

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тоннели и метрополитены / В.Г. Храпов, Е.А. Демешко, С.Н. Наумов и др. – М.: Транспорт, 1989. – 383 с.
2. Маковский Л.В. Городские подземные транспортные сооружения. – М.: Стройиздат, 1985. – 439 с.
3. Ширай Г.Т., Щепетков А.П., Литинский Ю.В. Проходка шахтных стволов с применением опускных сооружений. – М.: Недра, 1984. – 260 с.

УДК 622.235

Косенко В.И.

УПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ ВЗРЫВНОГО ИМПУЛЬСА ПРИ РАЗРУШЕНИИ КРЕПКИХ ГОРНЫХ ПОРОД.

Представлені результати досліджень імпульсів вибуху різноманітних конструкцій зарядів і геометричних параметрів фронту детонаційних хвиль. Приведені результати руйнування міцних порід зарядами з торцевою лінійною кумулятивною виїмкою. Результати наукових досліджень впроваджені на гранітних кар'єрах України.

CONTROL OF BLAST IMPULSES PARAMETERS IN STRENGTH ROCK DESTRUCTIONS.

The investigation of different construction charge blast impulses and geometric parameter detonation front waves are presented. Results of strong rock destructions with linear-end hollow shaped charge are demonstrated. Obtained investigation results in Ukraine granite quarry are applied.

Применение энергии взрыва при разрушении крепких горных пород в условиях открытых и подземных разработок полезных ископаемых, несмотря на его низкий коэффициент полезного действия, остается пока единственным эффективным технологическим способом дробления горного массива. Острота проблемы получения кондиционной кусковатости горной массы при взрывной отбойке как на железорудных предприятиях так и на карьерах строительных материалов, осталась на прежнем уровне.

Основным элементом в комплексе буровзрывных работ является конструкция скважинного заряда, которая должна обеспечить получение взрывного импульса с оптимальными параметрами, достаточными для надежного разрушения горного массива. Однако в последние годы наблюдается устойчивая тенденция производства и перехода на эмульсионные и гелеобразные ВВ, применение которых сопряжено с невозможностью использования традиционных методов управления параметрами взрывного импульса, например, метода воздушных промежутков при механизированном зарядании скважин.

Усложнение горно-геологических условий разработки при понижении уровня горных работ, уменьшение параметров рабочих площадок и количества взрывааемых рядов скважин приводит к ухудшению качества взрывного дробления горного массива.

На многих карьерах наблюдаются частые случаи некачественной проработки подошвы уступа и выхода значительного количества негабаритных кусков горной массы, как правило, из верхней части уступа. Поэтому необходим системный подход к изучению процессов взрывного нагружения горного массива в

пределах отбиваемого уступа с генерированием в скважинах максимального взрывного импульса с последующим формированием динамического поля напряжений и ориентированием его в определенном направлении.

С целью получения качественной картины развития динамического поля напряжений от действия кумулятивных зарядов в плоских моделях из оптически – активных материалов (плексиглас, эпоксимал) скоростная съемка взрывных процессов производилась в поляризованном свете. Процесс формирования кумулятивной струи при различных свойствах заполнителя полости кумулятивной выемки и характер развития динамического поля напряжений регистрировался установкой СФР-3л, работающей в режиме лупы времени. Скорость съемки составляла 500 тыс. кадров в секунду.

Характер развития динамического поля напряжений от действия заряда с кумулятивной выемкой при заполнении ее воздухом и водно-песчаной (песок фракции 0,5-1 мм) смесью изучался на плоских моделях из органического стекла с размерами 10x180x180 мм. В центре модели сверлили отверстие диаметром 8 мм для размещения в нем кумулятивного заряда ТЭНа массой 0,4 г. Облицовка кумулятивной выемки была бумажной, а угол раствора выемки при проведении экспериментов во всех случаях был принят 60 градусов. Анализировалась СФР - грамма процесса развития поля изохром в модели при взрыве заряда с кумулятивной выемкой заполненной водно-песчаной смесью в модели из органического стекла. На основании анализа кадров СФР – грамм можно сделать вывод, что изохромы вокруг заряда в модели распространяются асимметрично, указывая на различный уровень концентрации напряжений в сторону размещения кумулятивной выемки заряда и в противоположную сторону от нее. Это подтверждает также наличие большего числа изохром и их густота размещения на модели в зоне кумулятивного действия. Результаты расчета средней скорости распространения динамического поля напряжений от заряда к свободным поверхностям модели в сторону действия кумулятивной струи, а также в противоположную от нее сторону, показывают, что они соответственно составляют 5375 м/с и 4775 м/с. На кадрах СФР - граммы развития процесса взрыва видно, что фронт движения изохром в первом случае достигает свободной поверхности модели на восьмом кадре, а во втором – на девятом, что соответствует времени 16мкс и 18мкс при прохождении расстояния на модели, равном 90 мм, т.е. разница во времени составляет 2мкс (отличие составляет 12%).

Для измерения скорости движения кумулятивной струи заряд ТЭНа диаметром 12 мм и массой 1,4 г с треугольной (раствор угла составляет 60 градусов) выемкой в торце, заполняемой воздухом и водно-песчаной средой, размещался и взрывался в специальной вакуумной камере. Стальная камера имеет два прозрачных окна из оргстекла, через одно из них заряд подсвечивался высоковольтной (3 кВ) дуговой вспышкой, а через другое производилась теневая съемка взрывного процесса. Инициирование заряда производилось навеской азидом свинца массой 10мг и синхронизировалось с началом съемки и началом подсветки дуговой вспышки. В качестве масштаба использовалась металлическая подставка шириной 125 мм. Измерение величин расстояний на кадрах СФР

- граммы, пройденных продуктами взрыва, выполнялось на микроскопе УИМ-21.

Анализ СФР - грамм показал, что скорость кумулятивной струи выше на 16% у зарядов, кумулятивная полость которых заполнена водно-песчаной средой.

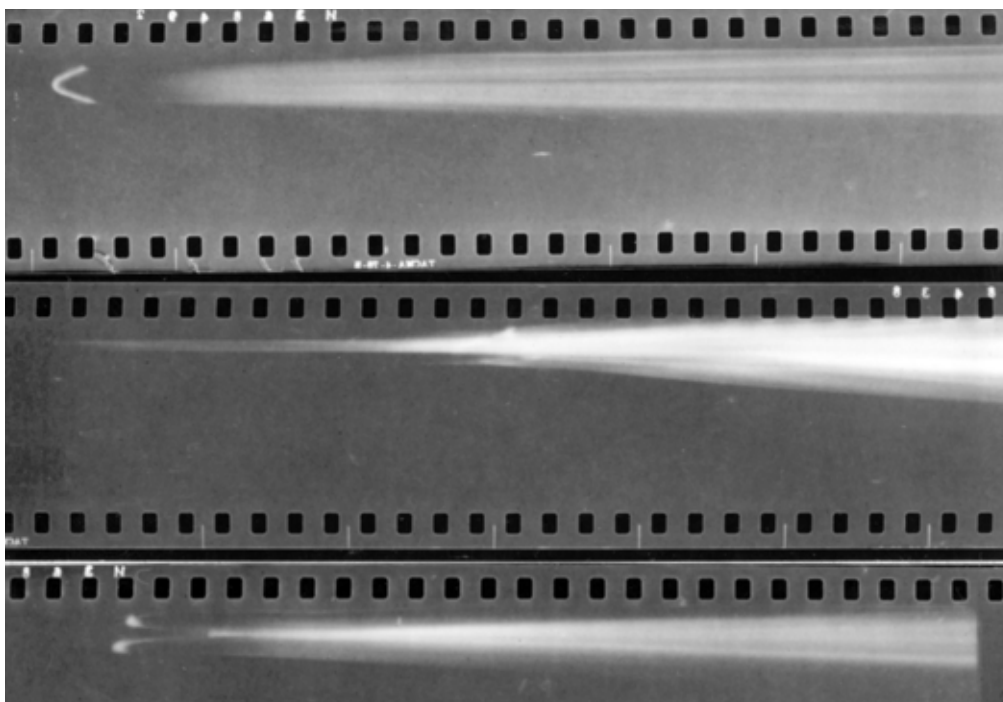
С целью установления особенностей режима детонации скважинных зарядов и определения геометрических параметров переднего фронта детонационной волны, выходящей на торец заряда, в полигонных условиях была взорвана серия зарядов аммонита №6ЖВ и граммонита 79/21 с диаметром 180 мм, длиной 550 мм и массой 9,5 и 11,5 кг. Экспериментальные заряды были выполнены со сплошной колонкой, с воздушным и инертным сердечниками, выполненными из отсева песчаника фракции 0 – 5 мм с диаметром 75 мм. Заряды размещались в толстостенных капроновых трубах с толщиной стенки равной 25 мм. Инициирование зарядов производилось электродетонатором с детонирующим шнуром и тротиловой шашкой Т – 400 с конца заряда. Навивка петель детонирующего шнура производилась по торцам тротиловой шашки, которая располагалась отверстием перпендикулярно оси заряда на его торце. Сверхскоростная фоторегистрация процесса взрыва зарядов производилась с расположением съемочной щели регистратора в вертикальной диаметральной плоскости заряда.

Анализ результатов обработки регистрограмм и расчетов параметров процесса детонации экспериментальных конструкций зарядов показывает следующее. При взрыве экспериментального заряда со сплошной колонкой на его противоположный конец выходит передний параболический фронт плазмы детонационной волны (Рис.1-а). При взрыве удлиненного заряда с осевой воздушной полостью на его противоположный торец со значительным опережением в 18 – 20 мкс выходит осевая кумулятивная струя, а затем вокруг нее (на фоторегистрограмме сверху и снизу) отмечен выход участков фронта плазмы детонационной волны кольцевого заряда (Рис.1-б). При этом следует отметить, что конфигурация этого фронта кумулятивной струи имеет вытянутую остrokонечную форму. Это обстоятельство указывает на значительную скорость и влияние на нее канальной детонационной волны, которая также подпитывает передний фронт детонационной волны кольцевого заряда. В последней фазе канальной детонационной волны наблюдается ее уширение в хвостовой части за счет увлечения части продуктов взрыва внутреннего участка кольцевого заряда. В передней части осевой кумулятивной струи заметно торможение продуктов детонации в воздушной среде.

При взрыве экспериментального заряда с инертным сыпучим песчаным сердечником на торце заряда наблюдается следующая картина выхода фронта детонационной волны (Рис. 1-в). Первоначально и практически одновременно с разницей всего в 1 – 2, мкс на торец заряда в двух отдельных точках выходит тороидальный фронт детонационной волны кольцевого заряда с ярко светящимися головными частями плазмы, от которых к сердечнику примыкают узкие светящиеся полосы. Это обстоятельство указывает на то, что в первую очередь более интенсивно разогревается периферийная часть инертного песчаного сер-

дечника. Затем в центральной части заряда через 14-15 мкс появляется яркое свечение, указывающее на то, что сыпучий инертный песчаный сердечник полностью раскален продуктами взрыва. При этом зона свечения инертного песчаного сердечника с течением времени расширяется по мере подхода его новых участков ранее разогретых и пронизанных продуктами детонации заряда ВВ.

Анализ результатов лабораторных и полигонных исследований по установлению геометрических параметров фронта детонационной волны, выходящей на торец удлиненных зарядов различных конструкций показал, что имеется техническая возможность активно изменять не только геометрическую форму переднего фронта детонационной волны, но и с ее помощью управлять параметрами взрывного импульса.



а) сплошного; б) с осевой полостью; в) с инертным сыпучим сердечником.
Рис.1. – Регистрограммы процесса выхода детонационных волн на торец зарядов.

Вторым этапом экспериментальных исследований были промышленные испытания в условиях гипсовой шахты Артемовского алебастрового комбината. Проверялась эффективность действия шпуровых зарядов с торцевой линейной кумулятивной выемкой и металлической облицовкой толщиной 0,8 мм, двугранный был равен 60 градусов. Шпуры диаметром 40 мм и длиной 2,2 м бурили в гипсовом массиве с двумя обнаженными и перпендикулярными друг другу плоскостями. Одна из них была вертикальной стенкой вентиляционного штрека, пройденного роторным проходческим комбайном ПК-8. Экспериментальные горизонтальные шпуры бурили параллельно вертикальной стенке штрека, т.е. забой шпура находился практически в ненарушенном массиве гипса. В качестве взрывчатого вещества был использован патронированный аммонал массой 1,4 кг.

Анализ результатов взрывного воздействия шпуровых зарядов с торцевой линейной кумулятивной выемкой при разрушении гипсового массива показал, что по сравнению с действием зарядов обычной конструкции интенсивность взрывного разрушения у них значительно больше. Если при взрыве обычного шпурового заряда образуются “стаканы” длиной 15-20 см, то при взрыве шпурового заряда с торцевой линейной кумулятивной выемкой образуется каверна (полость) в виде эллипсоида вращения с размерами осей 210x320мм (рис.2). Коэффициент использования шпура при этом был больше единицы и составлял 1,05. Образующаяся в процессе взрыва донная призабойная каверна в виде эллипсоида вращения, образованная действием концентрированной взрывной нагрузки кумулятивного заряда, выполняет роль демпфирующей полости. Это обеспечивает увеличение времени нагружения энергией взрыва массива горной породы. Повышенное давление продуктов взрыва в каверне создает условия для более интенсивного разрушения горной породы и в призабойной зоне шпура, которая составляет 10-12 диаметров заряда и соизмерима с длиной большой оси эллипсоида вращения каверны.

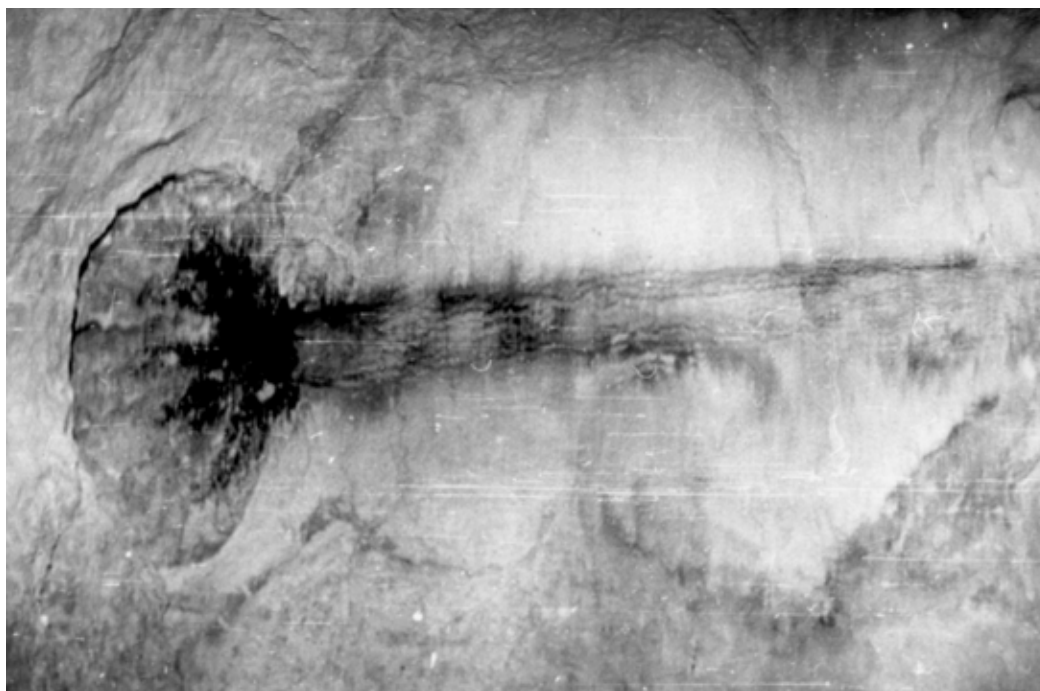


Рис.2 - Характер разрушения гипсового массива шпуровым зарядом с торцевой линейной кумулятивной выемкой.

Таким образом, выбирая необходимые параметры зарядов с торцевой линейной кумулятивной выемкой, можно получить различные величины каверны у забоя шпура или скважины, тем самым предопределить продолжительность взрывного воздействия на горный массив. Это в конечном результате и определяет характер разрушения горного массива в зависимости от проектируемого способа взрывных работ.

Целью новой серии опытно-промышленных испытаний на карьерах было установление эффективности взрывного разрушения гранитных уступов высотой 20 м с применением комбинированных скважинных зарядов диаметром 250 мм и удлиненным кумулятивным зарядом в забойке.

При проведении первого опытно-промышленного массового взрыва 3.08.2002 г. на Чаплинском гранитном карьере сетка скважин была 6х6 м, глубина перебура 3,5 м, а при проведении второго взрыва сетка была расширена до 6,5х6,5 м, а перебур был уменьшен до 3 метров. В скважинах первого ряда и на участках блока с повышенной прочностью формировались скважинные заряды с торцевой линейной кумулятивной выемкой. При проведении третьего опытно-промышленного взрыва сетка скважин составляла 7х7 м, а перебур - 2 м, т.е. был уменьшен в 1,5 раза. Дробление хорошее, завывшений подошвы уступа по первому ряду скважин маркшейдерскими измерениями не отмечено.

Таким образом, широкие промышленные испытания скважинных зарядов с торцевой линейной кумулятивной выемкой в различных горно-геологических условиях карьеров подтверждают факт работы скважинных зарядов в режиме интенсивного торпедирования, что позволяет значительно уменьшать перебур скважин. Новые конструкции кумулятивных шпуровых скважинных зарядов могут найти применение при торпедировании нефтяных и поверхностных дегазационных скважин, при проведении вертикальных стволов и подготовительных горных выработок, а также в гидротехническом строительстве.

ВЫВОДЫ.

1. Определены параметры асимметричного динамического поля напряжений в плоских моделях из оптически - активных материалов при взрывании зарядов с торцевой линейной кумулятивной выемкой.

2. Определены геометрические формы и параметры фронта детонационной волны, выходящей на торец зарядов различных конструкций.

3. Установлена принципиальная возможность оптимизации режима выхода детонационной волны на облицовку кумулятивной выемки путем изменения и корректировки геометрической формы ее переднего фронта.

4. Установлено, что наибольшую эффективность при взрывном разрушении крепких горных пород имеют комбинированные заряды не только по типам применяемых взрывчатых веществ, но и по их геометрической форме колонки заряда, как в нижней торцевой, так и в верхней части скважины в зоне забойки. Это создает условия для формирования взрывного импульса большей продолжительности, а, следовательно, и повышения интенсивности разрушения горной породы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белаенко Ф.А., Друкованый М.Ф., Кучерявый Ф.И. Исследование полей напряжений в процессе образования трещин при отбойке пород на карьерах. - Проблемы дробления горных пород взрывом. - М.: Углетехиздат, 1959, с.24-29.

2. Лаврентьев М.А. Кумулятивный заряд и принципы его работы. Журн. «Успехи математических наук. – 1957. – Том 12, вып.4 (76), с.41-56.
3. Баум Ф.А., Орленко Л.П., Станюкович К.П., Челышев В.П., Шехтер Б.Н. – Физика взрыва. – М.: Наука, 1975. – с.367-443.
4. Кук М.А., Наука о промышленных взрывчатых веществах. – М.: Недра, 1980, -с.320-325.
5. Демидюк Г.П., Ведутин В.Ф. Эффективность взрыва при проведении выработок. – М.:Недра, 1973. с.55-79.
6. Патент на винахід N21696 А. Кумулятивний циліндричний заряд. – Приорітет 10.07.1995. – Автор Косенко В.І. Україна.
7. Косенко В.И. Эффективность взрывного разрушения горных пород зарядами с торцевыми линейными кумулятивными выемками. - Геотехническая механика. – Межведомственный сборник научных трудов. Вып. 22, 2000, с. 121-123.

УДК 622.831:681.3.01

Олекс. А. Яланський, В. В. Арестов

**ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ
МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ПРИЛАДІВ І СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО
ГЕОФІЗИЧНОГО КОНТРОЛЮ СТАНУ ПРИКОНТУРНОГО МАСИВУ
ГІРСЬКИХ ПОРІД ТА КРІПЛЕННЯ**

Обобщены сведения о современных методах и программно-технических средствах автоматизированного проектирования микропроцессорных приборов и систем геофизического контроля. Приведены сведения о составе и особенностях использования интегрированных инструментальных сред для их программирования, наладки и метрологического обеспечения с помощью персональных ЭВМ.

**THE TECHNOLOGY AND PECULIARITY OF THE ELABORATING
THE MICROPROCESSORY INSTRUMENTS AND THE SYSTEM OF THE
AUTOMATIC GEOPHYSICAL CONTROL OF THE ROCK MASSIVE
STATE NEAR THE WORKINGS AND TIMBERING**

The application data of the modern methods and program-technical means of the automatic designing microprocessor instruments and system of the geophysical control were generalized. Information about composition and peculiarity of using of the integrated development environment for their programming, organization and metrological providing by PC was described.

Розробка мікропроцесорних приладів та систем геофізичного контролю є складною задачею, успіх вирішення якої складається з багатьох необхідних компонентів, таких як використання сучасної елементної бази, детальний аналіз та точне формулювання технічного завдання контролю в складних гірничо-геологічних умовах, абстрактна формалізація задачі на рівні алгоритмів, використання методів та засобів автоматизації проектування, тощо.

На сьогодні вже розроблені потужні цифрові сейсмостанції, прилади віброакустичного контролю в будівництві, ультразвукові мікропроцесорні дефектоскопи, але фактично відсутні джерела інформації щодо сучасних систем їх проектування і налагодження. Розрізнені та неповні відомості з цього питання можна знайти в мережі Internet і в періодичних виданнях [1-6], тому важливим є узагальнення досвіду розробки геофізичних приладів на основі мікропроцесорів і мікроконтролерів та використання інтегрованих інструментальних середовищ