

DOI: 10.25558/VOSTNII.2018.7.83.011

УДК 622.235

© С.В. Бурцев, А.И. Реутов, 2018

#### **С.В. БУРЦЕВ**

канд. экон. наук,  
зам. генерального директора –  
технический директор  
АО ХК «СДС-Уголь», г. Кемерово  
e-mail: s.burtsev@sds-ugol.ru



#### **А.И. РЕУТОВ**

зам. начальника департамента ОГР  
АО ХК «СДС-Уголь», г. Кемерово  
e-mail: a.reutov@sds-ugol.ru



## **СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БВР**

*Буровзрывные работы при добыче угля открытым способом оказывают негативное влияние на окружающую среду в первую очередь из-за действия ударно-воздушной волны и выброса загрязняющих веществ в атмосферу.*

*С целью снижения воздействия массовых взрывов сегодня возможно применение современных технологий, описанных в данной статье, а именно: GPS-позиционирование, электронные системы взрывания, метод предварительного осушения скважин, устройства формирования скважинных зарядов.*

**Ключевые слова:** БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ, ОТКРЫТЫЙ СПОСОБ ДОБЫЧИ УГЛЯ, УДАРНО-ВОЗДУШНАЯ ВОЛНА, НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, GPS-ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ, ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА ВЗРЫВАНИЯ.

### **Введение**

Проведение взрывных работ при открытом способе добычи угля является неотъемлемой частью производственного процесса. С увеличением объемов вскрыши увеличивается и объем взрываваемой горной массы. К сожалению, неизбежными последствиями при взрывных работах являются шум, ударно-воздушная волна и выброс загрязняющих веществ в атмосферу. Часто проведение взрывных работ предприятий является поводом для недовольства жителей близлежащих населенных пунктов.

С целью обеспечения требуемых параметров окружающей среды при проведении взрывных работ руководством компании принято решение о проведении дополнительного мониторинга параметров окружающей среды. АО ХК «СДС-Уголь», являясь социально-ориентированной и открытой компанией, результаты мониторинга взрывных работ совместно с видеосъемкой на жилой зоне после проведения взрывных работ выкладывает на собственный интернет-сайт, где отражена информация о компании, ее структура, продукция, кадровая и социальная политика, большой раздел посвящен экологическим

вопросам. Это, в свою очередь, способствует совершенствованию технологии проведения взрывных работ и, следовательно, снижению негативного воздействия на окружающую среду [1].

К числу основных перспективных и результативных технологий, влияющих на снижение негативного воздействия массового взрыва на окружающую среду, можно отнести следующие:

- GPS-позиционирование буровых работ;
- применение комплекса оборудования и специального программного обеспечения для проектирования буровзрывных работ;
- применение новейших электронных систем взрывания;
- применение метода предварительного осушения скважин;
- применение специальных устройств, предназначенных для формирования скважинных зарядов.

Также проводится анализ последствий массового взрыва на предприятиях, подтверждаются выбранные оптимальные параметры взрыва.

## Характеристика передовых технологий БВР

Процесс бурения скважин является начальной ступенью к подготовке взорванной горной массы, при эффективном управлении данным процессом повышается уровень безопасности на предприятиях.

Машинист при бурении с использованием GPS-позиционирования (системы высокоточного позиционирования) может определить место проектной скважины с погрешностью до 10 см, что позволит проводить буровые работы в соответствии с разработанным проектом. Глубина, предусмотренная проектом, а также реальная, видна на интеллектуальной панели навигационного оборудования как машинисту бурового станка, так и инженеру по БВР (рис. 1). Это позволяет в течение всего дня по беспроводной сети дистанционно отслеживать текущие параметры буровзрывных работ.



Рис. 1. Интеллектуальная панель навигационного оборудования

Положительные стороны применения указанной системы:

1. Соответствие буровых работ заданному проекту.
2. Увеличение производительности бурового станка.
3. Возможность бурения на проектный горизонт с учетом фактического рельефа местности.
4. Круглосуточное отслеживание хода проведения работ.

В целях наименьшей обусловленности БВР так называемым человеческим фактором

и повышения качественного уровня как на этапе проектирования, так и при проведении собственно буровых работ одно из ведущих в России предприятий в области БВР ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС» с 2016 года продумывало варианты приобретения комплекса оборудования и специального программного обеспечения. Рассматривались российские, испанские, французские, белорусские разработки. В результате поиска отвечающего необходимым требованиям программного обеспечения была выбрана французская программа I-Blast (производитель Thierry Bernard

Technologie). Использование данного софта обеспечивает следующее:

- проектирование взрывных работ в формате 3D, включающее расчет необходимых параметров БВР (массы скважинного заряда, конструкции заряда, выбор схем монтажа взрывной сети и т. д.) (рис. 2);

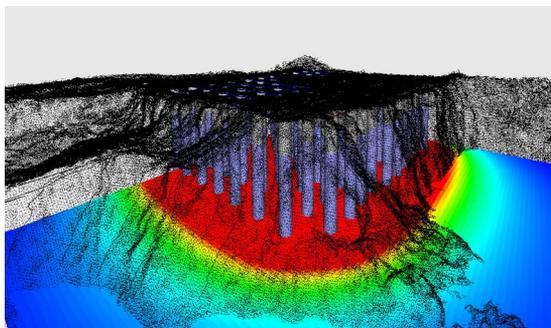


Рис. 2. 3D-моделирование уступа

- 3D-моделирование карьерного поля с возможностью анализа каждого взрыва;
- прогнозирование траектории разлета и развала горной массы;
- прогнозирование гранулометрического состава взорванной горной массы при проектировании; сравнение с фактическим результатом и производство дальнейшей корректировки параметров БВР;
- прогнозирование скорости смещения грунта в основании охраняемых объектов;
- производство расчетов безопасных расстояний.

Применение программного обеспечения БВР позволяет преобразовывать данные проведенных ранее взрывов и определять наиболее оптимальные интервалы замедлений между взрывающимися скважинами, что снижает сейсмическое воздействие от промышленных взрывов, производящихся после.

Полученные результаты используются при дальнейшем проектировании взрываемых блоков для прогноза сейсмического воздействия на охраняемые объекты и территории, поскольку результаты замеров сейсмического воздействия взрывов в конкретных горно-геологических условиях с учетом нахождения охраняемых объектов в непосредственной близости от ведения работ образуют базу данных.

Комплекс оборудования предполагает также использование программного обеспечения Pix4D вместе с беспилотными летательными аппаратами, что позволяет маркшейдеру максимально детально фиксировать обуренные блоки и качественно проводить последующие взрывы.

При применении данного комплекса по результатам каждого взрыва производится подробный анализ. Фактические результаты замеров подтверждают правильность прогнозного расчета.

Уже несколько лет АО ХК «СДС-Уголь» ведет работы, направленные на изучение особенностей применения короткозамедленного взрывания с помощью электронных систем инициирования. Так, с 2017 года взорвано более 200 блоков с системами электронного взрывания Davey Tronic [2, 3]. В настоящее время применяется обновленная версия оборудования, предназначенного для программного обеспечения и взрывания электронных детонаторов, — Davey Tronic OP следующего поколения. Программный модуль и взрывной прибор показаны на рис. 3, 4.



Рис. 3. Программный модуль



Рис. 4. Взрывной прибор

В текущем году планируется начать использование еще более современной системы с возможностью радиовзрыва — Davey Tronic OPW.

В условиях угольного предприятия Кемеровской области АО «Черниговец» осуществлялся анализ сейсмического воздействия на подземные выработки и УВ на рядом расположенные объекты при проведении взрывов на участке шахты «Южная», где ведутся работы открытым способом, экспертной организацией выступала Новационная фирма «Кузбасс-НИИОГР».

Для сравнительного анализа эффективности применения системы электронного взрыва были проведены два экспериментальных взрыва (16.06.2017 и 30.06.2017) на смежных блоках, с однотипными параметрами БВР (глубина скважин, количество рядов скважин, интервал замедления, масса заряда в серии и на блоке и т. д.). Данные взрывов показали, что скорость смещения грунта в одних и тех же точках при использовании неэлектрических систем инициирования выше в 2-3 раза (взрывные работы, проведенные 16.06.2017) (рис. 5).

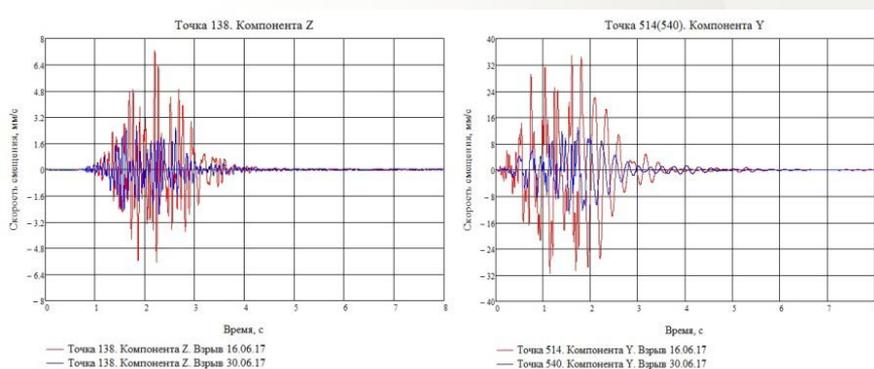


Рис. 5. Замеры скоростей смещения грунта в двух точках

В таблице указаны показания сейсмографов на ближайших точках (№ 514, № 540 — 218 и 244 м, № 138 — 542 и 552 м, № 515 — 578 и 607 м от взрываемых блоков 16.06.2017, 30.06.2017).

Обработка полученных данных показала следующее: при применении электронных систем взрыва в сравнении с неэлектрической системой инициирования во всех точках

с сейсмографами наблюдается уровень сейсмического воздействия ниже в 2-3 раза, что можно объяснить погрешностью используемых неэлектронных систем инициирования и наложением взрываемых скважинных зарядов. Помимо этого использование электронных систем взрыва дает возможность рассредотачивать скважинный заряд на 2-3 части и взрывать отдельные части в разное время.

Таблица

Система инициирования	Скорость смещения грунта, мм/с		
	X	Y	Z
т. 138			
Неэлектрическая система инициирования	7,0	5,3	7,2
Электронная система взрыва	2,3	3,0	2,7
т. 514 (540)			
Неэлектрическая система инициирования	30,0	35,0	30,0
Электронная система взрыва	11,0	13,0	8,0
т. 515			
Неэлектрическая система инициирования	2,7	3,8	2,3
Электронная система взрыва	1,0	1,0	1,15

За счет точности взрывания электронных детонаторов ( $\pm 0,02\%$ ) каждая часть заряда взрывается без наложения с другими частями, что позволяет увеличить массу взрывчатого вещества в скважине, не увеличивая сейсмическое воздействие от взрыва. Указанные выводы подтверждаются экспертизами промышленной безопасности в части оценки сейсмического воздействия, основанной на результатах фактических замеров Новационной фирмы «КУЗБАСС-НИИОГР».

Что касается применения метода предварительного осушения скважин, то Сибирский филиал ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС» с помощью специальной мобильной осушающей установки и гидроизоляционных рукавов замещает водоустойчивое эмульсионное ВВ на менее плотное неводоустойчивое аммиачно-селитренное ВВ типа «Гранулит». На рис. 6 представлена мобильная осушающая установка.



Рис. 6. Мобильная осушающая установка

Теперь обратимся к устройствам для формирования скважинных зарядов. В Сибирском филиале ООО «АЗОТ МАЙНИНГ СЕРВИС» главный технолог разработал и запатентовал устройство для формирования скважинного заряда «Рукав зарядный универсальный» (РЗУ), которое позволяет формировать такие скважинные заряды взрывчатых веществ, диаметр заряда которых будет меньше диаметра забуренной скважины. На рис. 7, 8 представлены РЗУ и его составные элементы.

Использование РЗУ способствует созданию кольцевого воздушно-водного промежутка между зарядом ВВ в рукаве и стенка-



Рис. 7. РЗУ в скважине

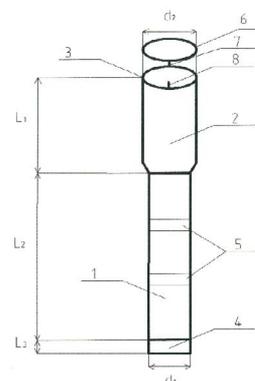


Рис. 8. Основные элементы конструкции РЗУ:

- 1 — зарядная часть рукава;
- 2 — забоечная часть рукава

ми скважины, что не позволяет расходовать энергию взрыва на переизмельчение горной массы в ближней от заряда части (до 8 диаметров скважины) и повышает КПД взрыва. Также, учитывая, что диаметр забоечной части больше диаметра зарядной части, возрастает сопротивление забоечного материала к распространению энергии взрыва, что ведет к росту КПД взрыва.

В настоящее время по результатам экспериментальных взрывов и испытаний указанного устройства получена экспертиза промышленной безопасности, подтверждающая следующие его возможности:

- снижение негативного сейсмического воздействия от массового взрыва с учетом уменьшения массы скважинного заряда;
- снижение массы взрывчатых веществ на взрываемом блоке без уменьшения объема взорванной горной массы;

- снижение разлета отдельных кусков породы и действия УВ;
- уменьшение удельного расхода взрывчатых веществ до 28 %.

### Выводы

Учитывая опыт производства буровзрывных работ в Кузбассе, а также применение новейших технологий в области буровзрывного дела (GPS-позиционирования буровых работ, комплекса оборудования и специаль-

ного программного обеспечения для проектирования буровзрывных работ, систем электронного взрывания, предварительного осушения скважин, специальных устройств, предназначенных для формирования скважинных зарядов), основываясь на результатах промышленных и экспериментальных взрывов, в настоящее время можно говорить о том, что имеется техническая возможность безопасного производства взрывных работ в непосредственной близости к объектам инфраструктуры.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефимов В.И. Приоритетные инновационные направления ОАО ХК «СДС-Уголь» / Сборник тезисов докладов III Международной научно-практической конференции «Техгормет — 21 век». СПб.: НМСУ «Горный», 2012. С. 48–49.
2. Бурцев С.В., Беляев А.Г., Реутов А.И., Леонов А.Н. Снижение воздействия на окружающую среду при применении передовых технологий БВР на горнодобывающих предприятиях // Уголь. 2018. № 3. С. 29-34.
3. Автоматизированная система управления буровыми работами VG Drill. URL: <http://vistgroup.ru/solutions/open-pit-mining/automated-control-system-vg-drill/> (дата обращения: 16.08.2018).

DOI: 10.25558/VOSTNII.2018.7.83.011

UDC 622.235

© S.V. Burtsev, A.I. Reutov, 2018

#### S.V. BURTSEV

Candidate of Engineering Sciences  
Deputy General Director — Technical Director  
JSC HC SBU-Coal, Kemerovo  
e-mail: s.burtsev@sds-ugol.ru

#### A.I. REUTOV

deputy. head of Department of OGR  
JSC HC SBU-Coal, Kemerovo  
e-mail: a.reutov@sds-ugol.ru

### ENVIRONMENTAL IMPACT MITIGATION DURING THE IMPLEMENTATION OF ADVANCED DRILL AND BLAST TECHNOLOGY IN MINING FACILITIES

*Drilling and blasting operations during open-pit coal mining have a negative impact on the environment, primarily due to the impact of the air shock wave and pollutants emission into the atmosphere. In order to reduce the impact of mass explosions, it is now possible to use modern technologies described in the article, namely: GPS positioning, electronic blasting systems, the method of preliminary drainage of wells, and the formation of downhole charges.*

Keywords: DRILLING AND BLASTING OPERATIONS, OPEN-PIT COAL MINING, AIR SHOCK WAVE, NEGATIVE IMPACT, ENVIRONMENT, GPS POSITIONING, ELECTRONIC BLASTING SYSTEMS.

#### **REFERENCES**

1. Efimov V.I. Priority Innovative directions of JSC «SBU-Coal» Holding Company. Book of abstracts of the 3-d International Theoretical and Practical Conference «Tekhgormet-21st Century». Saint-Petersburg: NMSU «Gorniy», 2012. pp. 48–49. (In Russ.).
2. Burtsev S.V., Belyaev A.G., Reutov A.I., Leonov A.N. Environmental impact mitigation when implementing advanced D&B (Drill and Blast) technology in mining facilities. *Ugol' = Coal*. № 3. pp. 29–34. (In Russ.).
3. Automated Drilling Management System VG Drill [Web-resource]. Available at: [http://www.vistgroup.ru/products/vg\\_drill/](http://www.vistgroup.ru/products/vg_drill/) (accessed: 16.08.2018).

**Оформление подписки на журнал «Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности» осуществляется по Каталогу Агентства «Роспечать» «Газеты. Журналы»**

**Подписной индекс 80814**