

## РАЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ НА УСТУПАХ

Представлено результати досліджень по інтенсифікації руйнування гірських порід у кар'єрах і формування оптимальних параметрів розвалу гірської маси. Приведені результати досліджень різноманітних конструкцій свердловинних зарядів для відбійки міцних гірських порід. Результати наукових досліджень упроваджені на гранітних кар'єрах України.

### THE RATIONAL SCHEMAS AT ALLOCATION OF BLASTHOLE CHARGES ON BENCHES

The outcomes at studies on intensification at breaking down of rocks in opencasts and forming of optimum arguments of the disorder of mined rock are introduced. Reduced outcomes at studies of miscellaneous constructions of blasthole charges for breaking robust rocks. The outcomes at scientific studies are entered on granite opencasts of Ukraine.

Основными проблемами при взрывном разрушении крепких горных пород скважинными зарядами является недостаточная эффективность дробления верхней части уступа в зоне нерегулируемого дробления и неудовлетворительная проработка нижней подошвенной части уступа. Последняя особенно остро проявляется при взрывной отбойке уступов высотой более 20 метров, имеющих большие линии сопротивления по подошве, иногда достигающие до 12-16 метров.

Как показывает практика ведения взрывных работ на карьерах с крепкими горными породами традиционными методами взрывной отбойки эти проблемы решить невозможно [1 - 5].

Поэтому необходим новый системный подход, обеспечивающий решение проблем повышения интенсивности взрывного разрушения горного массива как в верхней, нижней, так и в средней частях скважинного заряда.

Одной из главных причин некондиционного дробления горной массы является использование конструкций зарядов с симметричной формой генерирования взрывного импульса в зарядной полости. Поэтому необходимо уже в начальной фазе взрыва генерировать асимметричный газодинамический процесс и ориентировать его большим потенциалом в нужном направлении, чтобы в горном массиве сформировать неравномерное динамическое поле напряжений [6 - 9].

Это создает предпосылки для активного управления процессом взрывного разрушения и направленного перемещения горной массы [7, 8]. Особенно заметно улучшение эффективности дробления при использовании активной забойки скважинных зарядов асимметричного действия [8].

Любая схема коммутации скважинных зарядов имеет ограниченный диапазон регулирования параметров развалов взорванной горной массы также из-за симметричности приложения взрывной нагрузки к горному массиву.

В связи с этим необходимо применять диагональные схемы взрывания, обеспечивающие продольные перемещения взорванной горной массы. Основным вектором направления при размещении запирающих зарядов в виде части

кольца забоечной части скважины должно быть продольное под углом  $10 - 45^\circ$  к бровке взрываемого уступа [8].

В этом случае развал взорванной горной массы формируется более равномерно без завышенных гребней.

Многолетняя практика взрывания гранитных уступов различной высоты (13 – 24 м) скважинными зарядами асимметричного действия при использовании диагональных схем отбойки не выявила увеличенного разброса горной массы.

Преимуществом диагональных схем отбойки является их оперативное осуществление рационального ориентирования направления отбойки относительно основной системы трещиноватости путем изменения угла наклона диагонального ряда взрываемых скважин при монтаже взрывной сети или системы инициирования *Nonel*. При этом запирающие удлиненные кумулятивные заряды в забойке формируют в плоскости линии наименьшего сопротивления и перпендикулярно направлению распространения основной системы трещин, т.е. ориентируют в сторону повышенной прочности анизотропных горных пород.

Донные заряды с торцевой линейной кумулятивной выемкой необходимо размещать перпендикулярно их поперечным ребрам к линии сопротивления по подошве уступа или параллельно линии вновь образованной обнаженной поверхности от действия предыдущей серии скважинных зарядов [10].

На карьере цементного завода «Октябрь» комбината «Новороссцемент» были выполнены экспериментальные исследования способа управления развалом горной массы при взрывной отбойке скважинными зарядами с инертными сыпучими сердечниками различных конструкций.

При разработке высоких скальных уступов (до 20 м) в нагорных карьерах, в частности сильнотрещиноватого мергеля, с их последующим обрушением, важное значение имеет понижение высоты развала.

Целью экспериментальных исследований в производственных условиях явилось изучение характера дробления уступа мергеля высотой 20 м и формирования развала горной массы при использовании скважинных зарядов с инертными сыпучими сердечниками различных конструкций.

Экспериментальный взрыв был проведен 30 мая 1977 г. на карьере завода «Октябрь». Высота уступа составляла 20 метров. Взрывная подготовка массива осуществлялась двумя способами: половина взрывного блока отбивалась скважинными зарядами с рассредоточенной колонкой, а другая часть блока имела заряды, колонки которых в верхней части были с инертными сыпучими сердечниками (гравий со щебенкой), высота которых составляла 2 м и формировались они специальным зарядным приспособлением. Причем во фланговых скважинах у подъездной дороги на уступе, взрываемых на погашение уступа, были сформированы секторные заряды (радиус 160 мм, угол сектора  $60^\circ$ ) с ориентированием направления отбойки вдоль бровки уступа. Применяемый тип ВВ – аммонит №6-ЖВ и граммонит АС-4. Общий объем взорванной горной массы составил  $14 \text{ тыс. м}^3$ .

В результате проведенного производственного эксперимента установлено следующее:

1. При взрывании скважинных зарядов со сплошной колонкой высота развала взорванной массы отрабатываемого уступа составляла 0,95 - 1,0 высоты уступа. По всему развалу наблюдалась неравномерное дробление горной массы.

2. Ориентирование направления отбойки фланговых скважин у подъездной дороги на уступе позволили сформировать развал горной массы без ее засыпки. Выброс горной массы на верхнюю площадку уступа был значительно меньшим в обеих фланговых скважинах. При этом у фланговых погашенных скважин была сформирована проектная линия заоткоски уступа.

3. Применение скважинных зарядов с инертными осевыми сыпучими сердечниками и секторными зарядами в верхней части колонки с последующим увеличением ее до половины длины забойки позволяет формировать развал горной массы, высота которого составляет около 0,75 высоты уступа.

Подтверждены принципиальная возможность формирования колонок скважинных зарядов диаметром 400 мм с инертными сердечниками из песка, гравия и щебенки, а также эффективность способа взрывной отбойки ими, и может быть рекомендован при отработке высоких уступов в условиях разработки нагорных месторождений открытым способом.

Вторая серия опытно-промышленной проверки эффективности действия зарядов с инертными сыпучими сердечниками была выполнена на карьере песчаников Енакиевского комбината стройматериалов совместно с производственным управлением «Донецквзрывпром».

Испытанию подвергались два способа ведения взрывных работ песчаниках средней блочности. Сущность первого заключалось в том, что нижняя часть колонки заряда формировалась сплошной, а верхняя с осевым инертным сыпучим сердечником, в качестве которого использовался отсев фракций 0 – 5 мм. Формирование инертного сыпучего сердечника осуществлялось с помощью зарядного приспособления. Диаметр скважин составлял 0,15 м, диаметр инертного сердечника 0,1 м. Использовались три типа ВВ: в нижней обводненной части колонки скважинного заряда тротил, а для формирования верхней части – грамонит 79/21 и аммонит №6-ЖВ [11].

Сущность второго способа заключается в следующем. Кроме формирования инертного сердечника верхнюю часть колонки скважинного заряда формируют чередующимися попарно двумя типами ВВ грамонитом 79/21 и аммонитом №6-ЖВ, один из которых не детонирует от ДШ, а другой детонирует. По оси сыпучего инертного сердечника размещался детонирующий шнур, что обеспечивало инициирование зарядов со середины колонки. Кроме этого детонирующий шнур размещался у тыльной стенки скважины, длина которого была соизмерима с длиной верхней части колонки заряда, что в свою очередь обеспечивало многоточечное каскадное инициирование верхней части колонки заряда. Всего было произведено четыре опытно-промышленных взрывов. Анализ ре-

зультатов опытно-промышленных взрывов позволяет сделать следующие выводы:

1. Предложенные способы обеспечивают более интенсивное дробление, выход негабарита по первому способу составил 5%, по второму около 1,0% при плановом (базовом) 15%.

2. Проработка подошвы уступа удовлетворительная, выбросов горной массы в тыл взрывного блока не наблюдалось. Экономия ВВ в среднем по всем взрывам составила около 8%.

В промышленных условиях прошел испытание способ ведения взрывных работ [8], использующий смещенное расположение дополнительных скважинных зарядов уменьшенного диаметра, располагаемых между скважинами большего диаметра, снабженными кумулятивными зарядами в забойке. Впервые этот способ был применен на Чаплинском гранитном карьере при использовании скважинных зарядов 105 и 215 мм. Выход негабарита при этом был уменьшен 1,8 – 2 раза.

На многих гранитных карьерах взрывные работы нередко ведут при наличии завышенных значений линии наименьшего сопротивления по подошве уступа, используя при этом парносближенные скважинные заряды. С целью повышения эффективности взрывного дробления верхней части уступа предложен и внедрен новый способ ведения взрывных работ (рис. 1 а) на Токовском, Рыбальском и Чаплинском гранитных карьерах.

Сущность способа заключается в следующем.

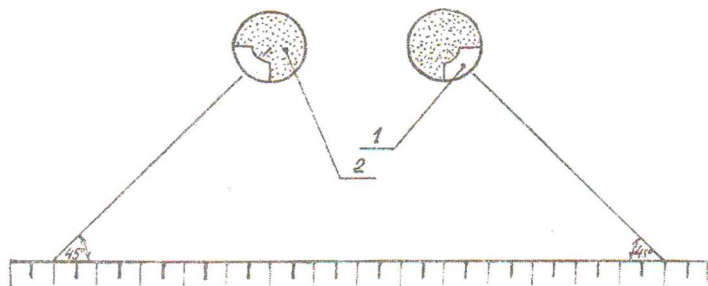
При формировании дополнительных кумулятивных зарядов в забойке парносближенных скважин установку зарядного устройства на верхний обрез колонки основного заряда производят в плане под углом  $45^\circ$  к линии наименьшего сопротивления с разворотом на внешние стороны предполагаемой призмы разрушения на уступе (рис. 1 б).

Анализ результатов опытно-промышленных взрывов на Рыбальском и Чаплинском гранитных карьерах показал высокую эффективность применения новых конструкций скважинных зарядов и схем их расположения на уступе по формированию оптимальных геометрических параметров развала взорванной горной массы, не превышающих безопасную высоту черпания экскаватора.

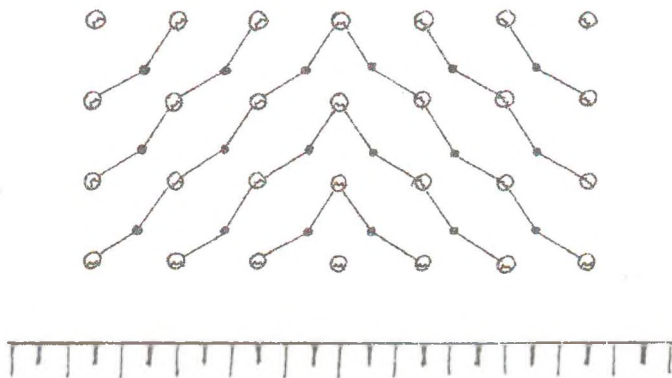
#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

6. Камска Б.И. А. с. №73672. СССР. Е 21С 37/00. Кумулятивный заряд. - Бюлл. - №24, 28.12.1948.
1. Потапов А.И., Усик И.Н. Опыт дробления горных пород при взрывании спаренных уступов на руднике ЮГОКа // Сб. Взрывное дело. - М.: Недра, №53. - 10 - 1963. - С.156 - 163.
2. Зуб Н.И. Исследование схем КЗВ и параметров скважинных зарядов на гранитных карьерах. - Автореф. на соиск. уч. ст. к. т. н., Днепропетровск, 1971.
3. Новожилов М. Г., Друкованый М. Ф., Кучерявый Ф. И., Гаек Ю. В. Внедрить новую высоко-эффективную технологию открытой разработки крепких руд // Горный журнал - 1961. - №10. - С. 20 - 23.
4. Кушко А.А. Определение профиля развала при взрыве скважинных зарядов в уступе. - В кн.: Разработка рудных месторождений Киев: Техника, 1977. - С. 44 - 46.
5. Усик И.Н. О рациональной высоте уступа при взрывании высоких уступов. - Сб. Взрывное дело №70/27. - М.: Недра, 1971. С. 221 - 227.
- 11 Белоус Н.Я. К обоснованию основных параметров забоя экскаватора при обрушении взорванных скальных пород. - В кн.: Механика и технология открытых горных работ. - Киев: Наукова думка, 1978. \* С. 162 - 227.

а)



б)



1 – ВВ, 2 – забойка

а – парносближенные скважины; б – скважины большого и малого диаметра

Рис. 1 – Схема расположения скважин на уступе

7. А.с. №1240120, СССР. - Бюлл. изобр. №32, 23.06.1984 МКИ E21C. - Способ создания скважинного заряда для отбойки горных пород. Авт. Косенко В.И.

8. А.с. №1334876, СССР, Бюлл. изобр. №32, 28.08.1985 г. - МКИ E21C 37/00. - Способ взрывного дробления пород уступа. Авт. Косенко В.И.

9. А.с. №1391270, СССР.- Бюлл. изобр. №22, 25.03.1987 г. - МКИ E21C 37/00. - Способ ведения взрывных работ. Авт. Косенко В.И.

10. Патент на винахід №21696 А, Украина, Кумулятивний циліндричний заряд. - Приорітет - 10.07.1995. Авт. Косенко В.И.