

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА ПОЛЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА В ПОРОДЕ

В статье изложены основы расчетного метода, позволяющего свести расчет полей при групповом взрывании скважинных зарядов к расчету полей двух скважинных зарядов.

In clause (article) bases of the settlement method are stated, allowing to reduce calculation of fields at group detonation deep-hole charges to calculation of fields two deep-hole charges.

Несмотря на накопленные знания о процессе взрывного разрушения горных пород, еще не разработан метод определения полей распределения энергии взрыва в отбиваемом массиве.

В ИПКОН РАН разрабатывается компьютерная программа «Энергия», выполняющая расчет полей распределения энергии

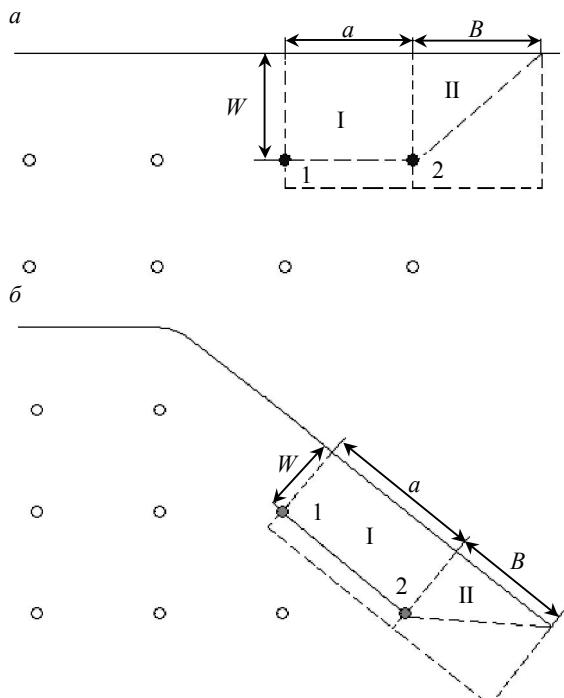


Рис.1. Схема расположения участков 1 и 2 при порядной (а) и диагональной (б) схемах взрывания W – линия наименьшего сопротивления; a – расстояние между скважинами в ряду, одновременно взрываемых скважинных зарядов; B – полуширина воронки выброса; кружочки – положение скважинных зарядов; сплошная линия – положение обнаженной поверхности

взрыва в зоне технологического дробления породы.

При разработке программы «Энергия» используются следующие положения.

Процесс развития взрыва в горных породах является многофазным. Он включает в себя: детонацию взрывчатого вещества, камуфлетную fazу развития взрыва, распространение по массиву падающих и отраженных волн напряжений, распространение сейсмических волн, развитие безволновой (квазистатической) fazы, выброс в атмосферу пыле-газового облака, распространение воздушной ударной волны и др.

Технологическое дробление породы взрывом, которое реализуется на близких расстояниях от места взрыва, осуществляется под воздействием трех faz процесса: камуфлетной, волновой и безволновой (квазистатической). Эти fazы сопрягаются и накладываются одна на другую во времени и пространстве [2].

При групповом взрывании скважинных зарядов вокруг каждого заряда формируется собственная зона технологического дробления породы, где вокруг каждого из зарядов реализуются камуфлетная, волновая и безволновая fazы развития взрыва.

Наиболее распространена квадратная схема обуривания скважин на уступе карьера. При квадратной схеме обуривания применяют порядные или диагональные схемы коротко-замедленного взрывания. Чтобы рассчитать характер распределения энергии взрыва во всем отбиваемом объеме, достаточно определить его для двух участков (рис.1).

Участок I представляет собой объем породы, отбиваемый между двумя одновременно взрываемыми зарядами в ряду. Участок II – объем породы, отбиваемый при взрыве за пределами крайней скважины в ряду.

Все другие участки являются повторениями участков I и II. Размещая на обуренной площадке участки I и II, можно перекрыть всю обуренную площадку и составить картину распределения энергии взрыва во всем отбиваемом объеме.

Несмотря на одинаковую схему обуриения участка, положение и параметры участков I и II при порядной и диагональной схемах взрывания существенно различны.

В соответствии с последовательностью развития физического процесса определяются поля распределения энергии взрыва для камуфлетной фазы.

После расчета энергии камуфлетной фазы выполняется расчет энергии волновой фазы взрыва [2] (рис.2, а).

Для волновой фазы рассчитываются четыре поля распределения энергии: поле распределения энергии от первого и второго скважинных зарядов (падающая волна), поле распределения энергии от зеркального отображения первого и второго скважинных зарядов (отраженная волна).

Безволновая фаза взрыва (рис.2, б) следует за волновой, а в пространстве зона ее действия накладывается на зоны действия камуфлетной и волновой фаз взрыва [1, 3].

Реальные границы воронки выброса на рис.2, б показаны сплошными линиями, пунктирными – условные. Для этой фазы развития взрыва рассчитываются два поля распределения энергии взрыва: поле распределения энергии взрыва безволновой фазы от первого и второго скважинных зарядов.

Для построения полей распределения используется плоская числовая матрица (рис.3).

Параметры обсчитываемого участка выбраны так, чтобы они немного выходили за пределы зоны технологического дробления породы. Горизонтальный размер выбранного участка равен сумме a и B . Вертикальный размер представляет собой сумму линии наименьшего сопротивления и десяти диаметров заряда.

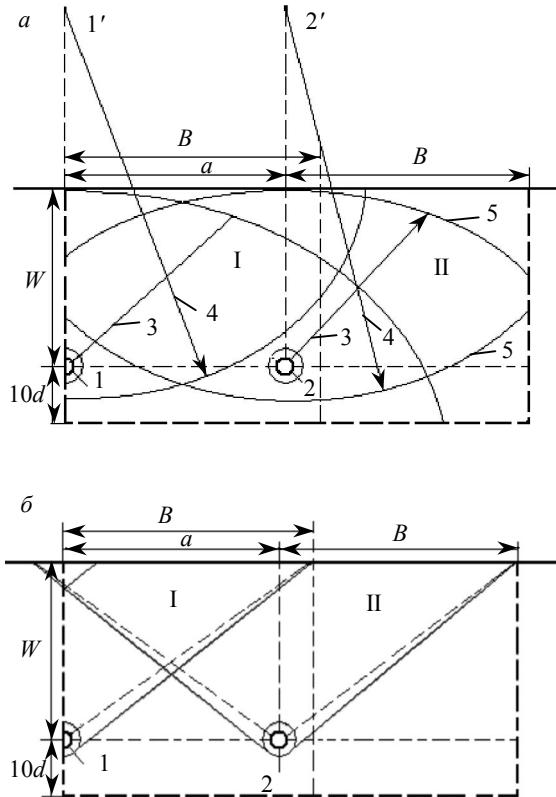


Рис.2. Схема участков для расчета полей распределения энергии волновой (а) и безволновой (б) фаз взрыва
1, 2 – скважинные заряды; 1', 2' – их зеркальные отображения (мнимые скважинные заряды); 3, 4 – радиусы падающей и отраженной волн напряжений; 5 – фронты падающей и отраженной волн

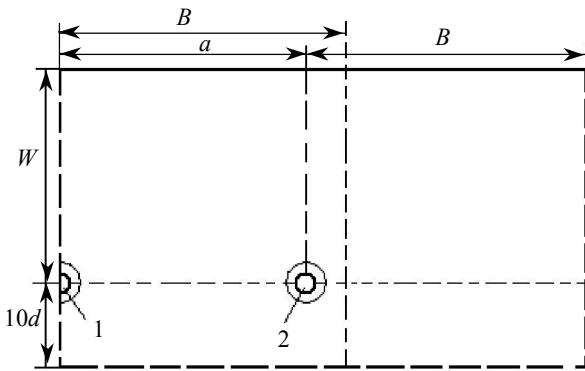


Рис.3. Схема участка для расчета полей распределения энергии взрыва

Параметры участков для расчета полей распределения энергии взрыва при всех фазах процесса взрыва приняты одинаковыми для упрощения матричных вычислений при определении суммарных полей распределения энергии.

Каждое поле распределения энергии предполагается представить в виде двухмерной матрицы, адекватно отображающей расчетный участок, разбитый на множество мелких ячеек. Каждой ячейке матрицы будет соответствовать численное значение плотности энергии, переданной этому элементарному объему конкретной фазой взрыва, или составной частью конкретной фазы взрыва.

Матрицы всех фаз суммируются. Затем определяется двухмерная матрица суммарного поля распределения плотности энергии в зоне технологического дробления породы взрывом при групповом взрывании скважинных зарядов на уступе карьера.

Суммарную матрицу распределения плотности энергии, содержащую 20-30 тыс. цифр, анализировать весьма сложно. Поэтому с использованием матрицы формируется поле кривых равных уровней плотности энергии. Участки между кривыми уровней закрашиваются в разные цвета. Таким образом, представленное поле распределения энергии взрыва в зоне технологического дробления породы будет удобно и легко анализировать и использовать его при исследованиях и совершенствовании способов и параметров буровзрывных работ.

На основе обобщения исследований предложена физическая модель процесса передачи и распределения энергии взрыва в зоне технологического дробления породы при групповом взрывании скважинных зарядов и сформулированы основные положе-

ния полей распределения энергии, которые являются основой разрабатываемой программы «Энергия».

В соответствии с принятой моделью в зоне технологического дробления породы взрывом энергетическое поле изменяется под действием трех фаз процесса: камуфлетной, волновой и безволновой (квазистатической), соприкасающихся границами и накладывающихся друг на друга во времени и пространстве. Энергетическое поле во всем объеме отбиваемой породы может быть составлено из энергетических полей двух участков: участка между соседними зарядами в ряду и участка, расположенного за пределами крайнего заряда в ряду. В каждом из этих участков энергетическое поле является суммой энергетических полей камуфлетной фазы, падающей волны напряжений отраженной волны напряжений, и безволновой фазы развития взрыва. На участке между скважинами в ряду суммируются восемь энергетических полей, за пределами крайнего заряда в ряду суммируются четыре энергетических поля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Викторов С.Д. Сдвижение и разрушение горных пород / С.Д. Викторов, М.А. Иофис, С.А. Гончаров. М.: Наука, 2005. 277 с.
2. Казаков Н.Н. Взрывная отбойка руд скважинными зарядами. М.: Недра, 1975. 192 с.
3. Казаков Н.Н. Вторая стадия безволнового расширения полости сосредоточенного заряда ВВ // Записки Горного института. 2001. Т.148(1). С.127-130.