

выработок, не может препятствовать этим перемещениям, так как их длина (в большинстве случаев 1,5 ÷ 2 м) меньше фактической зоны разрушения породы в боках выработки.

Применяемые для крепления горных выработок металлические арочные или рамные крепи рассчитаны на сопротивление от вертикальной нагрузки.

На основании результатов исследований и статистической обработки данных была получена формула для прогнозного определения фактической глубины разрушения угольного массива вокруг выработки при горном ударе, которая приведена ниже:

$$\Delta l = \frac{S \cdot H \cdot \gamma}{m \cdot R_6}; \quad (1)$$

где S – площадь сечения выработки, м²; H – глубина разработки, м; γ – объемный вес пород, т/м³; m – мощность пласта, м; R_6 – прочность боковых пород, т/м³.

В табл. 1 приведены фактические глубины разрушения горных пород вокруг выработок, из-

меренных в натуральных условиях и рассчитанных по формуле (1).

В заключение можно отметить, что наименьшие разрушения кровли выработок при горном ударе имеют место при креплении кровли сталеполлимерной анкерной крепью, однако крепление бортов выработки на удароопасных пластах анкерной крепью длиной 1,5-2,5 м не защищает бока выработки от разрушения при горном ударе, так как их длина значительно меньше фактической глубины разрушения пород.

Также в ходе исследований было установлено, что применяемые для крепления подготовительных выработок на удароопасных пластах арочные металлические или рамные крепи рассчитаны на сопротивление от вертикальной нагрузки и не способны сопротивляться деформациям и разрушениям боковых стенок выработок при горном ударе, поэтому для минимизации вредных последствий в выработках при горном ударе необходимо разработать для этих условий крепь, имеющую конструктивную боковую податливость и способную сопротивляться горизонтальным нагрузкам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каталог систематического описания горных ударов на шахтах СССР. - Ленинград, 1967.
2. *Петухов И.М.* Горные удары на шахтах Кизеловского бассейна: Пермское книжное издательство. - Пермь, 1957, 143 с.
3. *Авершин С.Г., Слесарев В.Д.* Заключение о горных ударах на шахтах Кизеловского бассейна, Рукопись, Фонды ВНИМИ, 1951.
4. *Коршунов Г.И., Логинов А.К., Зуев В.А.* Разработка угольных пластов Воркутского месторождения в сложных горно-геологических условиях. - Санкт-Петербург, 2006.
5. *Артемов В.Б., Коршунов Г.И., Логинов А.К., Шик В.М.* Динамические формы проявления горного давления. - С.-Петербург «НАУКА», 2009. - 347 с.

Авторы статьи:

Розенбаум
Марк Абрамович
докт. техн. наук, проф. зав. лаб. геомеханики, НЦГ и ПГП, НМСУ «Горный»
Тел. 8-(812)-328-8654
Rozenbaum_ma@spmi.ru

Антонюк
Сергей Анатольевич
аспирант, инженер лаб. геомеханики
НЦГ и ПГП, НМСУ «Горный»
Тел. 8-906-923-3583
Antonyuk.Sergey.90@mail.ru

УДК 519.21

А. В. Бирюков

О СЛУЧАЙНЫХ ПОКРЫТИЯХ

Рассмотрим взрывное дробление инородного массива скваженными зарядами, когда массив содержит крепкие включения, например, сферосидериты.

Дробление включения происходит лишь в том случае, если через него проходит заряд.

Проекцию включения на горизонтальную плоскость будем считать кругом радиусом x , а сетку скважин прямоугольной. Обозначим через z длину меньшей стороны прямоугольной ячейки, а

через v длину большей стороны. Тогда в зависимости от ориентации прямоугольника расстояние между скважинами может быть как меньше, так и больше расстояния между рядами скважин.

Задача состоит в вычислении вероятности дробления включения, т. е. вероятности покрытия кругом вершины прямоугольника. Эта вероятность равна отношению площади покрытия к площади прямоугольника zv .

Расстояние от вершины прямоугольника до

его центра (пересечение диагоналей) обозначим через m , $m = (z^2 + v^2) / 2$.

Рассмотрим критические случаи: $x \leq z/2$ и $x \geq m$. В первом случае $p = \pi x^2 / zv$, т.е. $0 < p \leq \pi z / 4v$. Во втором случае $p=1$.

Если же $z/2 < x \leq m$, то линейная аппроксимация вероятности имеет вид $p=k/(x-m)+1$, где $k = \frac{4v - \pi z}{2m - z}$. В частности для квадратной сетки скважин примем длину стороны квадрата за единицу масштаба. Тогда

Автор статьи:

Бирюков
Альберт Васильевич,
д.т.н., проф. каф. математики
КузГТУ,
тел. 8-3842-58-46-80

УДК 519.21

А.В. Бирюков, Т.С. Жирнова

АНИЗОТРОПИЯ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД И УСРЕДНЕНИЕ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

В осадочных породах угольных месторождений обычно развиты три системы трещин, включая трещины между слоями осадконакопления.

Сейсмическая волна при переходе через трещину теряет часть своей скорости и амплитуды. Эта потеря будет максимальной в направлении наибольшей частоты трещин, равной числу трещин на единицу длины. Задача состоит в поиске этого направления, которое назовём осью анизотропии.

Обозначим через N_k векторы, ортогональные системам трещин и по модулю равные частоте трещин в системах по направлению этих векторов.

Рассмотрим векторы

Остальные комбинации получаются при одновременном изменении направлений векторов на противоположные, что не изменяет модулей векторов N_k .

Частота трещин в заданном направлении равна проекции вектора N_k на это направление. Поэтому наибольшая частота трещин достигается в том случае, когда заданное направление совпадает с направлением вектора N_k .

Таким образом, все направления в пространстве разбиваются на четыре конуса, в каждом из которых локальный максимум частоты трещин

$$m = \sqrt{2}/2, k = \frac{4 - \pi}{\sqrt{2} - 1} \approx 2,1.$$

Как и прежде, имеем два критических варианта: $0 < x \leq 0,5$ и $x \geq \sqrt{2}/2$. В первом случае $0 < p \leq \pi/4 \approx 0,78$, во втором $p=1$.

Если же $0,5 < x < \sqrt{2}/2$, то линейная аппроксимация вероятности имеет вид

$$p = 2,1(x - \sqrt{2}/2) + 1 \approx 2x - 0,4.$$

Ниже приведен фрагмент таблицы значений вероятностей в зависимости от радиуса круга.

x	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
p	0,03	0,12	0,28	0,50	0,78	0,87

достигается в направлении векторов N_k и равен модулю этих векторов. Следовательно, выбирая N_k с наибольшим модулем, получим искомое направление оси анизотропии.

В геометрической интерпретации эта картина представляет собой симметричное тело, у которого поверхность состоит из частей сфер. При этом расстояние от центра до точки поверхности равно частоте трещин в направлении радиус-вектора этой точки.

Пример. Пусть векторы N_k имеют координаты:

Тогда векторы N_k имеют координаты

Модули векторов N_k равны соответственно N_1, N_2, N_3, N_4 . Наибольший модуль имеет вектор N_4 который и направляет искомую ось анизотропии. Частота трещин в этом направлении равна N_4 .

В полевых условиях для каждой системы трещин измеряют значения трёх параметров: частоту трещин системы R , угол наклона системы к горизонтальной плоскости α и азимут простирания системы β . При этом декартовы координаты векторов N_k имеют вид $y = R \cos \alpha \cos \beta$, $z = R \cos \alpha \sin \beta$.