

УДК 622.621.311.21

Кузин Евгений Геннадьевич доцент кафедры технологии и комплексной механизации горных работ,

Бибикова Галина Константиновна, студент 5 курса,
Волынкин Владимир Андреевич, студент 5 курса,
(Филиал КузГТУ в г. Прокопьевске)

Kuzin Evgeniy Gennadievich, associate Professor of the Department of technology and complex mechanization of mining operations,
Bibikova Galina Konstantinovna, 5th year student,
Volynkin Vladimir Andreevich, 5th year student,
(Branch of KuzSTU in Prokopyevsk)

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВЕДЕНИИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN DRILLING AND BLASTING OPERATIONS

Показывается применение георадарного комплекса на карьерах с целью оптимизации буровзрывных работ. В статье рассматривается необходимость изучения массива горных пород для снижения затрат на буровзрывные работы. Приводится опыт использования георадиолокации на разрезах Кузбасса в части обнаружения пустот, напластования пород и обводненности массива.

The use of a GPR complex in quarries is shown for the purpose of optimizing drilling and blasting operations. The article discusses the need to study the rock mass to reduce the cost of drilling and blasting. The experience of using GPR in sections of Kuzbass in terms of the detection of voids, bedding of rocks and watering of the rock mass are given.

Для обеспечения высокопроизводительной и безопасной работы современных горных предприятий, добывающих уголь открытым способом необходимо иметь достоверную информацию о состоянии массива горных пород. Актуальность подтверждается тем, что добыча угля открытым способом занимает до 70% от общей добычи угля в России.

Основные технологические процессы:

1. Подготовка горных работ к выемке;
2. Выемка горных пород;
3. Транспортировка горной массы;
4. Вспомогательные процессы (отвалообразование, водоотведение, дробление и т. д.).

Важной задачей горнопромышленного предприятия является выполнение плана по объему, качеству и ассортименту продукции с наименьшими затратами. При этом основной целью деятельности любого предприятия является получение прибыли.

Затраты на подготовку горных пород к выемке буровзрывным способом составляет около 30% от общих затрат при открытой угледобыче. Таким образом, снижение данных затрат является весьма актуальной задачей.

Для подготовки горных пород к выемке буровзрывным способом на открытых горных работах используется разные виды промышленных взрывчатых веществ (ВВ). Основными применяемыми в Кузбассе являются следующие типы ВВ:

- для заряжания сухих скважин: гранулит УП; гранулит ПС; граммонит 79/21(эталонное ВВ для открытых горных работ); эмулин;
- для обводненных: эмульсолит А-20; сибирит 1200; порэмит; граммонит 30/70 [1].

Из перечисленных взрывчатых веществ, наиболее экономически выгодно использование менее затратного ВВ для взрыва сухих скважин.

Для предварительного определения обводненности массива, можно использовать георадарный комплекс. Данный комплекс способен обнаружить: наличие обводненности, направление трещиноватости, пустот и т.д. Кроме того при обнаружении геологических нарушений, можно скорректировать сетку скважин блока БВР.

Георадар – это современный геофизический прибор, предназначенный для обнаружения различных объектов, в том числе неметаллических в различных средах. Принцип действия георадара основан на свойстве радиоволн, отражаться от границ раздела сред с различной диэлектрической проницаемостью или проводимостью.

Особенностью георадара является присутствие сигнала прямого прохождения – сигнала следующего от антенны передатчика к антенне приемника по кратчайшему расстоянию, т.е. напрямую, практически не проникая в зондируемую среду.

Как и у любого метода у георадиолокации имеются свои недостатки, а именно прибор зависит от погодных условий, например: после дождя, от скопившейся воды на поверхности создаются помехи при сканировании, следовательно, полученные данные теряют свою точность из-за высокой погрешности.

Частотный диапазон георадаров обычно лежит в пределах 50-500 МГц, что является компромиссом между глубиной зондирования в единицы - десятки метров и разрешающей способностью в единицы - десятки сантиметров для реальных геологических структур.

За основу технического решения в реализации подповерхностного зондирования принят метод стробоскопического преобразования спектра сигнала в область низких частот, в которой и происходит его регистрация.

Ударное возбуждение антенны осуществляется транзисторами в лавинном режиме с перепадом напряжения около 50 Вольт.

Основные технические проблемы, связанные с таким схемным решением - это сложность обеспечения большого динамического диапазона, постоянства амплитудно-частотной и линейности фазо-частотной характеристики стробоскопического преобразования в приемном тракте, что приводит к паразитным колебаниям сигнала и маскировке слабых сигналов более сильными [2].

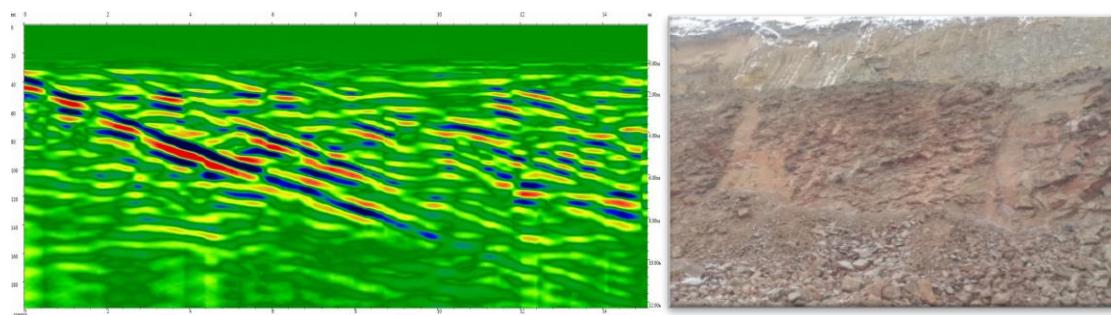
Несмотря на указанные ограничения применения георадиолокации изучение характера состояния массива горных пород в процессе проведения бурения блока, там, где это возможно, позволит накапливать данные о структуре и направлении трещин. Дальнейшее использование информации и анализ разрушенной взрывом горной массы позволять уточнять теоретические модели построения блока БВР и корректировать паспорт ведения работ.

Работы по определению разрушения и развития микротрещин от взрыва направлены на оценку воздействия взрывных работ с точки зрения развития трещин и их влияния на качество дробления горных пород, а также на состояние массива горных пород в целом. Основное внимание при этом уделяется улучшению качества полезных ископаемых с перспективой развития дальнейших технологических операций [3].

Определяющим фактором при разрушении горных пород является наличие и геометрия трещин. Исследованию влияния трещиноватости горных пород на процесс их динамического (взрывного) разрушения посвящено большое число научных работ. При этом как принятые теоретические модели, так и полученные с их использованием выводы далеко не однозначны и зачастую противоречивы [4].

Систематическое накопление георадарных данных позволит уточнять теоретические модели и корректировать паспорта ведения БВР.

Опыт ведения горных работ показывает, что наличие естественной трещиноватости оказывает влияние на структурную прочность массива. При сканировании массива с помощью георадара на разрезах Кузбасса, были обнаружены пустоты, при дальнейшем вскрытии и зачистке бульдозерами была обнаружена подземная выработка. Так же при помощи георадарного комплекса определили направление напластования пород (см. рис. 1)



a) 6)

Рис. 1 – Радарограмма а) и фото б) напластования пород

На основе полученных данных, возможна корректировка паспорта БВР, которая позволит изменять размеры сетки скважин, с целью уменьшения общего количества скважин и объема ВВ. Так же по полученным данным появится возможность бурения скважин под нужным углом (вкрест простирания линий трещиноватости, параллельно и т. д) [5].

Применение менее затратного взрывчатого вещества позволит сэкономить до 30% денежных средств на проведение БВР.

При проведении обследования георадар позволяет получить общую картину - состав и толщину слоев, наличие мерзлых или переувлажненных участков, оползневых процессов и тектонических нарушений, полостей, участков разуплотнения, наличие подземных коммуникаций, границ грунтовых и техногенных вод и т. д. [6].

Выявление обводненности пород на глубине около 2 метров представлено на рис. 2.

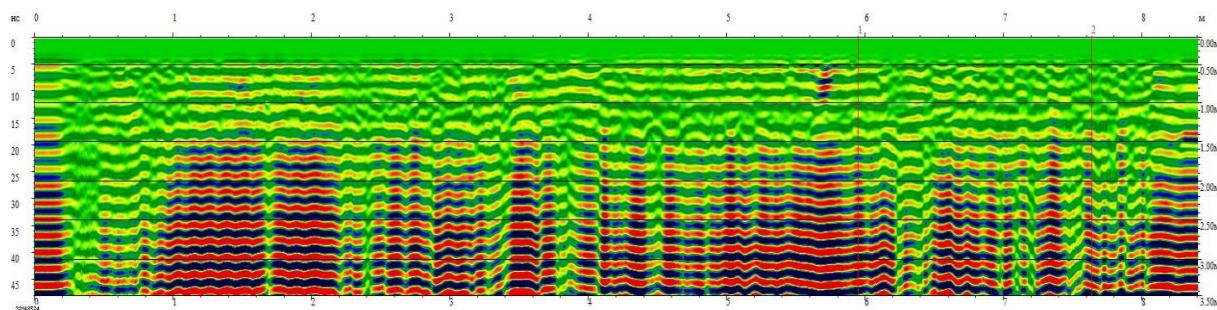


Рис. 2 – Радарограмма обнаружения обводненных пород

Выявление и заблаговременное осушение буровых скважин позволит использовать менее затратное ВВ. Экономическое обоснование осушения и оптимизации сетки скважин представлено в таблице.

Таблица – Технико-экономическое обоснование применения георадиолокации

Наименование показателя	ед. изм.	Без применения Legra-140	С применением Legra-140	Оптимизация сетки скважин
Длина блока	м	200	200	200
Ширина блока	м	60	60	60
Количество скважин	шт	288	288	243
Глубина скважин	м	9	9	9

Объем бурения	п.м.	2592	2592	2187
Сетка скважин	м	6*6	6*6	6*7
Объем ВГМ	м ³	108000	108000	108000
Наименование ВВ		Эмульсолит А-20	Гранулит РД	Гранулит РД
Удельный расход	кг/м ³	0,67	0,59	0,59
Объем ВВ в скважине	кг	270	210	210
Объем ВВ на блок	кг	77760	60480	51030
Стоимость ВР	руб	1 800 144	1 248 307	1 053 259
Себестоимость 1 м ³ ВГМ	руб/м ³	16,67	11,56	9,75
Экономия за 1 год	руб	0	26 488 176	35 850 480

Выводы. Определение обводнения с последующим осушением позволит снизить затраты на взрывчатое вещество. Выявление направления и характера трещиноватости позволит оптимизировать сетку скважин, что приведет к дополнительной экономии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Л. Белкин, А.А.Чеховской и др. Безопасность и экологичность – ключевые направления в производстве и применении промышленных взрывчатых веществ в Кузбассе. Журнал "Горная Промышленность" №6 (124) 2015, стр.32. Источник: <https://mining-media.ru/ru/article/anonsy/9717-bezopasnost-i-ekologichnost-klyuchevye-napravleniya-v-proizvodstve-i-primenenii-promyshlennykh-vzryvchatykh-veshchestv-v-kuzbasse>.
2. A. Kerimov, V.Kopeikin. The inverse problem for GPR of impulse type via optimal control theory. Proceedings of 7th International Conference on GPR. Lawrence, 1998, v.1, pp. 309-312.
3. Трубецкой К.Н. Повышение эффективности взрывных работ при освоении месторождений полезных ископаемых / К.Н. Трубецкой, С.Д. Викторов, В.М. Закалинский // Взрывное дело. – 2013. – №110/67. – С. 3–15.
4. Латышев О. Г., Корнилков М. В. Направленное изменение фрактальных характеристик, свойств и состояния пород поверхностно-активными веществами в процессах горного производства: научная монография / О. Г. Латышев, М. В. Корнилков; Урал. гос. горный ун-т. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016. – 407 с.
5. Артемьев В.Б., Коваленко В.А., Каинов А.И., Опанасенко П.И., Исаиченков А.Б. Современные информационные технологии в подготовке и проведении БВР на угольных разрезах СУЭК, Уголь, 2012, №11, с.6-14.

6. Абрамович А., Пудов Е., Кузин Е. Предпосылки создания Автоматизированной системы мониторинга и учета смещения крыши подземных рудников для повышения безопасности горных работ. E3S Web Conf. Том 21, 2017 01011.