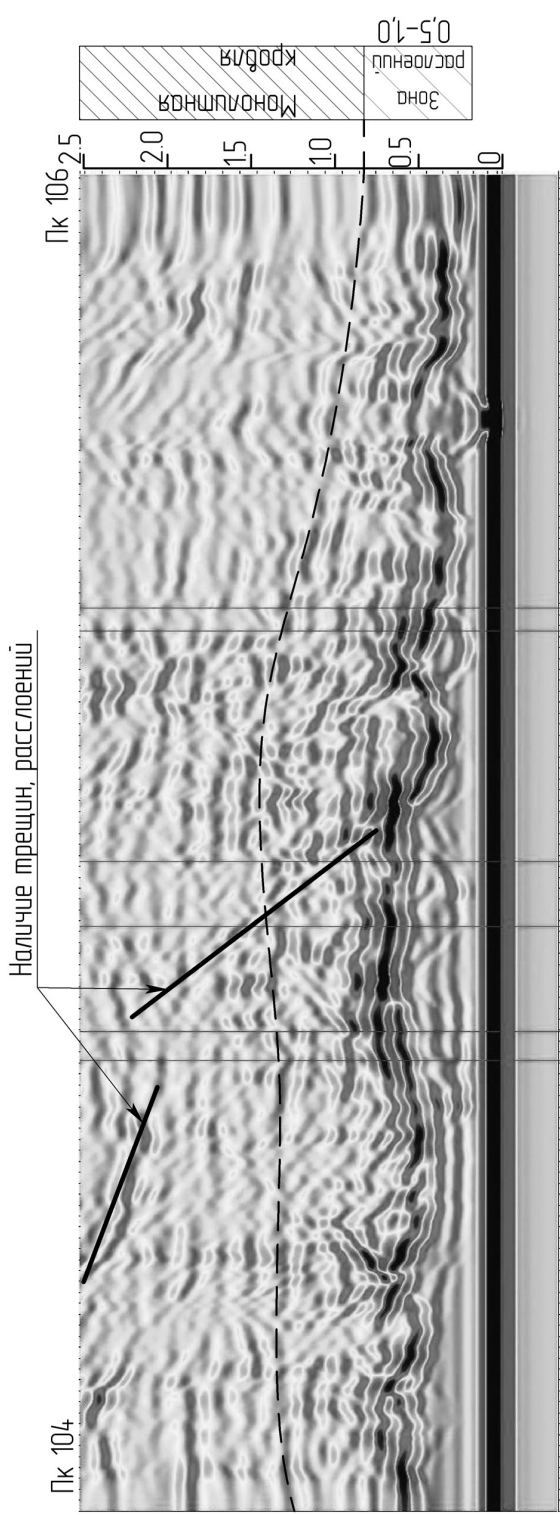


Рис. 3. Георадарограмма кровли, трасса № 3, антенна 400 МГц, зона отслоившейся кровли 0,5–1,0 м, неравномерная по толщине, наблюдаются признаки наличия череды трещин в кровле, способствующие появлению вывалов

ем георадиолокационной аппаратуры в шахтовых условиях необходимо накопление значительного количества экспериментальных данных и сопоставление их с данными других методов исследования состояния кровли.

На ряде угольных шахт Кузбасса были проведены георадиолокационные изыскания, которые доказывают эффективность применения георадара в шахтовых условиях.

Георадарные исследования выполнялись по системе параллельных про-

филей. Длина одиночных профилей составляла от 10 до 40 м. Глубина исследований с антенной 400 МГц – до 5,0 м.

В результате проведения георадарных исследований в подземных выработках были получены георадарограммы, по которым можно оценить наличие трещиноватости, границы раздела двух сред с различной электрической проницаемостью, а так же обрушенные пачки пород в кровле (рис. 1–3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию: уч. пособие. – М.: изд. МГУ, 2005.

2. Финкельштейн М.И., Мендельсон В.Л., Кутев В.А. Радиолокация слоистых земных покровов. – М.: Советское Радио, 1977.

3. Подповерхностная радиолокация / Под ред. М.И. Финкельштейна. – М.: Радио и связь, 1994.

4. Лещанский Ю.И., Лебедева Г.Н., Шумилин В.Д. Электрические параметры песчаного и глинистого грунтов в диапазоне сантиметровых, дециметровых и метровых волн // Известия вузов СССР. Радиофизика. – 1971. – т. 14. – № 4. – С. 562–569. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Калинин Степан Илларионович – доктор технических наук, профессор, руководитель НИИ ПКП «Угольные технологии Кузбасса»,

Пудов Евгений Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, e-mail: pudov_evgen@mail.ru,

Кузин Евгений Геннадьевич – старший преподаватель, e-mail: kuzinevgen@gmail.com, Филиал Кузбасского государственного технического университета в г. Прокопьевске.

UDC 550.8.08

PROSPECTS OF APPLICATION OF GPR TO DETERMINE THE CONDITION OF THE ROOF SHAFT WORKINGS

Kalinin S.I., Doctor of Technical Sciences, Professor,

Head, Kuzbass Coal Technologies Research and Design Division,

Pudov E.Yu., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, e-mail: pudov_evgen@mail.ru,

Kuzin E.G., Senior Lecturer, e-mail: kuzinevgen@gmail.com,

Kuzbass State Technical University, the branch in Prokopyevsk.

The possibility of using GPR equipment to determine the state of the roof of underground workings. Are examples of survey roofing shaft workings at the presence of the fracture, moisture saturation and other parameters.

Key words: GPR, roofing, underground workings, condition, fracture, geophysical research methods.

REFERENCES

1. Vladov M.L., Starovoirov A.V. *Vvedenie v georadiolokatsiyu: uch. posobie* (Introduction to geo-radiolocation: Educational aid), Moscow, izd. MGU, 2005.

2. Finkel'shtein M.I., Mendel'son V.L., Kutev V.A. *Radiolokatsiya sloistykh zemnykh pokrovov* (Radiolocation of layered covers of earth), Moscow, Sovetskoe Radio, 1977.

3. *Podpoverkhnostnaya radiolokatsiya*. Pod red. M.I. Finkel'shteina (Subsurface radiolocation. Finkel'shtein M.I. (Eds.)), Moscow, Radio i svyaz', 1994.

4. Leshchanskii Yu.I., Lebedeva G.N., Shumilin V.D. *Izvestiya vuzov SSSR. Radiofizika*, 1971, vol. 14, no 4, pp. 562–569.