

## **ОТБОЙКА ГОРНЫХ ПОРОД УТИЛИЗИРУЕМЫМИ ВЗРЫВЧАТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ В СЛОЖНЫХ ГОРНОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Доведена доцільність і обґрунтованість використання конверсійних матеріалів типу балістичних порохів і штатних ВР при видобутку корисних копалин.

## **ROCKS BREAKING BY UTILIZING BLASTING AGENTS IN COMPLEX GEOLOGICAL CONDITIONS**

The expediency and justification of conversion stuffs usage such as ballistic powders and nominal explosives are proved at production of non-mining mineral deposits.

Боеприпасы (пироксилиновые пороха, баллиститные шашки и др.), десятилетиями в большом количестве хранящиеся на артиллерийских складах и называемые в настоящее время конверсионными материалами, давно используются в качестве взрывчатых материалов при взрывном разрушении горных пород [1].

По своим энергетическим и взрывчатым характеристикам, а часто и по химическому составу, баллиститные пороха незначительно отличаются от обычных штатных взрывчатых веществ (ВВ), применяемых на открытых горных работах для отбойки скальных пород. При определенных условиях, когда диаметр заряда подобных взрывчатых материалов (ВМ) не ниже критического диаметра детонации, а масса инициатора обеспечивает достаточно высокое давление для ее возбуждения, они надежно детонируют во взрывных скважинах и их можно успешно применять для взрывного разрушения крепких скальных пород.

В наибольшей мере этим условиям отвечают баллиститные шашки марок РСИ и зерненные пироксилиновые пороха. Критический диаметр детонации баллиститных шашек обычно не превышает 19 мм, а сухих зерненных пироксилиновых порохов находится в пределах 80-250 мм и зависит от размера (марки) зерна. Учитывая, что минимальный диаметр баллиститных шашек составляет 38 мм, а зерненные пироксилиновые пороха обладают хорошей сыпучестью и потопляем остью, такими ВМ обеспечивается полное заполнение вертикальных взрывных скважин в обводненных сложноструктурных массивах горных пород. Следовательно, они могут использоваться для взрывной отбойки пород при зарядании вертикальных скважин диаметром от 105 до 250 мм и более, заполненных водой.

Необходимо отметить, что на безопасность применения баллиститных шашек и зерненных пироксилиновых порохов влияет их чувствительность к механическим воздействиям (удару, трению). Причем чувствительность к механическим воздействиям баллиститных шашек марок РСИ и зерненных пироксилиновых порохов, хотя и находится в допустимых пределах, т.е. на уровне тротил- или гексогенсодержащих взрывчатых составов, но все же выше штатных аммиачно-селитряных ВВ. Поэтому зарядание указанных ВМ необходимо произво-

дить только ручным способом с соблюдением специальных мероприятий, т.е. в скважину шашки можно опускать только на шнуре, а пироксилиновые пороха необходимо предварительно флегматизировать водой.

Проведенные исследования показали, что в случае возгорания этих ВМ процесс перехода горения в детонацию исключен. Кроме того, практически отсутствует взаимодействие шашек и порохов с сульфидсодержащими породами и рудами, а также агрессивными грунтовыми водами.

Баллиститные шашки марок РСИ имеют внешний диаметр от 38 до 245 мм, что позволяет применять их при зарядании любых скважин, а наличие практически у всех шашек центрального сквозного канала дает возможность не только надежно закреплять шашки на шнуре при опускании их в скважину, но и монтировать различные конструкции зарядов, взрывааемых с помощью промежуточных детонаторов и детонирующего шнура (ДШ).

Высокие взрывчатые характеристики шашек позволяют использовать их при отбойке пород крепостью до 20 баллов по шкале М.М. Протождяконова.

Проблема заключается в определении детонационных и дробящих свойств порохов, разработке, проверке эффективных способов и технологии зарядания при ведении взрывных работ. В связи с этим был проведен комплекс исследований дробящей способности пироксилиновых и баллиститных порохов на карьере Хлыстуновского щебзавода по добыче гранитов. В 2002 году в условиях ряда гранитных карьеров Черкасской области ИГТМ НАН Украины и Черкасским государственным технологическим университетом совместно с ЗАО «Укragровзрывпром» были проведены исследования эффективности баллиститных порохов при их взрывании в сильнообводненных породах. Для экспериментальных исследований на карьере был выбран блок пород, который подрывался зарядами диаметром 250 мм и глубиной скважин 18-20 м. При испытаниях в нижнюю часть взрывных скважин помещали граммонит 79/21 ГС. Затем устанавливали на одной нити ДШЭ для инициирования одну шашку ТГ-500, затем опускали баллиститные шашки, используя специальное устройство в виде карабина, и засыпали между стенками скважины и шашками граммонит 79/21 ГС. После этого устанавливали второй боевик – шашку ТГ-500 на одной нити детонирующего шнура марки ДШЭ и засыпали граммонитом 79/21 ГС. Забойку скважин выполняли гранотсевом. Удельный расход ВВ составил 1,07 кг/м<sup>3</sup>.

Взрывание – электрическое короткозамедленное с интервалом в 15 мс.

Испытания показали, что баллиститные шашки и пироксилиновые пороха в обводненных скважинах устойчиво детонируют в комбинированных зарядах совместно со штатными ВВ. Кроме того, установлено, что конструкции зарядов не могут ограничиваться этими вариантами и на практике их количество можно увеличить, получив положительный эффект, согласующийся с результатами ранее проведенных промышленных экспериментов [2]. В их число входило применение, как рассредоточенных зарядов, так и зарядов с переменной мощностью по длине колонки и др.

В настоящее время получила распространение технология применения баллиститных шашек в качестве мощного инициатора низкочувствительных ВВ, в

которых основным компонентом служит аммиачная селитра (АС) [3]. Баллиститные шашки помимо этого можно использовать в качестве линейных инициаторов для зарядов водосодержащих и эмульсионных ВВ.

Следует отметить, что для обеспечения надежной и полной детонации шашек необходим мощный иницирующий импульс. Поэтому, в качестве боевика рекомендовано использовать тротиловые шашки типа Т-400Г, или других типов, общая масса которых должна быть не менее 0,8 кг.

В течение 2003-2004 гг. предприятием «Укргровзрывпром» совместно с ИГТМ НАН Украины и Черкасским государственным технологическим университетом были проведены промышленные испытания в карьерах, которые разрабатывают обводненные скальные породы.

Целью данных испытаний было определение дробящей способности конверсионных материалов в виде баллиститных и пироксилиновых порохов, тротиловых шашек в комбинированных зарядах со штатными ВВ. Параметры буровзрывных работ на ряде карьеров приведены в таблице 1.

В процессе проведения испытаний необходимо было решить следующие задачи:

- выполнить обоснование и выбор конструкции комбинированных зарядов из конверсионных и промышленных ВВ;
- отработать элементы технологии заряжания конверсионными и штатными ВВ скважин диаметром 105; 220; 250 мм;
- определить экологическую безопасность применения конверсионных взрывчатых материалов.

Таблица 1 – Параметры буровзрывных работ на нерудных карьерах

| Карьеры          | Объем горной массы, тыс.м <sup>3</sup> в год | Средний удельный расход ВВ, кг/м <sup>3</sup> | Удельный расход ВВ по типам, кг/м <sup>3</sup> |                    |                      |                    | Удельный расход ДШ, м/м <sup>3</sup> |
|------------------|--|---|--|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------------------------|
|                  |  |   | Граммонит 79/21                                | Граммонит 79/21 ГС | Порох пироксилиновый | Порох баллиститный |                                      |
| Хлыстуновский    | 332,0  | 0,85  | 0,3  | 0,4                | 0,15                 | –                  | 0,25                                 |
| Ерковской        | 65,8   | 0,95  | 0,35   | 0,2                | 0,4                  | –                  | 0,2                                  |
| Рокитновский     | 19,0   | 1,01  | 0,4  | 0,2                | 0,4                  | 0,01               | 0,23                                 |
| Богуславский     | 45,3   | 0,98  | 0,5  | 0,2                | 0,4                  | 0,08               | 0,24                                 |
| Кировоградгранит | 156,16                                       | 0,98  | 0,4  | 0,3                | 0,2                  | 0,08               | 0,26                                 |
| Светловодский    | 166,4  | 0,87  | 0,2  | 0,17               | 0,2                  | 0,3                | 0,28                                 |
| Завальевский     | 210,1  | 0,87  | 0,17   | 0,2                | 0,3                  | 0,2                | 0,27                                 |

В настоящее время на взрывных работах при отбойке горной массы уже используются десятки тысяч тонн пироксилиновых зерненных порохов.

При взрыве пороховых зарядов, насыщенных водой, в продуктах детонации находится свободный углерод и его окислы, что свидетельствует о низком коэффициенте полезного использования энергии, заключенной в порохах. Повысить его можно путем добавления к ним веществ с положительным кислородным балансом (для сбалансированности получающейся смеси по соотношению

горючих и окислительных компонентов). Одним из наиболее дешевых и распространенных веществ, обладающих положительным кислородным балансом, является аммиачная селитра.

Исследования показали, что соотношение между порохом и селитрой должно быть порядка 1:1,2 [2]. Это соотношение выведено из уравнения окисления тринитрокретчатки (основа пироксилинового пороха).

Проведенные эксперименты позволили установить, что указанные смеси обладают детонационными характеристиками, не уступающими штатным ВВ. Положительные результаты достигаются также при использовании в качестве наполнителя насыщенного раствора аммиачной селитры. Кроме того, снижение объемов выброса в атмосферу продуктов взрыва и забойки может быть достигнуто за счет встречного инициирования зарядов из комбинированных зарядов.

Данная технология производства взрывных работ с применением утилизируемых взрывчатых веществ нашла широкое применение при отбойке пород в сложных горно-геологических условиях (интенсивная трещиноватость и обводненность разрушаемых массивов).

Основным преимуществом технологии является то, что водоустойчивые дорогостоящие промышленные ВВ можно заменить более дешевыми по сравнению с промышленными ВВ баллиститными и пироксилиновыми порохами без ухудшения качества дробления горной массы.

#### **Выводы:**

1. При разрушении крепких горных пород сложной структуры зарядами конверсионных взрывчатых веществ качество дробления соответствует требованиям, предъявляемым к взорванной горной массе.

2. При проведении массовых взрывов отказов и неполной детонации зарядов не обнаружено. Конверсионные материалы устойчиво детонируют в обводненных скважинах.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ресурсосберегающие технологии взрывного разрушения горных пород// Э.И. Ефремов, В.М. Комир, И.А. Краснопольский, В.П. Мартыненко – К.: Техника, 1990. – 149 с.
2. Об эффективности применения конверсионных материалов при взрывной отбойке труднодробимых обводненных пород// Э.И. Ефремов, В.Д. Петренко, В.Н. Коновал, Е.В. Озеров / *Металлург. и горноруд. пром-сть* – 1997. – № 1. – С. 55-57.
3. Белин В.А. Технология и безопасность применения утилизированных взрывчатых веществ в промышленности/ Сб. науч. тр. МГГУ. – М.: МГГУ, 1999. – С. 86-92.