

DOI: 10.25558/VOSTNII.2018.7.82.009

УДК 622.235

© Д.Н. Батраков, А.И. Басарнов, 2018

Д.Н. БАТРАКОВ

старший научный сотрудник
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: vostnii-bvr@yandex.ru



А.И. БАСАРНОВ

научный сотрудник
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: vostnii-bvr@yandex.ru



КОМПЛЕКСНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО БЕЗОПАСНОМУ ВЕДЕНИЮ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

Массовые взрывные работы при добыче угля открытым способом сопровождаются влиянием ряда негативных факторов, таких как ударно-воздушная волна, сейсмическое воздействие, разлет кусков породы и др. Предлагается осуществлять рассредоточение скважинных зарядов при проведении взрывных работ по рыхлению горного массива с высотой уступа 15 и более метров, предварительное оконтуривание взрывааемых блоков, дробление негабаритных кусков породы с использованием газогенераторов давления шпуровых (ГДШ), механизированную забойку скважин, применение электронных средств инициирования «Искра-Т» с целью снижения отрицательного воздействия указанных факторов на окружающую среду.

Ключевые слова: ДОБЫЧА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ, БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ, УДАРНО-ВОЗДУШНАЯ ВОЛНА, СЕЙСМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, СКВАЖИННЫЙ ЗАРЯД.

Введение

В настоящее время глубина большинства карьеров превысила 300 м. В проектах значительного числа строящихся и реконструируемых карьеров предусмотрено развитие работ на глубину 500 м и более. В связи с расширением границы карьеров фронты ведения горных работ приближаются к границам промышленной и жилой застройки.

Ведение взрывных работ в таких условиях требует от инженерно-технических работников более вдумчивого и взвешенного подхода к проектированию массовых взрывов, а также к организации их проведения.

Основными негативными проявлениями массового взрыва являются:

- ударно-воздушная волна (УВВ);
- сейсмическое воздействие;
- разлет отдельных кусков породы.

Воздействие ударно-воздушной волны

При ведении взрывных работ вблизи жилой застройки УВВ, наряду с сейсмическим воздействием, является наиболее ощутимым для жителей населенных пунктов негативным фактором.

Применение полного столба забойки не менее 6 м позволяет снизить воздействие УВВ, а также увеличить время воздействия продуктов взрыва на горный массив, что, в свою очередь, приводит к увеличению времени воздействия продуктов взрыва на горный массив, повышает стабильность качества дробления взрывающей горной массы.

Утверждения о том, что столб воды выполняет функции полноценной забойки, являются несостоятельными. Столб воды текуч, не сжимаем, не обладает свойствами сцепления со стенками скважины и, что самое важное, — вдвое меньше по плотности, а, соответственно, и по массе при той же высоте столба.

Отказ большинства производителей от проведения забойки взрывающих скважин мотивируется в основном отсутствием возможности ее механизации. Забойка же скважинных зарядов вручную (буровой мелочью) зачастую приводит к повышению вероятности отказов за счет перебивания волноводов скважинных детонаторов крупными кусками горной массы и лопатами, применяемыми при ручной забойке.

Затраты на формирование столба забойки для механизированного способа ее проведения определяются эксплуатационными затратами забоечной машины, стоимостью доставки забоечного материала и стоимостью самого забоечного материала. Эти затраты не являются значительными и определяются в большей степени интенсивностью эксплуатации забоечной машины.

Проведение механизированной забойки скважин позволяет также сократить разлет отдельных кусков породы.

Оценка сейсмического воздействия массового взрыва на окружающий горный массив и мероприятия по его уменьшению

Оценки скоростей смещения горного массива на заданном расстоянии выполняются по методике, предложенной академиком М.А. Садовским:

$$V = \frac{K \Delta}{\alpha \beta} \left(\frac{\sqrt[3]{Q_3}}{r} \right)^v,$$

где V — максимальная векторная скорость смещения грунта;

K — коэффициент, характеризующий удельный сейсмический эффект;

Δ — коэффициент, зависящий от плотности заряжания;

α — коэффициент, учитывающий снижение интенсивности сейсмических колебаний по мере углубления;

β — коэффициент, учитывающий степень экранизации сейсмических волн;

r — расстояние, м;

Q_3 — эквивалентная масса мгновенно взрывающегося заряда, кг;

v — показатель затухания скорости сейсмических волн с расстоянием.

Сейсмическое воздействие промышленного массового взрыва на борта карьера прямо пропорционально зависит от массы скважинного заряда.

Как видно из вышеприведенной формулы, максимальная векторная скорость смещения грунта может быть изменена за счет эквивалентной массы заряда и степени экранизации взрывающего горного массива от прилегающего. Эквивалентная масса заряда зависит:

- от конструкции скважинного заряда;
- плотности применяемого ВВ;
- типа средств инициирования.

Рассмотрим пример снижения сейсмического воздействия при уменьшении удельного расхода и, соответственно, эквивалентной массы заряда.

Расчетные максимальные модули скорости смещения окружающего массива на рас-

стоянии 1 000 м от места проведения взрыва (при удельном расходе ВВ 0,92 кг/м³) составили 0,5 см/с без учета снижения сейсмического воздействия за счет образованной щели скважинами контурного взрывания.

Расчетные максимальные модули скорости смещения окружающего массива на расстоянии 1000 м (при удельном расходе ВВ 0,74 кг/м³, то есть при уменьшении на 20 %) снизились на 7 % и составили 0,467 см/с.

Схемы взрывания с применением электронно-волноводной системы инициирования при использовании в качестве скважинных детонаторов Искра-Т-450 позволяют с высокой точностью (± 500 мкс) инициировать скважинные заряды. Многолетний совместный с АО «Взрывпром Юга Кузбасса» опыт показал, что только за счет применения элек-

тронных детонаторов Искра-Т-450 возможно достичь снижения сейсмического воздействия в 1,4-1,6 раза.

Рекомендации по конструкциям и средствам инициирования скважинных зарядов при ведении взрывных работ

Рассредоточение скважинных зарядов при проведении взрывных работ по рыхлению горного массива, кроме снижения основных негативных проявлений, является экономически обоснованным.

При ведении взрывных работ, с высотой уступа 15 и более метров, в качестве основной рекомендуется конструкция скважинного заряда, приведенная на рис. 1.

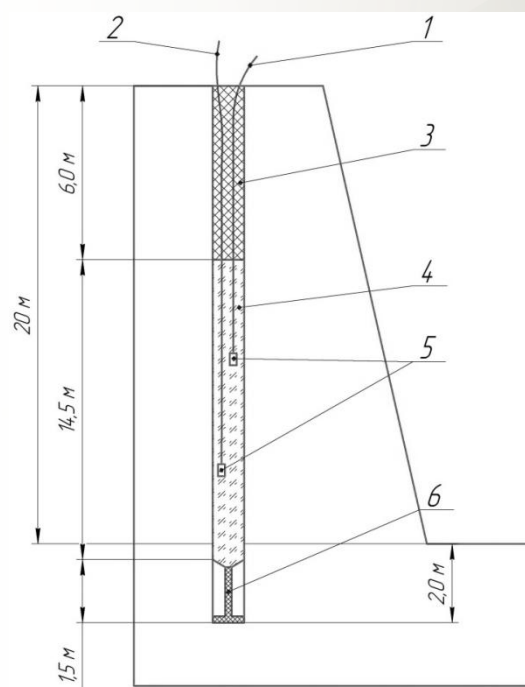


Рис. 1. Конструкция скважинного заряда: 1 — Искра-Т-450; 2 — Искра-С-500; 3 — забойка; 4 — заряд ЭВВ; 5 — промежуточные детонаторы; 6 — КЗП-200-1,5

Применение в данной конструкции заглушки перебура позиции 6 (рис. 1) позволит уменьшить массу заряда скважины (соответственно, снизить сейсмическое воздействие массового взрыва на окружающий массив) без ухудшения качества проработки подошвы уступа, а также уменьшить степень нарушения массива в области перебура. Уменьше-

ние степени нарушения массива в области перебура упростит последующее бурение массива и снизит интенсивность осыпания устьев скважин при бурении нижележащего горизонта. Кроме технических аспектов применения заглушки перебура, немаловажным является экономический эффект.

При ведении взрывных работ с высотой конструкции рекомендуется конструкция уступа 15 и более метров в качестве основной скважинного заряда, приведенная на рис. 2.

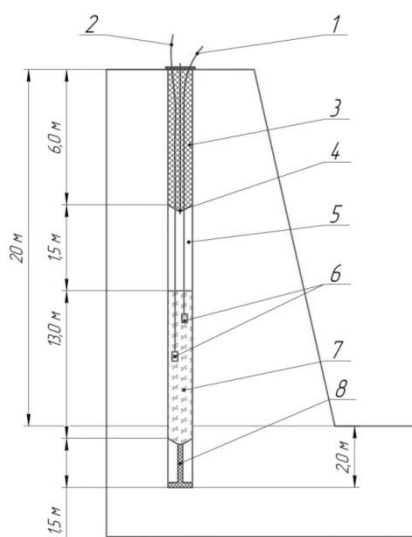


Рис. 2. Конструкция скважинного заряда:

1 — Искра-Т-450; 2 — Искра-С-500; 3 — забойка; 4 — ЗСП-200-6; 5 — водно-воздушный промежуток; 6 — промежуточные детонаторы; 7 — заряд эмульсионного взрывчатого вещества; 8 — КЗП-200-1,5

Преимущества от применения позиций 1, 3 и 8 (рис. 2) подробно приведены в описании конструкции скважинного заряда на рис. 1.

Заглушка скважинная подвесная позволит обеспечить воздушный промежуток между зарядом и столбом забойки, что, в свою очередь, позволит продуктам взрыва воздействовать на горный массив более продолжи-

тельное время при снижении интенсивности УВВ.

При зарядании приконтурных скважин с высотой уступа 15 и более метров в качестве основной конструкции рекомендуется конструкция скважинного заряда, приведенная на рис. 3.

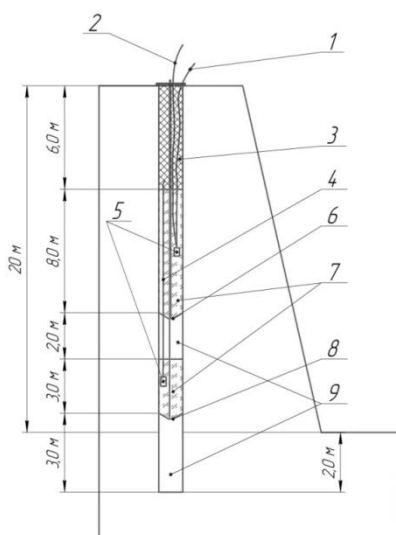


Рис. 3. Конструкция заряда приконтурных скважин: 1 — Искра-Т-450; 2 — Искра-С-500; 3 — забойка; 4 — детонирующий шнур; 5 — промежуточные детонаторы; 6 — УВРЗ-200-14; 7 — заряд эмульсионного взрывчатого вещества; 8 — ЗСП-200-19; 9 — водно-воздушный промежуток

Применение данной конструкции скважинного заряда обусловлено необходимостью сохранения целостности законтурного массива в условиях сближения скважин в нижней части приконтурного и оконтуривающего рядов. При условной разбивке скважинного заряда по верху верхнего водно-воздушного промежутка удельный расход нижней части составит 0,38 кг/м³. Считаем, что при наличии двух условно открытых поверхностей (при указанном удельном расходе ВВ), взрывание данной конструкции позволит получить удовлетворительное качество дробления горной массы, проработки подошвы уступа и обеспечить целостность законтурного массива.

Техническим эффектом данного решения будет ненарушенный законтурный массив и качественная экранирующая щель.

Мероприятия по исключению разлета отдельных кусков породы

Для исключения разлета отдельных кусков породы совместно с ИТР АО «Взрывпром Юга Кузбасса» была разработана и апробирована технология укрытия всей площади взрываемых блоков укрывным материалом на основе нетканого полотна геотекстиля «ГЕОТЕКС» марки 400 тип С СТО 8397-006-69093357-2013, представленная на изображениях № 1, 2.



Изображение № 1



Изображение № 2

Конструкция зарядов оконтуривающих скважин

Качественное взрывание оконтуривающих скважин в породах сопряжено с техническими сложностями заряжания скважин.

Применяемые в настоящий момент технологии размещения заряда в полипропиленовом

новом рукаве гирляндами на детонирующем шнуре не предохраняют законтурный массив от бризантного воздействия взрывчатого вещества, что приводит к вывалам горной массы в зоне его контакта с патроном ЭВВ. На рис. 4 приведена конструкция заряда оконтуривающей скважины, позволяющая избежать этих недостатков.

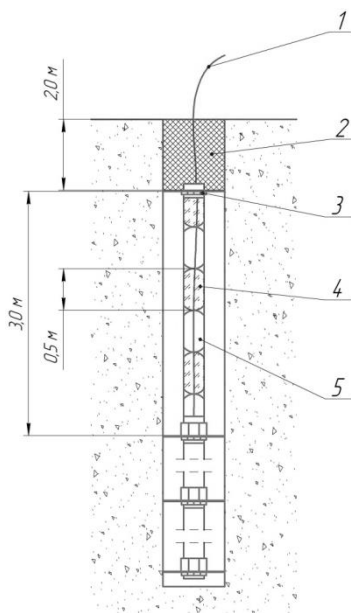


Рис. 4. Конструкция заряда оконтуривающей скважины: 1 — детонирующий шнур; 2 — забойка; 3 — труба зарядная; 4 — патроны ВВ; 5 — балластный патрон

Данная конструкция заряда оконтуривающих скважин позволяет получать качественную щель с исключением бризантного воздействия ВВ на законтурный массив в 1,5 раза. Конструкция разработана по инициативе и при участии инженеров Нюрбинского ГОКа АК «Алроса».

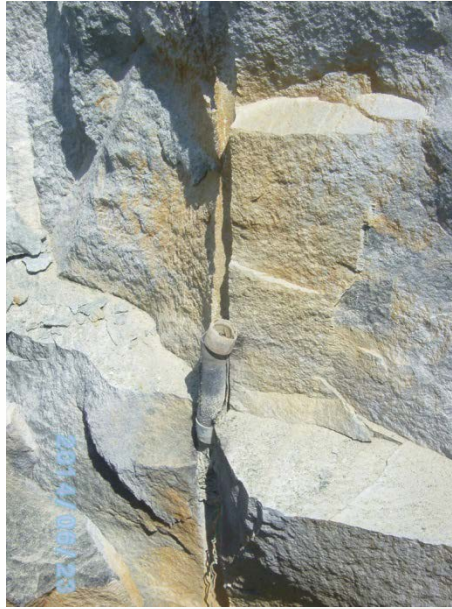
Дробление негабарита

Применение конструкций зарядов, подробно описанных выше в пункте 5, и уменьшение удельного расхода ВВ на взрываемых блоках может привести к некоторому незначительному увеличению выхода негабарита. Однако применение забойки позволит существенно уменьшить разлет отдельных кусков породы, интенсивность УВВ и сократит время мероприятий по выводу людей и оборудования за пределы опасной по разлету отдельных

кусков породы зоны и зоны УВВ при взрывных работах.

При дроблении негабаритов взрывным способом неизбежен высокий разлет отдельных кусков породы. Дробление негабаритных кусков породы взрывным способом обычно привязано к основным взрывным работам, что может сказываться на ритмичности работы погрузочного оборудования.

АО «НЦ ВостНИИ» готово провести совместную работу с заинтересованными предприятиями, ведущими добычу полезных ископаемых открытым способом, по апробации технологии дробления негабаритных кусков породы с использованием газогенераторов давления шпуровых (ГДШ). Применение ГДШ при дроблении негабарита не требует удаления людей и оборудования на расстояния более 70 м. Результат разделки негабарита при помощи ГДШ приведен на изображении № 3.



Изображение № 3

Заключение

Дальнейшее совершенствование комплекса буровзрывных работ предприятий, ведущих добычу полезных ископаемых открытым способом, по снижению негативных воздействий массовых взрывов АО «НЦ ВостНИИ» видит в следующих направлениях:

– выполнение повсеместной механизированной забойки скважин;

– плановое поэтапное освоение технологий рассредоточения скважинных зарядов на скважинах глубиной более 15 м;

– переход на применение электронных средств инициирования «Искра-Т»;

– внедрение систем позиционирования буровых станков;

– освоение технологий разделки негабаритов без применения энергии взрыва.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах»: приказ Ростехнадзора от 16.12.2013 № 605. Сер. 13. Вып. 14. М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2014. 332 с.

2. Методы ведения взрывных работ. Специальные взрывные работы: учеб. пособие / Под ред. В.А. Белина. М.: Издательство Московского государственного университета, 2007. 563 с.

3. Технические правила ведения взрывных работ на дневной поверхности. М.: Недра, 1972. 240 с.

4. СП 14.13330.2014. Свод правил. Строительство в сейсмических районах. СНиП II-7-81*. М.: Минстрой РФ, 2014. 131 с.

5. Богацкий В.Ф., Пергамент В.Х. Сейсмическая безопасность при взрывных работах. М.: Недра, 1978. 128 с.

6. Богацкий В.Ф., Фридман А.Г. Охрана инженерных сооружений и окружающей среды от вредного действия промышленных взрывов. М.: Недра, 1982. 162 с.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2018.7.82.009

UDC 622.235

© D.N. Batrakov, A.I. Basarnov, 2018

D.N. BATRAKOV

Senior Researcher

JSC «NC VostNII», Kemerovo

e-mail: vostnii-bvr@yandex.ru

A.I. BASARNOV

Researcher

JSC «NC VostNII», Kemerovo

e-mail: vostnii-bvr@yandex.ru

COMPREHENSIVE MEASURES FOR SAFETY BLASTING DURING OPEN-PIT MINING

Massive blasting works during open pit mining come with many negative impact, such as air shock waves, seismic impact, flyrocks etc. In order to reduce the negative impact of these factors on the environment it is proposed to implement the following: disperse blasthole charge during blasting for the rock loosening with cutting depth of 15 meters and more, pre-contouring of exploded blocks, popholing, mechanized hole tamping, use of means of initiation Iskra-T.

Keywords: MINERAL PRODUCTION, OPEN-PIT MINING, BLAST HOLE DRILLING, AIR SHOCK WAVE, SEISMIC IMPACT, BOREHOLE CHARGE.

REFERENCES

1. Safety Rules for blast works: Federal Norms and Rules in the Field of Industrial Safety. Order of Federal Service for Environmental, Technological, and Nuclear Supervision № 605 dated December 16, 2013. Vol. 13. Iss. 14. Moscow: ZAO NTTS PB, 2014. 332 p. (In Russ.).
2. Methods of blasting. Special Explosive Work: Study guide / Ed. V.A. Belina. Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta, 2007. 563 p. (In Russ.).
3. Technical rules for daylight surface blasting. Moscow: Nedra, 1972. 240 p. (In Russ.).
4. SP 14.13330.2014. Set of rules. Construction in seismic regions. SNIIP II-7-81*. Moscow: Minstroy RF, 2014. 131 p. (In Russ.).
5. Bogatsky V.F., Pergament V.Kh. Seismic safety during blasting works. Moscow: Nedra, 1978. 128 p. (In Russ.).
6. Bogatsky V.F., Fridman A.G. Protection of engineering construction and the environment from harmful effects of industrial explosions. Moscow: Nedra, 1982. 162 p. (In Russ.).