

УДК 622.271: 622.235

**Е.Б. Шевкун, А.В. Лешинский, И.М. Уренев,  
Г.П. Вагина**

## **ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЕ ПРИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ**

Семинар № 10

**П**одавляющее большинство горных предприятий являются источниками твердых отходов в виде пассивной пыли. Основные перспективы снижения выбросов пыли связаны с развитием технологии пылеподавления на различных стадиях добычных работ. Взрывные работы в карьерах вызывают весьма высокое загрязнение карьерной территории и окружающей среды пылегазовыми выбросами, создают ощутимые отрицательные эффекты в связи с осаждением пыли в жилых районах и на сельскохозяйственных угодьях. Нагрузка на атмосферу от взрывных работ в карьере является существенной на расстоянии около 2 км от эпицентра взрыва, причем максимальная нагрузка в момент прохождения пылегазового облака возрастает в тысячи раз: от 35 000 % на расстоянии 500 м, до 90 % на расстоянии 5 км при объеме массового взрыва в 1000 т ВВ, и 1300 % и 7 % соответственно при объеме массового взрыва в 200 т [1]. Нагрузка на атмосферу в момент проведения массовых взрывов является значительной даже на большом расстоянии от источника, возрастая с увеличением одновременно взрываемого ВВ. На расстоянии 5 км от центра взрыва при увеличении количества ВВ в 5 раз нагрузка возрастает в 12 раз.

Анализ известных способов и путей снижения вредного воздействия

массовых взрывов на окружающую среду показывает, что до настоящего времени эффективные способы и средства борьбы с пылегазовым облаком (ПГО) и оседающей от него пылью пока не найдены.

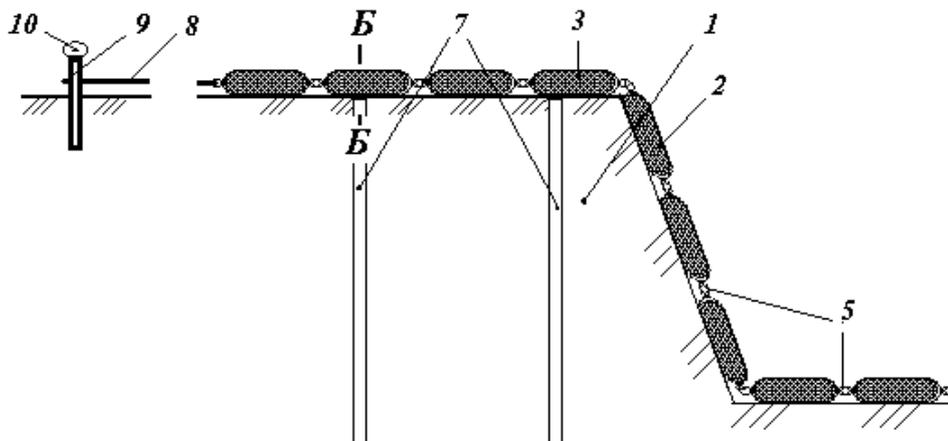
Все известные технические решения можно условно отнести к пассивным способам защиты окружающей среды при взрывах в карьерах и разделить на следующие три группы:

1) способы предупреждения образования ПГО: применение малогазовых типов ВВ и управление действием взрыва, повышение прочности забойки скважин, снижение массы заряда ВВ в скважине, снижение числа взрывных скважин блока, снижение величины перебура в скважине, уменьшение диаметра скважин и т. д.;

2) способы подавления ПГО: выполнение гидравлической и гидрогелевой забойки скважин, гидравлическое орошение и покрытие взрываемого блока пеной, подавление ПГО водовоздушными струями карьерных вентиляторов и пр.;

3) способы утилизации ПГО: гидравлическое обеспыливание, пылеулавливание и дегазация взорванных блоков.

Предложенные ударно-волновые способы активного подавления ПГО, включающие: воздействие на ПГО ударными волнами от встречно взорванных дополнительных зарядов ВВ



**Рис. 1.** Схема размещения автомобильных шин на укрываемом объеме горных пород

в специальных контейнерах с теплопылегазоподавляющими агентами, которые вводятся в эпицентр ПГО встречным взрывом; направленный выстрел в облако для введения подавляющих агентов; активное (взрывное) распылением агентов в зону эжекции ПГО и использование эффекта самоподавления облака не вышли за пределы полигонных, изредка промышленных испытаний [2, 3].

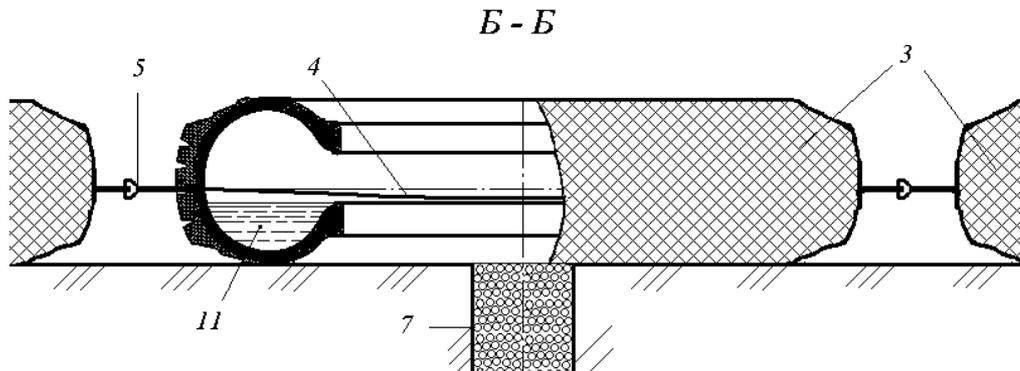
В [4] предложено осаждать пыль над местом взрыва и нейтрализовать ядовитые газы взрыва за счет целенаправленного насыщения пылевого облака взрыва водой и водной суспензией известняка путем размещения внутри скважинного заряда ВВ, в его верхней части, емкостей с водой объемом 10–15 л. Осаждение 90–95 % пыли происходит в течение 5 мин практически над местом взрыва, кроме того, осаждается почти 90 % ядовитых газов.

Патентом РФ [5] предложено размещение в неактивной части скважины изолирующего рукава с забойкой на основе водного раствора анионоактивного ПАВ, отделенного от ВВ

воздушным пространством, величина которого составляет не менее 0,35 длины неактивной части скважины. Испытания такого устройства дали положительные результаты по осадению облака пыли. Однако такая забойка слабо запирает продукты взрыва и снижает к.п.д. взрыва.

Нами предложен способ повышения экологической безопасности взрывных работ за счет снижения запыленности атмосферы применением укрытия мест взрыва соединенными между собой изношенными автомобильными шинами, уложенными на поверхность взрываемого объема в виде однослойного мата, закрепленного с помощью канатов или цепей за анкеры, установленные в неглубоких скважинах на поверхности уступа. Автомобильные шины, уложенные на горизонтальную поверхность взрываемого объема, заполнены жидкостью, например, водой. Жидкостью заполняют и нижнюю часть автомобильных шин на откосе уступа.

Укрытие мест взрыва матами из автомобильных шин представлено на рис. 1.



**Рис. 2. Размещение шины с водой над скважиной**

На подошве уступа собирают однослойный мат из отдельных изношенных автомобильных шин 3, размер которых по диаметру подбирают, исходя из высоты уступа, чтобы перегиб мата по верхней и нижней бровкам уступа проходил по местам соединения отдельных шин. Диапазон размеров шин большегрузных автосамосвалов, например, типа БелАЗ достаточно широк – от 1,6 м у БелАЗ-540 до 3,1 м у БелАЗ-7519.

На рис. 2 представлено сечение по Б-Б на рис. 1.

Для соединения шин в них крест накрест устанавливают цепи или канаты 4, выходы которых сквозь протектор снабжены соединительными элементами 5, например, крюками и серьгами. Связь соединительных элементов через цепи или канаты преследует две цели. Во-первых, при возникновении нагрузок в момент взрыва они передаются на цепи или канаты 4, уравнивая деформацию шин. Во-вторых, вчетверо уменьшается размер куска породы, который может быть выброшен через внутреннее отверстие шины, достигающее 0,6 м у шин БелАЗ-540 и 1,3 м у шин БелАЗ-7519. Эту же цель – уменьшить размер куса горной породы, могущего быть выброшенным

через зазор между шинами – преследует связка соединительных элементов 5 канатами или цепями 6.

Однослойный мат собирают либо сразу на всю ширину укрываемого объема, либо в виде отдельных полос по длине откоса и поверхности уступа, а затем соединяют несколько полос после размещения на укрываемом объеме в единое укрытие, используя для этого вспомогательные механизмы, например автомобильные вышки.

Собранный мат с помощью автомобильного крана размещают на уступе так, чтобы он укрыл все взрывные скважины, оставляя на подошве уступа часть мата размером в 1-2 шины. С помощью канатов или цепей 8 укрытие закрепляют за анкеры 9. Проушины 10 препятствуют соскальзыванию канатов или цепей 8 с анкеров.

После размещения укрытия на уступе в автомобильные шины на поверхности уступа заливают жидкость 11, например, воду летом или незамерзающие растворы, хорошо смачивающие пыль, зимой. Выполняют эту операцию, например, с помощью автоцистерны и длинного шланга, перемещаемого вручную к отдельным автошинам. Жидкость заливают до уровня внутренних бортов шины. При

заливке жидкости в автомобильные шины, размещенные на откосе уступа, жидкость заливают из длинного шланга с использованием вспомогательных приспособлений, например, автомобильной вышки.

После заливки жидкости всю технику и рабочих удаляют за пределы опасной зоны и приступают к монтажу взрывной сети. Для этого через отверстия в шинах из скважин извлекают детонирующие шнуры или волноводы и монтируют взрывную сеть поверх укрытия.

При поочередном взрыве зарядов рыхления в скважинах основная доля энергии взрыва расходуется на дробление горных пород и смещение газопроницаемого мата. Причем первым начинает смещаться его часть, размещенная на откосе уступа, поскольку вспучивание породы начинается именно с откоса. За счет использования в крайних скважинах зарядов выпирающего действия первый, самый сильный удар горной массы по укрытию смягчается – происходит вспучивание горной массы с подвижкой, но без разлета [6]. Это позволяет мату из шин плавно деформироваться на откосе уступа за счет упругости самих шин, связующих элементов 4 – 6 и подтягивания вверх шин с подошвы. Вместе со вспученной горной массой укрытие создает буферный слой, демпфирующий взрыв следующих рядов скважин, аналогично взрыванию в зажиме на неубранную горную массу, и препятствующий разлету кусков сквозь зазоры в мате.

Эластичность укрытия из шин за счет упругости самих шин, а также связок из канатов или цепей, при вспучивании взрывающей породы не позволяет отрываться отдельным куском от общей массы, разрыхленная горная масса плотно обхватывается матом и удерживается им в компакт-

ном состоянии. Часть мата, расположенная на откосе уступа, вспучиваясь, потянет за собой нижние шины, расположенные на подошве уступа, что обеспечит возможность смещения нижней части укрытия для демпфирования нагрузки и, в то же время, не позволит вылетать кускам горной массы из-под укрытия. При этом начнется выплескивание воды из шин на откосе уступа, снижающее пылеобразование на откосе уступа. Одновременно возникнет нагрузка и на горизонтальную часть мата, но ее смещению будут препятствовать анкера через канаты или цепи, мат начнет сползать по горной массе и за счет сил трения оказывать дополнительное сопротивление ее перемещению. При достаточно большой длине канатов или цепей 8 они при резком натяжении также амортизируют рывок на укрытие. Кроме того, каждая отдельная шина будет при нагрузке деформироваться в различных направлениях, также смягчая общую ударную нагрузку взрыва на однослойный мат. В этот же момент обычно начинается прорыв газов из забойки скважин и ее выброс с большим количеством пыли. Воздействие этих выбросов и деформация шин в горизонтальном направлении при сдвигении горной массы приведут к выбросу воды из них и распылению ее внутрь пылевых выбросов с поверхности уступа. Это приведет к попаданию диспергированной воды в пылевое облако, его коагуляции и существенному снижению запыленности после взрыва.

После взрыва укрытие с помощью канатов, снятых с анкеров, стягивают с поверхности горной массы бульдозером. При затруднениях его разъединяют и по частям убирают с горной массы. Для очередного взрыва используют те же канаты или тонкие цепи, укоротив их на нужную величину.



160 мс

а)



320 мс



600 мс

б)



760 мс



1200 мс

в)

**Рис. 3. Видеограмма выброса воды из автошин при взрыве**

Был проведен экспериментальный взрыв под укрытием из трех автошин от БелАЗ-540 диаметром 1,6 м и массой 250-280 кг каждой над скважи-

ной глубиной 1,6 м в гранодиоритах с массой заряда 3 кг. Испытания подтвердили правильность тезиса о выбросе воды из автошин при их под-

бросе и деформации, о чем свидетельствуют кадры видеосъемки, приведенные на рис. 3.

На рис. 3, а виден первый выброс воды после максимального подброса шин (помечен кружком). На рис. 3, б видно начало выброса воды в виде крупных сгустков в левой почти горизонтально расположенной шине и начало выброса в правой, вертикально

опускающейся шине. На рис. 3, в виден выплеск воды при ударе шин о поверхность уступа. Если учесть, что в реальном материале шины связаны большим числом связей и подвержены рывкам от скважин, взрывающихся с различным замедлением, то выбросы воды в реальном материале будут более интенсивными.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Папичев В. И. Нагрузка горного предприятия на основные компоненты природной среды // Физические проблемы разрушения горных пород / Сборник трудов Третьей международной научной конференции 9-14 сентября 2002 г. Абаза (Хаккасия). Новосибирск: "Наука", 2003. С. 235-237.
2. Дубей В. В. Способ защиты окружающей среды при массовых взрывах в карьерах // Экологические проблемы горного производства, переработка и размещение отходов: Докл. 2-й науч.-техн. конф. – М.: МГУ, 1995. – С. 98.
3. Разработка способа и технических средств пылеподавления при массовых взрывах на карьере Михайловского ГОКа / А.И. Дремин, А.И. Перепелицын, В. И. Мочалов и др. // Горный журнал. – 1996. – № 5. – С. 53–55.
4. Новиков И. В. Обоснование и разработка способа пылеподавления с реализацией процесса насыщения водой пылевого облака при взрывных работах на карьерах. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2002. – 16 с.
5. Патент РФ № 2051763. В21С37/00, F42D1/08, F42D1/26. 1996.
6. Демидюк Г.П. Применение энергетического принципа к расчету скважинных зарядов на карьерах. // Взрывное дело № 62/19. М.: Недра. 1967. С. 36-51. 

#### Коротко об авторах

Шевкун Е.Б. – доктор технических наук, профессор,  
Лешинский А.В. – кандидат технических наук, доцент,  
Вагина Г.П. – бакалавр по направлению 550600 «Горное дело»,  
Уренев И.М. – аспирант,  
Тихоокеанский государственный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 10 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. Е.А. Ельчанинов.

