

Целесообразно использовать способ отнесения неизвестного образа с вектором признаков  $x$  к некоторому классу путем выбора того класса, чей прототип ближе всего к вектору  $x$ . В этом случае при использовании евклидова расстояния в качестве меры близости образов задача сводится к вычислению расстояний

$$D_j(x) = \|x - m_j\|, j = 1, 2, \dots, W. \quad (4)$$

После этого исследуемый образ относится к классу  $w_i$ , имеющему наименьшее расстояние  $D_j(x)$ . Таким образом наилучшее совпадение определяется по минимальному расстоянию до прототипа.

Если вместо одного вектора у нас имеется множество векторов признаков, представленных в виде строк матрицы  $X$ , то следует получить матрицу  $D$ , элемент  $D(i, j)$  которой равен евклидову расстоянию от  $i$ -го вектора из  $X$ , до  $j$ -го прототипа из  $M$  [2]. В этом случае для того, чтобы определить класс  $i$ -го образа из  $X$ , достаточно найти номер столбца в строке  $i$  матрицы  $X$ , имеющего минимальное значение. Из этого следует, что выбор кратчайшего расстояния эквивалентен вычислению функций

$$d_j(x) = x^T m_j - \frac{1}{2} m_j^T m_j, \quad j = 1, 2, \dots, W. \quad (5)$$

и отнесение  $x$  к классу  $w_i$  происходит при наибольшем значении  $d_i(x)$ .

Разделяющая поверхность между классами  $w_i$  и  $w_j$  в случае классификатора по минимуму расстояния задается уравнением

$$d_{ij}(x) = d_i(x) - d_j(x) = x^T (m_i - m_j) - \frac{1}{2} (m_i - m_j)^T (m_i - m_j) = 0. \quad (6)$$

Заданная этим уравнением поверхность перпендикулярна отрезку, соединяющему  $m_i$  и  $m_j$ , и проходит через его середину.

Приведенный выше алгоритм оперирует с крупностью, массой, цветом и магнитными свойствами кусков руды для выделения ее доменной фракции.

**Выводы.** В настоящее время предварительное обогащение является одним из наиболее перспективных и развивающихся направлений обогащения полезных ископаемых, с которым во многом связывается дальнейший прогресс в этой области. Однако, до настоящего времени предварительное обогащение во всем многообразии не рассмотрено как самостоятельный раздел обогатительной технологии с единых методологических, теоретических и технологических позиций. Предлагаемый метод автоматической магнитной сортировки кусковой руды является перспективным направлением повышения технико-экономических показателей обогатительных фабрик.

#### Список литературы

1. Козин В.З. Исследование руд на обогатимость. - Урал. гос. горный ун-т. - Екатеринбург: Изд.-во УГГУ, 2008. - 312 с.
  2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. - Москва: Техносфера, 2006. - 616 с.
- Рукопись поступила в редакцию 23.01.12

УДК 622.235: 622.271

С.В. ТИЩЕНКО, д-р техн. наук, Г.И. ЕРЕМЕНКО, канд. техн. наук,  
М.В. МАРТЫНЮК, аспирант, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

### МЕХАНИЗМ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ НА ГРАНИЦЕ РАЗРУШАЕМОГО ГОРНОГО МАССИВА

Рассмотрен процесс образования смежных скважинных зарядов ВВ, расположенных на линии образования динамической зоны разрушения, и непосредственное поведение горного массива, заключенного между ними.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Традиционные методы ведения взрывных работ объединяет то, что разрушаемый уступ горных пород, подвергается взрывному воздействию от ранее произведенных взрывов, в результате чего верхняя его часть

имеет неоднородную целостность из-за образования хаотической искусственной системы структурных нарушений и заколов.

Нарушенная верхняя часть разрабатываемого горного массива является причиной неконтролируемого выхода негабаритной фракции при производстве дальнейших взрывных работ, что отрицательно сказывается на технико-экономических показателях всего горнодобывающего производства.

**Анализ исследований и публикаций.** Значительно снизить отрицательное воздействие от ранее произведенных взрывов на разрабатываемый горный массив возможно при использовании для взрывной отбойки горной массы, динамической зоны разрушения, создаваемой силовыми полями взаимодействующих зарядов ВВ, расположенных на границе разрушаемого уступа горных пород [1-3]. Основные скважинные заряды дробления инициируют после зарядов ВВ, образующих защитную динамическую зону, через интервал времени, сопоставимый с короткозамедленным взрыванием и с конкретными условиями ведения взрывных работ. Исследуем механизм образования предварительной защитной динамической зоны разрушения. Для этого рассмотрим процесс взаимодействия смежных скважинных зарядов ВВ, расположенных на линии образования динамической зоны разрушения, и непосредственное поведение горного массива, заключенного между ними.

Прохождение по массиву волны напряжений после взрыва первого заряда вызывает вынужденные продольные колебания самого горного массива. Скорость распространения этих колебаний совпадает со скоростью волн напряжений. Этот факт имеет важное значение для определения полной картины процесса разрушения при взаимодействии смежных зарядов ВВ. Так, например, наличие вынужденных продольных колебаний горного массива во многом объясняет интенсивный процесс трещинообразования по линии расположения контурных скважин зарядов ВВ при их последовательной работе.

От взрыва первого заряда ВВ в горный массив трансформируется волна напряжений, которая, в свою очередь, вызывает вынужденные продольные колебания массива, заключенного между двумя скважинами.

Зародыши радиальных трещин в большом количестве возникают в направлении распространения вынужденных колебаний под давлением взрывных газов. При детонации смежного заряда ВВ волна напряжений распространяется в массиве, имеющем ориентированную напряженность с радиальными и тангенциальными нарушениями. Горный массив, заключенный между взаимодействующими зарядами, концентрирует напряжения, значения которых намного превышают напряжение на целике. По линии, соединяющей заряды ВВ, горный массив значительно ослабляется, а поскольку он находится в волновом поле напряжений, то процесс развития трещин интенсивно распространяется в направлении взорвавшегося второго заряда ВВ. Взрыв последующего заряда проявляется как начальный импульс дальнейшего наиболее благоприятного направления роста трещин. В развитии направленной системы разрушений, играют важную роль вынужденные продольные колебания в массиве, максимальная интенсивность которых проявляется на границе динамической защитной зоны.

Вынужденные продольные колебания возникают в массиве горных пород под действием внешней импульсной силы.

В массиве горных пород при взрыве зарядов ВВ, образующих динамическую зону, последняя реализуется как предельное положение поверхности разрушения.

В каждой точке поверхности разрушения выполняется уравнение сохранения массы:

$$\rho_0 (V_n - v_{n_0}) = \rho (V_n - v_n),$$

уравнение сохранения импульса:

$$\begin{aligned} \sigma_{n_0} - \sigma_n &= \rho_0 (v_{n_0} - V_n)(v_{n_0} - v_n) \\ \tau_{i_0} - \tau_i &= \rho_0 (v_{n_0} - V_n)(v_{n_0} - v_i) \quad (i=1,2), \end{aligned}$$

поверхность разрушения определяется так:

$$\theta = \frac{1}{2} (V_n - v_{n_0})^2 + v_0 - \frac{\sigma_{n_0}}{\rho} - \frac{1}{2} (V_n - v_n)^2 - v + \frac{\sigma_n}{\rho}$$

Здесь индекс 0 относится к неразрушенному состоянию;  $n$  - внешняя нормаль к поверхности;  $\sigma_n, \tau_i$  - компоненты вектора напряжения;  $v_n$  - скорость распространения поверхности раз-

рушения;  $\nu$  - упругий потенциал единицы массы;  $\rho$ ,  $V$  - плотность и скорость материальных частиц.

В заключение рассмотрим вопрос о расположении системы скважинных зарядов, образующих динамическую защитную зону, чтобы после их инициирования между ними не оставалось не разрушенных участков массива.

Пусть  $h$  - расстояние от свободной поверхности;  $l$  - расстояние между скважинными зарядами. Согласно [3] потенциал поля скоростей определяется как

$$W = \frac{m}{2\pi} \ln \left( \sin \frac{\pi}{l} (z + h_i) / \sin \frac{\pi}{l} (z - h_i) \right), \quad (1)$$

где  $m = (E_k r_o / 2\pi\rho)^{\frac{1}{2}}$ .

Дважды дифференцируя выражение (1) по  $z$  получим

$$\frac{d^2W}{dz^2} = \left( \frac{\pi m}{2l^2} \right) \left( \frac{\sin^{-2} \pi(z - h_i)}{l} - \frac{\sin^2(z + h_i)}{l} \right).$$

Максимальная скорость сдвига на середине расстояния между зарядами равна  $c_{\max} = d^2W/dz^2$  при  $z = l/2 - ih$ .

$$C_{\max} = \left( \frac{\pi m}{8l^2} \right) th \left( \frac{\pi m_i}{l} \right). \quad (2)$$

Если одиночный скважинный заряд создает сплошную проработку "траншею", то величина  $C_{\max}$  вычисляется по формуле

$$C_{\max} = 2mhx / \pi(x^2 + h^2). \quad (3)$$

Приняв  $x=h$ , получим

$$C_{\max} = 2m / \pi h^2. \quad (4)$$

Если между зарядами скорость сдвига такая же, как и скорость, согласно (3), то очевидно, что "целиков" не будет. Приравнявая (2) к (4), получим  $4l/\pi h = (th2\pi h/l)^{\frac{1}{2}}$ .

Решение последнего уравнения  $h/l=1,2$ .

Полученное значение хорошо согласуется с принятыми на практике характеристиками буровзрывных работ.

**Выводы и рекомендации.** Процесс взрывного разрушения горных пород определенно включает элементы разгрузочного разрушения от быстрого снятия нагрузки. Использование динамической зоны разрушений обеспечит почти одновременный переход из состояния сжатия в растяжение, отделившейся части массива после взрыва в нем зарядов дробления.

Этот эффект обеспечит интенсивное дробление разрушаемого массива. Эффективность данного разрушения во многом зависит от рационального выбора способов формирования скважинных зарядов ВВ с привязкой к горно-геологическим свойствам взрывааемых горных пород.

Использование динамической зоны разрушений, образованной перед взрывом зарядов дробления, позволяет снизить разрушение смежного уступа горных пород, особенно в верхней его части.

Поверхность разрушения при взрыве скважинных зарядов ВВ, образующих динамическую защитную зону, в геометрическом смысле есть граница между целиком и разрушаемым горным массивом.

### Список литературы

1. Власов О.Е. Основа теории действия взрыва. - М.: ВИА, 1957.-407с.
2. Тищенко С.В., Жуков С.А. Технология взрывной подготовки горных пород // Національний вісник НГУ. - Днепропетровск: НГУ - №7, 2003.-С. 13-15.
3. Кузнецов В.М. Математические модели взрывного дела. Новосибирск: Наука, 1977. - 259 с.

Рукопись поступила в редакцию 21.01.12