

ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ РУД ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Сайидкосимов С.С. (ТашГТУ)

В процессе геометризации показателей геомеханических процессов важным моментом становится установление более глубоких взаимосвязей, охватывающих комплекс массива горных пород в зависимости от их местоположения в пространстве. Такими соотношениями могут быть изменение прочности и связанных с ней величин в направлении простирания с глубиной и по мощности, при этом должна быть объективная увязка таких изменений с генетическими особенностями месторождения.

Показатель прочности горных пород в массивы (σ_m) является основным качественным показателем горного массива. Его размещение в пределах месторождения может быть представлено в виде плана изолиний σ_m (изопроцностей) как горно-геометрической модели.

В результате геометризации прочностных характеристик выявляем пространственный характер размещения коэффициента структурного ослабления породного массива, позволяющий переходить от значений прочности в образце $\sigma_{обр}$ к прочности в массиве σ_m в любой точке участка месторождения при прочих равных условиях.

В современных методах оценки геомеханических процессов в целом, прочности горных пород и устойчивости горных выработок все еще широко не используются результаты геометризации геомеханических показателей пород, в том числе применительно к месторождениям руд цветных металлов гидротермального генезиса.

В статье предложена методика использования результатов геометризации трещиноватости и прочностных характеристик горного массива в оценке устойчивости горных выработок при подземной разработке маломощных рудных месторождений.

Практическое применение результатов геометризации показателей при точности горного массива должно состоять в их использовании при оценке устойчивости подготовительных и очистных выработок. При этом необходимо решить следующие задачи:

- каким образом результаты геометризации геомеханических характеристик могут быть количественно учтены в современных методиках оценки устойчивости горных выработок;
- как эти результаты должны быть представлены и обработаны для практического использования их в указанных методиках.

Решив эти две задачи и на основе соответствующих расчетов, можно выяснить степень влияния изученных факторов на устойчивость горных выработок в различных горнотехнических условиях, сопоставив полученные результаты с данными натурных исследований, оценить достоверность расчетных методик, включающих учет результатов геометризации.

Геометризации геомеханических показателей, в частности прочностных характеристику в идеальном случае может быть сведена к построению их «топофункций», например функции $\sigma_{п}(x, y, z)$, локальные значения которой характеризуют прочность на одноосное сжатие некоторых объемов в массиве.

Если такие функции построить, то их можно было бы непосредственно использовать в оценке разрушений в окрестности камер. Для этого можно было бы в каждой точке массива проверить выполнение условия прочности

$$f(x, y, z) > 0, \quad (1)$$

в которое входят комбинации прочностных параметров и напряжений в окрестностях выработки. Тогда те точки, где условие нарушено, можно отнести к зонам разрушения, и тем самым определить размеры этих зон. Условия типа (1) положены в основу оценки устойчивости горных выработок в скальных массивах в большинстве современных исследований. Часто в эти условия вносятся различные уточнения, касающиеся отличия свойств пород в массиве от таковых пород в образце. Одним из весьма эффективных способов внесения таких уточнений является рассмотрение возможностей сдвига по конкретным ослабленным направлениям в массиве. Здесь, однако, такие уточнения не требуются, поскольку под значениями прочностных характеристик, которые предлагается включить в условие понимаются значения, определенные с учетом структуры массива [1].

Известно, что в методиках, где используются неравенства типа (1) не учитывается перераспределение напряжений в окрестности выработки при образовании в массиве разрушенных зон. Такое перераспределение приводит к увеличению их размеров. Предложен упрощенный способ определения размеров нарушенных зон в окрестности выработок, учитывающий механические процессы, происходящие в массиве хрупких горных пород при образовании в нем отдельных зон нарушения. Для этого к указанным зонам предлагается относить не только точки массива, где непосредственно нарушено условие прочности, но область Ω , в которой условие прочности нарушено в среднем, т. е. оказывается выполненным неравенство

$$f_{\Omega} = \frac{1}{V_{\Omega}} \int f(x, y, z) dx dy dz \leq 0, \quad (2)$$

где V_{Ω} — объем области Ω , а $f_{V_{\Omega}}$ — интеграл по этому объему. Такое условие принимается и в приведенных ниже расчетах.

Механическая постановка задачи для нашего исследования хотя и важна, но не является определяющей. Фактически как при использовании условия, так и непосредственное определение размеров нарушенных зон невозможно — это следствие невозможности построения «топофункции» $f(x, y, z) > 0$ с теми изменениями, которые представляют интерес для оценки размеров возможных нарушений. Такую функцию можно построить лишь при больших масштабах, превосходящих размеры очистных выработок, и использовать ее для сравнения и обобщения оценок условий на различных участках рудного поля. Опробование с малым шагом можно провести лишь на отдельных площадках или профилях. Особенно при обследовании массива до начала эксплуатации на данном горизонте. Но для прогноза состояния выработок и выбора параметров очистных работ именно этот период обследования массива особенно важен. Тем не менее, задача определения параметров разрушений в окрестности очистных выработок с учетом фактической пространственной структуры массива, количественно описанной результатами геометризации, может и должна найти свое разрешение.

Приведем основные соотношения применяемой расчетной методики. Считается что область массива со средними размерами и по контуру сечения и нормали к нему u относится к нарушенной зоне, если

$$f_{u,v}(S) = \frac{1}{u,v} \int_{S-\frac{u}{2}}^{S+\frac{u}{2}} \int_0^v f(S', t) dS' dt \leq 0, \quad (3)$$

где ортогональная система координат (S, t) такова, что контур выработки имеет уравнение $t = 0$. Следовательно, если в точке контура выполнено условие (3), то вблизи нее образуется нарушенная зона с размерами по контуру $l \geq u$ и нормали к нему

$h \geq v$. При заданной функции $f(S, t)$ можно, проведя вычисления $f_{u,v}(S)$ с различными u, v , определить максимальные значения l, h . В качестве условия разрушения используется условие Кулона — Мора с прямолинейной огибающей и значения f вычисляются по соответствующей формуле

$$f = \sigma_{II} - \sigma_1 + \sigma_2 (1 + \sin \varphi)(1 - \sin \varphi)^{-1}, \quad (4)$$

в которой σ_{II} , φ — предел прочности на одноосное сжатие и угол внутреннего трения пород в массиве, а σ_1, σ_2 — главные напряжения в рассматриваемой точке массива.

Как отмечено выше, вследствие пространственной случайной изменчивости значений прочности пород в массиве и напряжений в нем число нарушенных зон и их размеры случайным образом меняются от одного сечения выработки к другому и являются, таким образом, случайными величинами [2]. Для учета этих факторов задача решается в статистической постановке путем анализа поведения случайной функции $f(S, t)$ и порожденного ею семейства случайных функций $f_{u,v}(S)$, задаваемых своими вероятностными характеристиками.

Приведенная методика описания геомеханических процессов основано на использовании горно-геометрической модели прочностных свойств горных пород в натуре и поможет в априори оценить геомеханическое состояние горного массива при подземной разработке месторождений руд цветных металлов.

Литература

1. Рахимов В.Р., Сайидкасимов С.С. Давление горных пород в некоторых рудниках Средней Азии. Ташкент: «ФАН». 1988. с. 180.
- Шейнин В.И. Способ оценки размеров нарушенных зон в окрестности выработок по определенным значениям параметра неразрушимости. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 1978. № 4.