

Аналіз розрахунків вагових коефіцієнтів для розглянутих способів підривання показав, що найбільше значення (0,386) має спосіб підривання зарядами в рукавах, а найменше (0,250) спосіб підривання зарядами з проміжками (рис. 4.)



Рис. 4. Вагові коефіцієнти для вибору способу підривання

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** 1. На основі методу аналізу ієрархій проведено порівняння способів підривання гранітних масивів суцільним зарядом, зарядом з проміжками та зарядом у рукавах відповідно до критеріїв максимального тиску продуктів вибуху, виходу негабариту, завищення підосви уступу.

2. Аналіз розрахунків відносного ступеня важливості обраних критеріїв показав, що найбільшу вагу (1,65) має критерій виходу негабариту, а найменшу (0,55) має критерій завищення підосви уступу.

3. У результаті порівняння встановлено, що ваговий коефіцієнт для способів підривання в суцільних зарядах, зарядах з проміжками та зарядах у рукавах складає відповідно 0,362; 0,250 та 0,386.

4. Згідно з оцінкою ступеня важливості кожного способу ведення вибухових робіт встановлено, що найкращим способом ведення вибухових робіт при руйнуванні гранітних масивів є спосіб підривання зарядами в рукавах, оскільки він має найбільший ваговий коефіцієнт 0,386.

#### Список літератури

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] /Т. Саати – М.: Радио и связь, 1993. – 254 с.
  2. Ефремов Э.И. Справочник по взрывным работам [Текст] /Э.И. Ефремов, А.А. Вовк, - К.: Наукова думка, 1983. – 227 с.
  3. Друкованый М.Ф. Буровзрывные работы на карьерах [Учебник] /М.Ф. Друкованый, В.И. Ильин, Э.И. Ефремов – М.: Недра, 1978. – 390 с.
- Рукопис подано до редакції 19.03.12  
УДК 622.83

Б.Ф. КУЧЕР, Д.Ф. МОИСЕЕВ, "ГПИ "Кривбасспроект",  
А.В. САЗОНОВ, ООО "Индустриальная группа - Магнетит"

#### ОБРАЗОВАНИЕ ВОРОНОК-ПРОВАЛОВ В КАРЬЕРЕ ПАО «ЦГОК»

Проведен анализ случаев образования провалов-воронок в подработанном подземными горными работами железорудном карьере. Определено условие (критерий) появления воронок, позволяющее прогнозировать «выход» новых воронок. Предложены меры безопасного ведения горных работ над подземными пустотами.

Ключевые слова: провалы, воронки, свод обрушения, разведка и погашение пустот, контроль потолочины над пустотами, безопасность ведения работ над пустотами.

Карьер № 1 ПАО "ЦГОК" отрабатывает месторождение магнетитовых кварцитов. На расстоянии 300-600 м от контура восточного борта и дна карьера шахтой "Октябрьская" ПАО "Кривбассжелезрудком" отрабатываются залежи природно-богатых руд системами с обрушением руды и вмещающих пород.

От подземных горных работ в карьере внезапно образуются воронки провалы (рис.1), которые представляют опасность для ведения горных работ в карьере.

Провалы поверхности происходят в течение 1-10 и более лет после отработки.

Для принятия мер безопасности необходимо определить условия образования воронок.

По условиям образования воронки делятся [1] на первичные и вторичные.

Первичные воронки – воронки обрушения, до появления которых земная поверхность не имела опасной деформации. Эти воронки образуются при отработке слепых залежей, при отработке верхних горизонтов залежей, выходящих под наносы, при погашении потолочин и междокамерных целиков.



**Рис.1.** Воронка-провал на восточном борту карьера ЦГОКа, образовавшаяся 08.07.1982 г. по 78 оси ш. "Октябрьская"

На образование первичных воронок влияет много факторов. Основные из них следующие:

физико-механические свойства покрывающей толщи горных пород (структура, крепость, коэффициент разрыхления);

геологические условия залегания пород (наличие тектонических нарушений, даек, зон выветривания, трещиноватость);

размеры и форма выработанного пространства; мощность обрабатываемых залежей, суммарная мощность сближенных параллельных залежей; глубина залегания рудного тела – отработки.

Вторичные воронки – воронки, образующиеся в

зоне трещин и террас.

Образованию вторичных воронок способствует [1]:

оставление в выработанном пространстве рудных и безрудных целиков, нарушающих нормальное (равномерное) развитие процесса сдвижения пород подработанной толщи;

разработка комплекса залежей сложного строения;

обрушение междупластья при разработке сближенных залежей;

неравномерный по площади выпуск руды из обрушенных блоков.

В связи с разнообразием влияющих факторов, сложностью их учета не разработаны теоретически обоснованные методы расчета образования воронок. Поэтому применяются эмпирические формулы.

Для условий разработки Криворожских железорудных залежей подземным способом "Правилами..." [1] установлены следующие критерии условия образования воронок.

При разработке слепых залежей образование первичных воронок определяется по формуле

$$K_{\delta} = \frac{V_o + V_{\hat{a}}}{V_o} > 1,15, \quad (1)$$

где  $V_o$  - объем коренных пород в области свода обрушения;  $V_{\hat{a}}$  - объем выработанного пространства.

Условие образования вторичных воронок

$$H_{\hat{a}}/m_{\hat{a}} \leq 15, \quad (2)$$

где  $H_{\hat{a}}$  - вертикальная мощность налегающих пород (без наносов);  $m_{\hat{a}}$  - вертикальная мощность рудного тела (или суммарная вертикальная мощность выемки сближенных залежей).

В ранее выполненных исследованиях [2] и "Правилах..." 1968г. [3] возможность образования первичных воронок при разработке слепых залежей определялась условиями

$$H_{\zeta} \leq 2,5\ell \text{ или } H_{\zeta} \leq 10m_{\hat{a}}, \quad (3)$$

где  $H_{\zeta}$  - глубина залегания верхнего контура залежи (выемки) от контакта коренных пород с наносами;  $\ell$  - пролет, меньший из двух размеров залежи (выемки) в плоскости пласта (длина выемки по простиранию или наклонная длина ее по падению);  $m_{\hat{a}}$  - наибольшая вертикальная мощность залежи (выемки).

Институтом ВНИМИ [4] в результате обобщения случая образования воронок при разработке "слепых" залежей Кривбасса получены условия образования первичных воронок

$$\frac{H}{m_{\hat{a}}} < 10; \frac{H'}{L'} < 4; \frac{H'}{n} < 4, \quad (4)$$

где  $H'$  - мощность коренных пород над верхним контуром отработки.

Авторами [5] предлагается определять условия образования воронок по трем графикам в осях  $H/m_d$  и  $H/L$ , которые образуют замкнутую область, где  $H$  - глубина отработки;  $L$  - пролет (наименьший размер) выработанного пространства;  $m_a$  - вертикальная мощность выработанного пространства.

Критерии других авторов (Риттера В., Слесарева В., Акимова А., Ковалева,) теории свода обрушения для однородного массива, применимы и для слоистого строения массива при усреднении прочностных свойств горных пород.

Наблюдения за процессом сдвижения массива горных пород при подземных разработках рудных месторождений, а также моделирование этих процессов в лабораторных условиях показывают, что обрушения массива горных пород происходят с образованием свода над выработкой [6].

Сущность образования свода, по В. Риттеру [7], заключается в отрыве от вышележащей толщи пород ядра свода под действием собственного веса. Свод естественного равновесия в однородной среде имеет параболический вид и теоретическое обоснование к нему дано В. Риттером. Высота свода обрушения как однородной, так и слоистой среды пропорциональна квадрату пролета выработки.

Задача заключается в определении формы кривой, ограничивающей свод обрушения, и в определении коэффициента пропорциональности (коэффициент устойчивости массива – С) для конкретных прочностных свойств подработанного массива.

Определяющими факторами в образовании воронок, обрушении поверхности над пустотами являются: устойчивость пород кровли, площадь (эквивалентный пролет) обнажения, высота пустоты. Первые два критерия определяют возможность обрушения поверхности, последний – определяет глубину провала, воронки.

Определим критерии образования воронок для условий восточного борта карьера №1 по фактическим случаям (рис. 2а,б) и характеристикам геометрических параметров воронок, образовавшихся на восточном борту карьера №1, представленных в табл. 1.

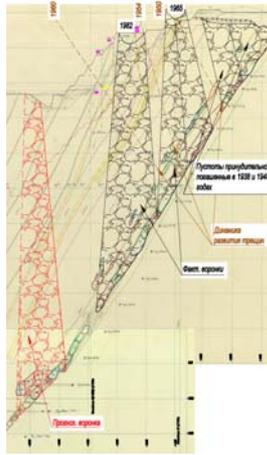


Рис. 2. Разрез по оси 68

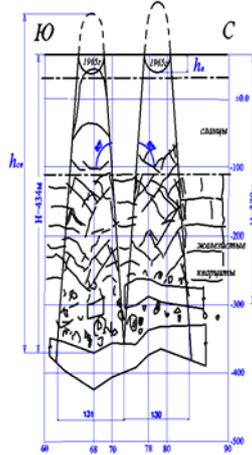


Рис. 3. Разрез (по ЛСП+300) по простиранию залежи в осях 60-90

Таблица 1

Геометрические параметры образовавшихся воронок

Номер воронки	Место, дата образования воронки	Диаметр воронки, м	Н - глубина до верха отработки в центре воронки, м	п - размер отработки по простиранию залежи, м	L <sub>г</sub> - горизонтальная проекция отработки на разрезе вкост простирания, м	L <sub>накл</sub> - наклонная проекция отработки на разрезе вкост простирания, м	L <sub>экв</sub> - эквивалентный пролет отработки на, м	Коэффициент устойчивости массива $C_{cp} = n/(L_{экв}^2 - d^2)$
1	м.о. 90 «Б» - ЛСП 350 м, 1960 г.	30	350	100	125	219	91	0,047
2	м.о. 100 «Б» - ЛСП 490 м, 1968 г.	47	526	150	180	316	136	0,032
3	м.о. 128 «Б» - ЛСП 670 м, 1969 г.	34	570	120	190	333	113	0,049
4	М.о 36 «О» - ЛСП 135 м, 1963 г.	50	100	70		250	67	0,050
5	м.о. 68 «О» - ЛСП 405 м, 1965 г.	68	434	131	180	286	119	0,046
6	м.о. 68 «О» - ЛСП 540 м, 1982 г.	40	646	126	215	377	120	0,050
7	м.о. 78 «О» - ЛСП 375 м, 1965 г.	54	400	130	135	237	114	0,040
8	м.о. 78 «О» - ЛСП 570 м, 1969 г.	16	674	85	135	237	80	0,110
9	м.о. 81 «Б» - ЛСП 290 м	32	330	90	135	237	84	0,055
10	м.о. 34 «О» - ЛСП 440 м, 1977 г.	23	450	75	100	159	68	0,110

В двух случаях был получен коэффициент устойчивости равный 0,110, в два раза превышающий все остальные. Это объясняется наличием участков, где провалы образовались в зоне террас и трещин, т.е. в зоне с интенсивным нарушением массива плоскостями смещения природного и техногенного происхождения.

По полученным значениям коэффициента устойчивости и эквивалентному пролету обнажения построены графики зависимости высоты устойчивого свода от эквивалентного пролета обнажения (рис. 4). Уравнение (кривая 1) аппроксимирует эту зависимость для случаев интенсивного нарушения массива террасами и плоскостями разрыва природного и техногенного происхождения с коэффициентом устойчивости, равным ( $C=0,11$ ), кривая 2 – для случаев подработанного массива в зоне сдвижения и трещин ( $C=0,55$ ), а кривая 3 – для неподработанного массива согласно "Правил ..." [1] ( $C=0,008$ ).

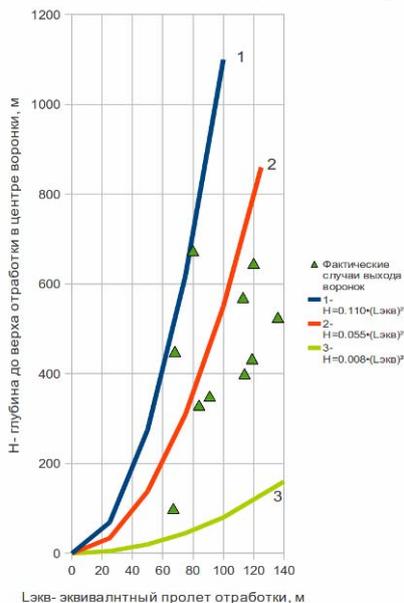


Рис. 4. График зависимости высоты устойчивого свода  $H$  от эквивалентного пролета обнажения  $L_{экв}$

В представленных в табл. 1 случаях образования воронок глубина воронки (провала) составляла  $0,4-0,5 m_v$  - вертикальной мощности отработки.

Значения коэффициента устойчивости, представленные в таблице и на рис. 4, позволяют определять параметры устойчивого свода в массиве для конкретных горно-геологических условий карьера №1 ПАО "ЦГОК". Использование коэффициента устойчивого свода позволяет оценить опасность пустоты на предмет образования воронки и провала в карьере

Процесс обрушения в массиве развивается послойно в течение многих лет. "Всплытие" пустоты может быть обнаружено геофизическими наблюдениями. В частности, над залежью "№ 8 ЦПЗ" положение пустоты контролировалось режимными гравиметрическими наблюдениями. В мае 1986 г. над этой залежью было зафиксировано уменьшение силы тяжести,

которое в декабре достигло  $0,6-0,8$  мГл. Участок карьера над отработанной залежью был закрыт. В середине 1987 г. на поверхности образовался провал размером в плане  $45 \times 55$  м [8].

В этом периоде мы разведкой (геофизика и бурение скважин) определяем размеры обнажений. По этим критериям определяем высоту устойчивого свода. Если свод достигает поверхности, то принимаются меры для погашения пустоты, чтобы предотвратить образования воронок (провала). В случае если необходимо на короткое время выполнить горные работы над пустотой, проводится мониторинг состояния потолочины.

Меры безопасности работ над пустотами заключаются в следующем:

расчетами по вышеизложенной методике в местах предполагаемых пустот определяются размеры устойчивого свода (свода обрушения);

проводится разведка предполагаемых пустот геофизическими методами (АМТЗ, РАП, гравиразведка);

по результатам геофизической разведки в местах аномалий уточняются положение и размеры пустоты путем бурения разведочных скважин.

При выявлении пустоты опасных размеров принимается решение о погашении пустот (засыпкой и закладкой через закладочный шурф, подрывкой потолочины). В случае выявления пустоты с высотой менее двух метров (глубина воронки по критерию  $0,5m_v$  составит менее 1 м) пустота может не погашаться.

Горные работы в местах возможного образования воронок производятся с применением режимных гравиметрических наблюдений.

#### Список литературы

1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок в Криворожском железорудном бассейне. Изд. ВНИМИ, Л. -1975.- 67 с.
2. Влияние подработки (подземных работ) на деформацию бортов карьеров ЦГОКа. Отчет о НИР №112: ВНИМИ, Ленинград, 1964. - 70 с.

3. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок в Криворожском железорудном бассейне. Изд. ВНИМИ, Л., 1968. - 71 с.
  4. Исследование устойчивости бортов карьеров Криворожского бассейна (карьера НКГОК'а и ЦГОК'а). Отчет о НИР №106: ВНИМИ, Ленинград, 1964. -165 с.
  5. Сдвигание горных пород и земной поверхности при разработке рудных залежей Криворожского бассейна / **К.К. Бойчук, А.Л. Монахов, В.Н. Романенко, А.В. Сазонов** // В кн.: IX международный конгресс по маркшейдерскому делу, Чешская республика, Прага. 18-22 июня 1994г. Том-доклады, 1994 г.- С. 542-544.
  6. **Куликов В.В.** Выпуск руды. М., Недра, 1980. - 303 с.
  7. **W. Ritter.** Die Stalik der Nunnelgewlbe. Berlin, 1879.
  8. Геофизика в маркшейдерском деле. **Сазонов В.А., Сосик Д.И.** - М.: Недра, 1989. -120 с.
- Рукопис подано до редакції 19.03.12

УДК 658.38

Н.Ю. ШВАГЕР, д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ И ГРУППОВЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ**

В статье изложены современные методы изучения профессиональных рисков, что позволяет актуально оценить объемы финансовых страховых ресурсов для компенсации утраты заработка и финансирования лечебных, оздоровительных и реабилитационных мероприятий.

**Вступление.** Масштаб анализа профессиональных рисков обусловлен сложной природой, значительным их многообразием, труднопредсказуемыми и длительными последствиями. Так, специалисты МОТ и ВОЗ выделяют более 150 классов профессиональных рисков и приблизительно 1 тыс. их видов, которые представляют реальную опасность для 2 тыс. различных профессий [1]. При этом считается, что данная классификация является неполной и охватывает только отдельные аспекты безопасности и гигиены труда.

Столь широкое распространение профессиональных рисков объясняется высоким уровнем развития индустриального труда, когда активное применение техники и технологии, химических и биологических веществ, различных видов энергии и проникающего излучения приводит к тому, что практически все сферы жизнедеятельности людей (в том числе и непроизводственные) буквально пронизаны рисками.

**Анализ публикаций.** Многие ученые говорят о том, что полностью избежать рискованных ситуаций в процессе труда в сфере материального производства сегодня уже невозможно. Так, Э. Гидденс считает риск одной из атрибутивных черт "высокой современности", которая характеризуется принципиальной неуправляемостью целого ряда ситуаций и процессов, угрожающих не отдельным индивидам и небольшим сообществам, а человечеству в целом.

Риск, по мнению У.Бека, - это всеобъемлющая характеристика общества на определенном уровне его развития, которое после индустриального и постиндустриального этапов превращается в "общество риска". Суть "общества риска" состоит в том, что логика производства индустриального общества (накопление и распределение богатства) трансформируется в логику производства массового распространения рисков, порождаемых научно-техническими системами. Растущие по масштабам и сфере распространения риски приводят к обесцениванию произведенного обществом богатства, порождают глобальную нестабильность, неопределенность и в конечном счете подрывают сам принцип рыночного хозяйства [2].

Интерес к природе различных видов риска стал предметом профессиональной деятельности специалистов различных областей знаний. Круг категорий риска, его понятийный аппарат существенно расширился. Помимо традиционных видов риска, все большее внимание уделяется таким его разновидностям, как цивилизационные, техногенные, политические и модернизационные риски. При этом риски изучаются применительно к различным объектам и субъектам и разным условиям: риск - индивид; риск - профессиональная группа работающих; риск - популяция целой территории (население страны и группы стран).

**Изложение материала.** Основным понятием, характеризующим степень защищенности от влияния риска, является безопасность. Данная категория имеет целеполагающее значение для управления риском (например, профессиональным его видом) и обеспечения максимально возможной степени защищенности социальных систем от экономических и технологических воздействий. Такая