



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2017/0719.1

(22) 31.08.2017

(45) 05.04.2019, бюл. №14

(72) Байгурин Жаксыбек Джакупбекович; Спицын Анатолий Александрович; Имансакипова Ботакоз Бекетовна; Кожаев Женис Турсуналиевич; Имансакипова Нургуль Бекетовна

(73) Некоммерческое акционерное общество "Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева"

(56) KZ 8159 A 15.11.1999

RU 2000433 C 07.09.1993

SU 1629542 A1 23.02.1991

SU 840365 A1 23.06.1981

(54) СПОСОБ РАЗРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ОСЛАБЛЕННЫХ ЗОНАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

(57) Изобретение относится к горной промышленности, а именно к подземной разработке месторождений полезных ископаемых, и может быть использовано для зонного районирования поверхности рудного месторождения по степени потенциальной опасности к обрушению и обеспечения безопасных условий при подземной разработке.

Разработка полезных ископаемых в ослабленных зонах с соблюдением критических условий

обрушения земной поверхности в условиях неоднородности горного массива осуществляется за счет использования дискретного распределения массы (плотность остается постоянной в некотором интервале) вертикальная координата центра масс столба равна:

$$Z_c = \frac{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (Z_i^2 - Z_{i-1}^2) \rho_{i,i-1}}{\sum_{i=1}^n (Z_i - Z_{i-1}) \rho_{i,i-1}}, \quad (1)$$

где Z_i Z_{i-1} - координаты границ интервала с постоянной на этом интервале плотностью $\rho_{i,i-1}$, n - число интервалов. Следует отметить, что положение центра тяжести определяется распределением массы по глубине, а не просто глубиной и поэтому его изменение наиболее чувствительны к процессам происходящим в горном массиве.

Предлагаемый способ повышает точность определения границ этих зон на 5-7% и, следовательно, позволяет при соблюдений норм и требования безопасности горных работ вовлекать в добычу дополнительно «запретных» объемов от 5 и более процентов, в зависимости от мощности месторождения и глубины его простираия.

Изобретение относится к горной промышленности, а именно к подземной разработке месторождений полезных ископаемых, и может быть использовано для зонного районирования поверхности рудного месторождения по степени потенциальной опасности к обрушению и обеспечения безопасных условий при подземной разработки.

Существует способ [Предварительный патент РК №8159, опубликовано бюл. №11 от 15.11.1999 г. МПК E21C 39/00] где по вертикальной оси измеряют глубину и мощность каждой отработанной залежи. Затем суммируют величины глубин и мощностей, результаты которых выносят на план. Используя множество имеющихся геологических и разведочных скважин по всей площади месторождения или отдельных его участков, определяют для каждой точки поверхности значения суммарных глубин H и мощностей m . По результатам значений суммарной мощности на плане методом экстраполяции строят изолинии с определенным интервалом.

Выявленные объемные аномалии суммарной мощности накладывают на план горных работ месторождения. Наиболее опасными являются зоны с максимальными значениями суммарной мощности отработки месторождения. Затем, используя полученные значения суммарной мощности и глубины, определяют соотношение суммарной глубины H к суммарной мощности m . По результатам также методом экстраполяции строят изолинии кратности подработки H/m . Критерием прогноза обрушений принимается величина $H/m < 10$.

Накладывая полученные планы с изолиниями выявленных критериев на план горных работ, определяют аномальные зоны, потенциально опасные по обрушениям. При этом за опасные зоны принимают участки, где совпадают изолинии величин по критериям m и H/m . Эти участки по сравнению с остальными участками в объеме месторождения являются наиболее опасными по обрушениям.

Основным недостатком способа является то, что полученный критерий $H/m < 10$ определяются только геометрическими параметрами; глубиной выработанного пространства H и мощностью выработки m . В то же время известно, что параметры геодинамического события главным образом зависят от давления P на обрабатываемый участок со стороны налегающих пород, простирающихся от верхней границы выработанного пространство до поверхности месторождения пропорционально их весу, то есть распределению плотности в этом объеме:

$$P = k \int_0^H (x, y, z) \, g \, dz,$$
 где k - коэффициент пропорциональности, g - ускорение свободного падения, H - глубина выработанного пространство.

Поэтому на участках массива, находящихся в различных местах массива, но на одинаковой глубине от поверхности из-за различия распределения в плотности, давление будет другим

и, следовательно, ожидаемые геодинамические события будут существенно отличаться по всем параметрам. В то же время, установленные в способе критерий H/m для этих участков одинаковы. Таким образом точность определения границ зон на земной поверхности по степени потенциальной опасности зависит от однородности массива. С повышением однородности массива достоверность критерия возрастает. В связи с этим, учитывая, что в реальных условиях неоднородность по плотности может составлять до 30%.

Поэтому установленный критерий кратности $H/m < 10$ для анизотропного горного массива может накладывать неоправданные ограничения на извлечение значительных объемов полезных ископаемых.

Технической задачей предлагаемого изобретения является разработка полезных ископаемых в ослабленных зонах с соблюдением критических условий обрушения земной поверхности в условиях неоднородности горного массива.

Задача изобретения решается за счет использования дискретного распределения массы (плотность остается постоянной в некотором интервале) вертикальная координата центра масс столба равна:

$$Z_c = \frac{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (Z_i^2 - Z_{i-1}^2) \rho_{i,i-1}}{\sum_{i=1}^n (Z_i - Z_{i-1}) \rho_{i,i-1}}, \quad (1)$$

где Z_i Z_{i-1} - координаты границ интервала с постоянной на этом интервале плотностью $\rho_{i,i-1}$, n - число интервалов. Следует отметить, что положение центра тяжести определяется распределением массы по глубине, а не просто глубиной и поэтому его изменение наиболее чувствительны к процессам происходящим в горном массиве.

Центр тяжести характеризует распределение массы в столбе, а его изменение в процессе горных работ ее перераспределение по всей глубине массива. В процессе таких изменений за счет внутренних и внешних факторов, в условиях превышения скорости накопления энергии над ее распределением и диссипацией на некоторых участках приводит к ее избытку, следовательно к неустойчивости системы. Исходя из этих физических предпосылок степень изменения положения центра тяжести горного массива в столбе может служить локальным индикатором, образования аномальных областей.

Предлагаемый способ повышает точность определения границ этих зон на 5-7% и, следовательно, позволяет при соблюдении норм и требования безопасности горных работ вовлекать в добычу дополнительно «запретных» объемов от 5 и более процентов, в зависимости от мощности месторождения и глубины его простираения.

При дискретном распределении массы (плотность остается постоянной в некотором интервале) вертикальная координата центра масс столба равна:

$$Z_c = \frac{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (Z_i^2 - Z_{i-1}^2) \rho_{i,i-1}}{\sum_{i=1}^n (Z_i - Z_{i-1}) \rho_{i,i-1}}, \quad (1)$$

где Z_i Z_{i-1} - координаты границ интервала с постоянной на этом интервале плотностью $\rho_{i,i-1}$, n - число интервалов. Следует отметить, что положение центра тяжести определяется распределением массы по глубине, а не просто глубиной и поэтому его изменение наиболее чувствительно к процессам происходящим в горном массиве.

Центр тяжести характеризует распределение массы в столбе, а его изменение в процессе горных работ ее перераспределение по всей глубине массива. В процессе таких изменений за счет внутренних и внешних факторов, в условиях превышения скорости накопления энергии над ее распределением и диссипацией на некоторых участках приводит к ее избытку, следовательно к неустойчивости системы. Исходя из этих физических предпосылок степень изменения положения центра тяжести горного массива в столбе может служить локальным индикатором, образования аномальных областей.

Предлагаемый способ осуществляется следующим образом: на плане месторождения вычерчивают координатную сетку (x , y). За начало отчета по оси Z берется нижний горизонт месторождения (ось Z направляется вертикально вверх). Используя, координаты и данные множества имеющихся геологических и разведочных скважин по всей площади месторождения или для отдельных его участков определяют в каждой точке поверхности вертикальную компоненту координаты центра тяжести столба. С начала определяется Z_{c0} центра тяжести столба в изначально нетронутом горном массиве, если это возможно, в противном случае нетронутость массива достигается расчетным путем по известной массе извлеченной руды и геометрических размеров горной выработки. На следующем этапе находится центр масс Z_c столба по состоянию на текущий момент времени. Затем для каждой точки плана находится разность $\Delta Z = Z_{c0} - Z_c$ и результаты выносятся на план. На плане методом экстраполяции, соединяя точки с одинаковыми значениями ΔZ строят изолинии делящие поверхность месторождения на определенные зоны.

Наиболее опасными являются зоны с максимальным значением ΔZ , соответствующее наибольшим мощностям выработок и глубиной залегания. Степень опасности зоны зависит от ее ширины и величине перепада ΔZ_c с соседними зонами (от градиента ΔZ_c).

Учитывая важность мониторинга за состоянием дневной поверхности месторождения выведем начальные координаты вертикальной составляющей центра тяжести столба на эту поверхность. Для этого рассмотрим вертикальный столб, нижняя половина которого позиционирует собой собственно горный массив в исходном состоянии, а вторая - виртуальная, представляет собой зеркальное изображение первой половины. Все структурные изменения, возникающие в массиве отображаются в виртуальной половине и определяют положение Z_c .

Изменения положения центра тяжести характеризуется относительным смещением ε равным: $\varepsilon = \frac{Z_{c0} - Z_c}{Z_{c0}} = 1 - \frac{Z_c}{Z_{c0}}$ (2)

где Z_{c0} и Z_c - вертикальные компоненты координаты центра тяжести, соответственно, в исходном и текущем состояниях.

На плане, методом экстраполяции соединяя точки с одинаковым значениям ε строятся изолинии, делящие поверхности месторождения на определенные зоны (по аналогии с ΔZ).

Наиболее опасными являются зоны, с повышенным значением ε , соответствующее наибольшим мощностям выработок и глубиной залегания. Степень опасности зоны зависит от ее площади и разности ε соседних зон (от градиента ε). Охватываемую изолинии зональную поверхность месторождения можно характеризовать эффективным радиусом $R_{эфф}$ - радиусом окружности площадь которой равна площади зоны. Соответственно значение градиента ε определяет соотношением разности значений соседних зон ε на разность их эффективных радиусов:

$$\gamma = \frac{\Delta \varepsilon}{R} \quad (3)$$

Для Анненского рудника, входящего в состав Жезказганского месторождения относительное смещение вертикальной составляющей центра тяжести столба ε приведены в таблице I

Таблица I

Позонное значение относительного смещения вертикальной составляющей центра тяжести в

Зона	безопасная	опасная	высокоопасная
ε , %	$\varepsilon < 7$	$7 \leq \varepsilon \leq 12$	$\varepsilon > 12$
Цвет зоны на плане	зеленый	желтый	красный

Площадь опасных зон, определяемых по значению ε за счет повышения точности критерия характеризующее степень опасности зон и их границ на 10-15% меньше площади соответствующих зон определяемых по кратности подработки $N/m < 10$ при неукоснительном выполнении требований по обеспечению безопасности горных работ. Это позволяет повысить

извлечение полезных ископаемых за счет увеличения площади разрешительных зон на 5-10%.

На основе экспериментальных данных (геологические материалы опробования, результаты наблюдения геодезических съемок, используя данные дистанционного зондирования Земли и дешифрирования космических снимков) с учетом физико-механических свойств горного массива,

проведенного математического анализа, изучения причины и следствия произошедших обрушений получена корреляционная зависимость предельно-допустимой величины оседания η от ε :

$$\eta = \alpha\varepsilon^2 + \beta\varepsilon + c, \quad (4)$$

где α , β , c - экспериментальная константы определяемые константы для данного месторождения.

Таким образом предложенный способ прогноза при условии оперативного определения критериев может обеспечить достаточно высокий уровень прогнозирования геодинамических событий в условиях месторождения. Об этом свидетельствует достаточно высокая сходимость данных мониторинга с технологическими ситуациями в природных условиях.

Реализация на практике предложенного способа показала достаточно высокий уровень прогнозирования геодинамических событий и предотвращения техногенной катастрофы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ разработки полезных ископаемых в ослабленных зонах месторождений полезных ископаемых включающий определение границ ослабленных зон и выполнение горных работ, **отличающийся** тем, что определение границ осуществляют по смещению вертикальной компоненты центра масс массива исходного и текущего состояний, с использованием полученных данных строят изолинии относительного смещения вертикального компоненты центра масс, при этом за потенциально опасные зоны считают зоны, содержащие изолинии для которых соблюдаются критические условия обрушения земной поверхности, после чего горные работы осуществляют вне границ ослабленных зон.