

5. Анциферов А.В. Теория и практика шахтной сейсморазведки. - Донецк: изд. "Алан", 2002, -312с.
6. Бреховских Л.М. Распространение волн в слоистых средах. - М.:Наука, 1973.

УДК 622.235.004.2:502.64

А.Я. Бережецкий

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Набійка свердловинних зарядів ВР виконує три основні задачі: підвищує корисну дію вибуху на подрібнення порід за рахунок більш повного використання газоподібних продуктів детонації, зменшує розліт кусків породи під час вибуху, а також обсяг пило- газових викидів в атмосферу кар'єру. В статті наведені експериментальні данні, які підтверджують ефективність різних типів набійки свердловин.

TECHNOLOGICAL AND ECOLOGICAL SAFETY OF BLASTING

The blasthole stemming carry out three essential tasks: increase the useful effect by improving employment of detonation products, reduce the flyrock during blasting and amount of the dust and toxic fumes in quarry atmosphere. In the article experimental data that confirm the effectiveness of the different blasthole types are adduced.

Безопасность взрывных работ, конечная цель которых – качественная подготовка горной массы при минимальных затратах на их производство, является неотъемлемой частью технологических приёмов, средств и методов взрывания. При этом под безопасностью понимаются не действия персонала, определяемые Едиными правилами безопасности при ведении взрывных работ, что, само собой разумеется, а безопасность, связанная с последствиями конкретного массового взрыва, выражающимися в разлёте кусков породы при взрыве, действием воздушной ударной волны, сейсмическом эффекте, а также во вредном воздействии продуктов взрыва на окружающую среду.

Принимая во внимание, что при этом затрагивается огромный круг вопросов, связанных с производством и оценкой взрывных работ, остановимся лишь на одном из основных, а именно, конструкции скважинных зарядов.

Конструкция скважинного заряда определённого диаметра представлена тремя основными элементами: колонка заряда ВВ, забойка и средства инициирования. Тип ВВ, как правило, определяется условиями взрывания: крепость и обводнёность горных пород. Изменять состав ВВ мы не имеем права, а посему влияние конкретного ВВ на объём выбросов газов при взрыве можно считать неизменным. Средства инициирования, несомненно, оказывают влияние на безопасность, а точнее, на надёжность взрыва. Прежде всего, детонирующий шнур (ДШ). Отказы, которые происходят при массовых взрывах в карьерах, чаще всего связаны с качеством шнуров: утонения сердцевины, пропуски тэна и др. Это приводит к одиночным и групповым отказам скважинных зарядов ВВ, ликвидация которых небезопасна и наносит материальный ущерб из-за простоев предприятия. При детонации нитей ДШ, проложенных через забойку к промежуточным детонаторам скважинных зарядов, в материале забойки образуют-

ся каналы, способствующие прорыву продуктов детонации в атмосферу карьера. Более того, как известно [1], использование детонирующего шнура при инициировании скважинных зарядов ВВ способствует дефлаграции и переуплотнению ВВ.

В частности, детонация в скважинном заряде диаметром 250 мм одной нитки ДШ с навеской тэна в 12 г приводит к выгоранию (потере) до 10 % ВВ. Наличие двух ниток ДШ в этом случае ведёт к потере около 17 % ВВ. Как следствие, вполне вероятно нарушение режима детонации заряда ВВ и ухудшение качества взрыва. Решение этой проблемы осуществляется двумя путями: переходом на ДШ пониженной мощности (с навеской ДШ в 6 и даже 3 г) и использованием неэлектрической системы инициирования типа «Нонель» или «Примадет». В перспективе для этих целей могут быть использованы и подобные отечественные разработки (г. Шостка).

Из сказанного, очевидно, что технологическую и экологическую безопасность конкретных взрывчатых веществ и средств инициирования изменить сложно, а можно её лишь уменьшить за счет высокого уровня производства при изготовлении и использования при ведении взрывных работ. Радикальное же решение проблемы возможно путем замены ВВ и средств инициирования на новые, более совершенные и надёжные.

И, по-видимому, не случайно многие исследователи решение проблемы технологической и экологической надёжности (безопасности) взрывных работ в карьерах видят в совершенствовании конструкции забойки скважинных зарядов ВВ.

Забойка, как и сам забоечный материал, выполняет при ведении взрывных работ сложный комплекс физических и технологических функций.

Наличие забойки увеличивает длительность действия газообразных продуктов детонации на зарядную полость и на первичные (радиальные) трещины, образовавшиеся на границе с зарядной полостью в процессе возникновения и прохождения взрывной волны [2]. Обеспечивая длительную замкнутость зарядной полости, забойка повышает производительность взрыва за счет более полного протекания вторичных реакций в продуктах детонации, особенно в крупнодисперсных ВВ. Это, в свою очередь, способствует уменьшению количества, выделяющихся ядовитых газов.

При отсутствии забойки или плохом её качестве возрастает технологическая опасность взрывных работ, т.к. увеличивается разлёт кусков породы. Это приводит к увеличению размеров опасной зоны, в том числе и по действию воздушной ударной волны.

Влияние забойки на интенсивность дробления пород необходимо рассматривать в связи с разрушениями, вызванными волной напряжений и газообразными продуктами взрыва. Особенно это важно при разрушении блочных, трещиноватых горных пород. Установлено [3], что при разрушении трещиноватых пород основной объём разрушения (до 80 %) приходится на газообразные продукты взрыва. А это предполагает необходимость максимального (во времени) запирания газообразных продуктов взрыва в зарядной полости.

Большое влияние на эффективность работы забойки оказывает её состав (материал). Материал забойки скважин должен обладать большим коэффициентом трения, увеличенной массой и прочностью, т.е. достаточной сопротивляемостью сдвигу. Наибольшее сопротивление выталкивающему действию продуктов детонации оказывают сыпучие материалы, обладающие достаточно высокой плотностью, сжимаемостью и высоким коэффициентом внутреннего трения, а также пластичные, жидкие и быстротвердеющие вещества и смеси [4].

Интересно отметить влияние типа ВВ на выбор величины и материала забойки. Установлено [2], что влияние забойки возрастает с увеличением дробящей способности ВВ. С увеличением скорости приложения нагрузки (характерное для высокобризантных ВВ) растёт сила инерции массы забойки, которая вместе с силами трения о стенки скважины и силой внутреннего трения забоечного материала вызывает возрастающий боковой распор забойки.

Резюмируя сказанное, можно утверждать, что правильно выбранная, с высокой запирающей способностью забойка, позволяет решать триединую задачу: повышать КПД взрыва на дробление пород, уменьшать разлёт кусков породы при взрыве и объём пылегазовых выбросов в атмосферу карьера. Это и предопределяет необходимость поиска эффективных конструкций забойки скважинных зарядов ВВ.

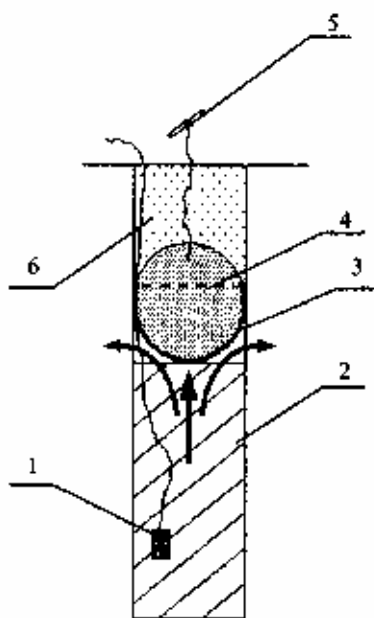
Существует огромное количество конструкций и материалов забойки скважинных зарядов, основная задача которых подчинена достижению максимального запирающего эффекта газообразных продуктов детонации при взрыве [3, 5, 6,]. Более эффективными в этом плане, хотя технологически сложными, являются, так называемые, «активные» забойки, когда в теле забойки размещают минизаряды, которые подрывают отдельными боевиками или нитями ДШ. Для усиления эффекта пылегазоподавления широко практикуют гидрозабойки: внутренние и внешние, а также комбинированные гидрозабойки. При этом концентрация пыли снижается вдвое [7].

В зарубежной практике в последние годы для забойки активно используют специальное устройство в виде пластиковой пробки, открытой с одного торца [8]. Устройство размещается над зарядом ВВ в скважине и сверху засыпается сыпучим забоечным материалом. По данным зарубежной печати устройства способствуют повышению коэффициента полезного действия взрыва на дробление пород до 40 %.

Используя отечественный и зарубежный опыт ведения взрывных работ, нами разработано более совершенное устройство управление энергией взрыва (УУЭВ), основанное на эффекте механического запираания продуктов взрыва и химического нейтрализующего воздействия продуктов разрушения элемента устройства (гашеной извести) на газообразные продукты взрыва (рис.1). Благодаря этому решаются вопросы повышения КПД взрыва на дробление пород и уменьшения разлёта кусков породы, а также значительного уменьшения объёма пылегазовых выбросов в атмосферу карьеров.

Подтверждением сказанному могут служить результаты полигонных и промышленных взрывов. В частности, при проведении полигонных испытаний в

условиях Докучаевского флюсо-доломитного комбината были рассмотрены различные варианты конструкций скважинных зарядов и забойки [6]. При этом исследовалось влияние устройства УУЭВ на работоспособность скважинного заряда, скорость вылета продуктов взрыва из скважины и высоту подъёма пылегазовых продуктов взрыва. Исследования показали, что в случае, когда в скважине размещали устройство УУЭВ, работоспособность скважинного заряда, по сравнению с вариантом использования сплошной забойки из сыпучего материала, возросла в полтора раза и более. Факт повышения коэффициента полезного действия взрыва на дробление горных пород при использовании устройства УУЭВ был подтверждён промышленными взрывами на железорудных карьерах Украины, когда скважинные заряды ВВ уменьшали на 50 кг и при этом не ухудшалось качество дробления пород. Отмечено, что развал горной массы при взрыве формируется в направлении откоса уступа, уменьшая размеры опасной зоны по разлёту кусков пород.



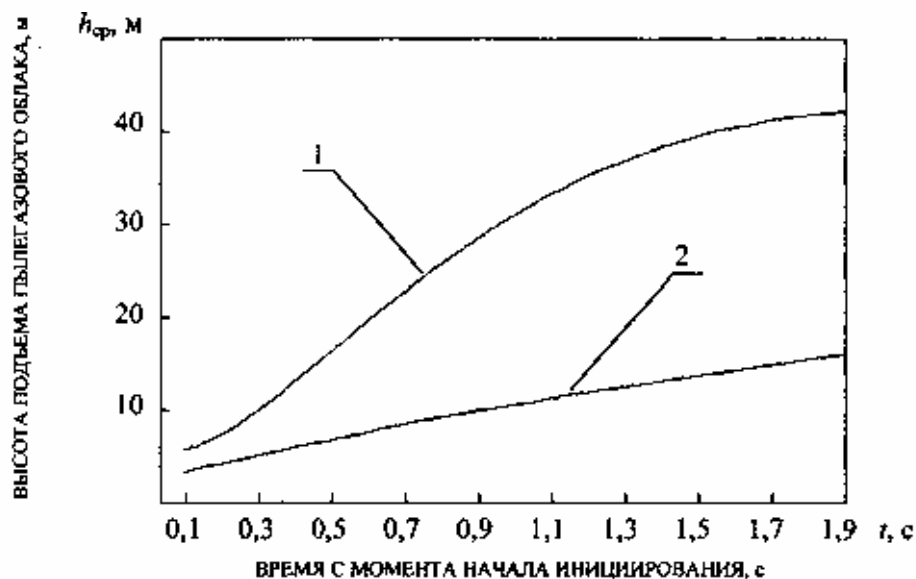
1 – промежуточный детонатор; 2 – ВВ; 3 – предохранительная оболочка; 4 – гашеная известь;
5 – шпагат для опускания устройства; 6 – сыпучая забойка

Рис. 1 – Конструкция скважинного заряда

По данным эксперимента высота выброса продуктов взрыва из скважин на участке с устройством УУЭВ оказалась более чем в 2,5 раза ниже, чем на участке скважин без этого устройства (рис.2). Киносъёмка процесса формирования пылегазового облака при массовых взрывах на железорудных и флюсовых карьерах Украины подтвердила экспериментальные данные.

Наличие в устройстве УУЭВ 10 кг гашеной извести предполагает нейтрализацию вредных газов: NO_2 и CO . Исходя из того, что, по расчетам, 1 кг гашеной извести, с учётом высокой температуры взрыва, способен поглотить 600 литров вредных газов, 10 кг гашеной извести в забоечном устройстве могут нейтрали-

зовать большую часть вредных газов, выделяющихся при взрыве заряда граммонита 79/21 или акватаола Т-20Г.



1 – контрольный участок; 2 – экспериментальный участок (с устройством УУЭВ)
Рис. 2 – Влияние конструкции забойки на высоту подъема пылегазового облака

Сочетание в этом случае эффекта механического запирающего действия устройства УУЭВ и химической нейтрализации вредных газов, естественно, обеспечивает значительное снижение объёмов пылегазовых выбросов в атмосферу карьеров, улучшая экологию региона.

Таким образом, забойка скважинных зарядов ВВ, а точнее, её конструктивные параметры и материал являются эффективным средством управления энергией взрыва, создавая реальные предпосылки повышения технологической и экологической безопасности взрывных работ в карьерах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выбор рациональных способов инициирования скважинных зарядов / Э.И. Ефремов, Б.Н. Кутузов, П.В. Швыдыко и др. // Горный журнал. – М., 2000, № 8. – С. 46-48.
2. Семенюк И.А., О.Н. Оберемок. Взрывные работы на открытых горных разработках. Изд-во «Промінь», Днепр-ск, 1974. – 53 с.
3. Разрушение горных пород энергией взрыва / Э.И. Ефремов, В.С. Кравцов, Н.И. Мячина и др. Киев, Наук. Думка, 1987. – 264 с.
4. В.М. Комир. Забойка / Горная энциклопедия, т.2. М., Изд-во «Советская энциклопедия», 1986. – 323.
5. Друкованый М.Ф., Гейман Л.М., Комир В.М. Новые методы и перспективы развития взрывных работ на карьерах. Изд-во «Наука», М., 1966. – 203 с.
6. Способы повышения эффективности взрывных работ / Э.И. Ефремов, В.П. Мартыненко, А.Я. Бережечкий и др. Информ. Бюл., УСИБ, №1, 2003. – 9-17.
7. Ефремов Э.И. Проблемы охраны окружающей среды при взрывах на карьерах // Вісник АН УРСР. – 1989, №11. – С.64-70.
8. Устройство для забойки скважины. Патент США №5936137 А. «Изобр-ния стран мира», 81, 8/2000.