УДК 622.235.674.3

DOI: 10.18454/2313-1586.2016.03.070

Флягин Александр Сергеевич
младший научный сотрудник,
Институт горного дела УрО РАН,
620075 г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58
e-mail: flyagingdr@mail.ru

Жариков Сергей Николаевич
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
Институт горного дела УрО РАН,
e-mail: 333vista@mail.ru

Flyagin Alexander S.
Junior researcher,
The Institute of Mining UB RAS,
620075, Yekaterinburg,
Mamin-Sibiryak st., 58
e-mail: flyagingdr@mail.ru

Zharikov Sergey N.
candidate of technical sciences,
senior researcher,
The Institute of Mining UB RAS,
e-mail: 333vista@mail.ru

КОНТУРНОЕ ВЗРЫВАНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

CONTOUR BLASTING IN UNDERGROUND MINING

Аннотация:

Представлен краткий обзор по теме контурного взрывания. Дано описание развития метода предварительного щелеобразования в подземных условиях. Данный метод заключается в создании направленного разрыва массива вдоль необходимой проектной линии. Как правило, для этого используется ряд сближенных скважинных зарядов, взрываемых одновременно. В результате образуется поверхность разрыва, которая препятствует протеканию волновых процессов и, следовательно, является своеобразным экраном, предохраняющим массив от влияния на его устойчивость ближайших технологических взрывов.

Ключевые слова: взрыв, метод предварительного щелеобразования, контурное взрывание, скважинная забойка, скважинный заряд, отрезная щель

Abstract:

The article presents a brief review on the subject of contour blasting. Development of pretreatment Meliorativny in underground conditions. This method is to create a directional gap of the pattern along the relevant project lines. Typically, it uses a number of closely spaced borehole charges explode simultaneously. The result is a surface of discontinuity, which prevents the flow of the ox-new processes and, therefore, is a kind of screen that protects the array from the impact resistance of nearby explosions.

Keywords:explosion, method of pre-goal formation, contour blasting, strumming rock, downhole tamping, downhole the charge, cutting the slit

При разработке месторождений одним из важных вопросов является обеспечение устойчивого состояния выработок и их элементов как на открытых, так и на подземных горных работах. Особого внимания заслуживает вопрос формирования поверхностей разрыва с применением метода контурного взрывания с образованием отрезной щели. Учитывая, что современная глубина разработки многих месторождений достигает 500 м и более, а качественная постановка выработок и их элементов в предельное положение значительно снижает оползневые явления, то исследования в этой области являются достаточно актуальными.

Контурное взрывание под названием «гладкое взрывание» (smooth wall blasting) начали применять с 50-х годов в Швеции, где его использовали при проходке горных выработок. В более широком масштабе оно было применено в 1952 – 1953 гг. при строительстве гидротехнических сооружений в Онтарио (Канада). Технология, использующая экранированное взрывание (cushion blasting) канадского происхождения, разработана в начале 60-х годов. Суть технологии заключается в бурении и взрывании скважин с уменьшенным зарядом взрывчатого вещества (ВВ) вдоль линии контура выработки после зарядов рыхления. Наиболее эффективная технология контурного взрывания – метод предварительного щелеобразования (МПЩ), который был успешно применен в

1959 г. при взрывании скальных пород на строительстве Ниагарского энергетического комплекса (США). Суть метода заключается в предварительном образовании плоскости отрыва в массиве по контуру выработки перед началом обуривания и взрывания зарядов рыхления по всей площади сечения выработки [1]. Впервые комплексное решение по количественным расчетам было предложено Р.С. Пейном, Д.К. Холмсом, Х.Е. Кларком [2]. Оно заключалось в определении оптимальной массы заряда ВВ с учетом его свойств в шпуре на основе установления давления газов, при котором происходит превышение показателя предела прочности породы на сжатие. Вследствие этого образуется минимальная зона разрушения законтурного массива.

В настоящее время этот метод достаточно широко используется. Для зарядов в оконтуривающих шпурах (скважинах) применяют низкобризантные ВВ, чтобы сократить тыловое разрушение законтурного массива, а рост трещины отрыва в нужном направлении сделать более предсказуемым. Применение данного подхода позволяет снизить трещинообразование в законтурном массиве, повысить устойчивость откосов уступов, выемок и горных выработок, уменьшить объем переборов породы за проектным контуром, снизить затраты на их поддержание и ремонт в процессе эксплуатации, уменьшить расход материалов при возведении крепи, а в достаточно устойчивых породах использовать более экономичную набрызг-бетонную крепь [3].

Несмотря на то, что контурное взрывание начали применять более 50 лет назад, определенная систематизация знаний в данном направлении практически не производилась, за исключением нескольких работ. В качестве одного из таких трудов можно отметить работу Шваненберга, который выделил четыре основных метода (рис. 1) [2].

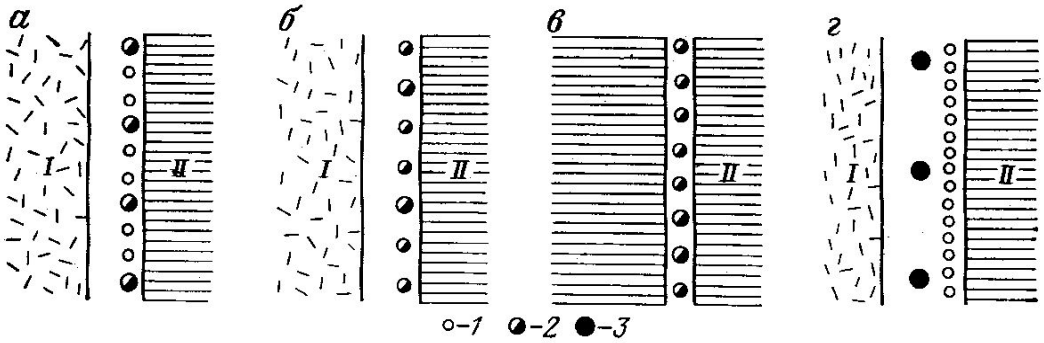

Рис.1 – Классификация методов контурного взрывания по Шваненбергу [2]:
1 – направляющие скважины;
2 – заряд с уменьшенной плотностью (облегченный);
3 – заряд нормальной плотности;
I – массив, нарушенный взрывом рыхления;
II – законтурный ненарушенный массив

На рис. 1 показаны варианты отбойки: с применением в контурном ряде (*а, б, в*), без применения ВВ в контурных скважинах (*г*).

Выделяются:

– экранированное взрывание cushionblasting (см. рис.1, *а*, *б*), суть заключается в применении скважинных зарядов с уменьшенной плотностью ВВ большого диаметра с забойкой, в основном при работах на поверхности;

– (smoothblasting) (рис.1, *б*) – скважинные заряды с уменьшенной плотностью ВВ, но меньшего диаметра, без забойки, используемые главным образом при проходке;

– предварительное щелеобразование pre–shearing, prc–splitting (см. рис.1, *в*);

– пробуренный ряд скважин без применения ВВ line-drilling (см. рис.1, *г*). При этом допускается, что в принципе разницы между методами cushionblasting и

smoothblasting не существует. Таким образом, способы классифицируются по последовательности отбойки: после взрывания зарядов рыхления, (метод контурной отбойки); перед взрыванием зарядов рыхления (метод предварительного щелеобразования). Существует также и более расширенная классификация [4], согласно которой формулировки следующие:

I. Предварительное оконтуривание выработки:

1. Без использования холостых шпуров или скважин.
2. С использованием холостых шпуров или скважин.

II. Последующее оконтуривание выработки:

1. Продольными шпурами.
2. Без использования воздушных промежутков:
а) при нормальном диаметре зарядов;
б) при уменьшенном диаметре зарядов.
3. С использованием воздушных промежутков:
а) при нормальном диаметре зарядов;
б) при уменьшенном диаметре зарядов.
4. Торцевыми шпурами.

Согласно представленным положениям классификации, в ней не учитывается применение забойки в конструкции заряда. Хотя она, за весьма редкими исключениями [5], оказывает значительное влияние на разрушение горных пород взрывом при любом методе ведения взрывных работ, а особенно при методе отбойки шпуровыми зарядами. Следовательно, при производстве контурного взрывания забойка также имеет определенное значение, однако в современных публикациях об этом практически нет сведений. Методика определения параметров контурного взрывания [6] позволяет рассчитать давление газообразных продуктов взрыва на стенки скважины и установить рациональные параметры зарядов отрезной щели, но при этом не учитывается применение забойки. В то же время, согласно [7], при увеличении силы трения между забоечным материалом и стенками камеры возрастает продолжительность запирания газообразных продуктов взрывчатого превращения. Следовательно, применение забойки может быть достаточно эффективным. При этом запирание газов возможно осуществлять с применением специальных забоечных устройств [8 – 9]. Это может быть контурный заряд с распорной забойкой.

Другим вариантом может быть подвесная скважинная забойка. Согласно[9], она может быть выполнена в виде цилиндра, диаметр которого соизмерим с диаметром скважины. Данный вариант забойки отличается тем, что диаметр цилиндра максимально приближен к диаметру скважины, цилиндр выполнен сплошным телом, установлен в скважину на глубину массива с интенсивной трещиноватостью, между зарядом и забойкой имеется воздушный промежуток, при этом нижний торец цилиндра выполнен скошенным, а верхний прикреплен веревкой к перекладине, расположенной над устьем скважины. Движение газов вдоль скошенной поверхности будет способствовать разворачиванию цилиндра по вертикальной оси, повышая турбулентность потока, что положительно отразится на дроблении горных пород.

Учитывая, что использование забойки и запирающих устройств в ряде случаев усложняет процесс подготовки массива к выемке буровзрывным способом, то рациональную область применения целесообразно определять с учетом расположения зарядов в контурной ленте.

В настоящее время в области контурного взрывания существуют не решенные пока задачи, которые представляют определенную научно-практическую значимость и являются актуальными. Решение этих задач целесообразно проводить комплексно на основе моделирования процессов контурного взрывания, используя и совершенствуя методику [6].

Литература

1. Бротанек И. Контурное взрывание в горном деле и строительстве / И. Бротанек, Й. Вода. - М.: Недра, 1983. - 144 с.

2. Пейн Р.С. Предотвращение перебора породы посредством предварительного щелеобразования по контуру выработки / Р.С. Пейн, Д.К. Холмс, Х.Е. Кларк // Разрушение и механика горных пород: сб. докладов. - М.: Госгортехиздат, 1962. - С. 204 - 222.

3. Горная энциклопедия [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.mining-enc.ru/

4. Барон Л.И. Контурное взрывание при проходке выработок / Л.И. Барон, А.В. Ключников. - Л.: Наука, 1967. - 204 с.

5. Гогичев И.И. Управление действием взрыва шпуровых зарядов / И.И. Гогичев. - Тбилиси: Мецниереба, 1968. - 58 с.

6. Жариков С.Н. О влиянии взрывных работ на устойчивость бортов карьеров / С.Н. Жариков, В.Г. Шеменев. – Изв. вузов. Горный журнал. – 2013. - № 2. – С. 80 - 83.

7. Влияния площади стенки зарядных камер на интенсивность дробления / Р.М. Вахидов и др. // Взрывное дело. - 2014. - Вып. №112/69. – С. 47 - 51.

8. Пат. 2312299 Российская Федерация, МПК F42D1/02. Контурный заряд с распорной забойкой / А.В. Лещинский, Е.Б. Шевкун. - № 2006108367/03; заявл. 16.03.2006, опубл. 10.12.2007.

9. Пат. 2229684 C1, Российская Федерация, МПК F42D1/20. Скважинная забойка / Г.П. Парамонов, Ю.А. Миронов, А.В. Юровских. - № 2002131216; заявл. 20.11.2002, опубл. 27.05.2004.