

УДК 622.274.54'112.3

В.В. ЦАРИКОВСКИЙ, д-р техн.наук, С.В. СИРОТЮК, соискатель, ГП «НИГРИ»

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ РУДНЫХ ОБНАЖЕНИЙ И ПРОЦЕССОВ САМООБРУШЕНИЯ РУДНОГО МАССИВА

Изложены результаты исследований по установлению взаимосвязи между параметрами подсеченного массива и процесса его самообрушения.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Многолетний опыт применения систем разработки с самообрушением рудного массива для отработки богатых руд на верхних горизонтах шахт Кривбасса убедительно доказал их высокую эффективность по сравнению с остальными применявшимися в Кривбассе системами разработки. Однако, в середине 60-х годов прошлого столетия от них пришлось отказаться в связи с возникшим противоречием между необходимой площадью обнажения для самообрушения рудного массива и площадью днищ, которая обеспечивала бы устойчивость выработок доставки.

Как показали исследования авторов на достигнутых очистными работами глубинах на шахтах Кривбасса вышеуказанное противоречие возможно разрешить. Поэтому авторами на основании проведенных ими исследований изменения напряженного состояния рудного массива в процессе его самообрушения были разработаны соответствующие технологии добычи богатых руд, которые позволяют в 2,9...3,5 раза сократить объемы бурения глубоких скважин и уменьшить в 3,1...4,4 раза использование взрывчатых веществ. Однако, для внедрения разработанных технологий необходимо дополнительно разработать геомеханические основы определения геометрических параметров технологий с самообрушением рудного массива, которые позволят управлять процессом самообрушения в различных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Анализ исследований и публикаций. Исследованию вопросов управления процессами самообрушения рудного массива в ходе очистной выемки посвящены работы известных ученых Г.М. Малахова, М.И. Агошкова, С.Г. Борисенко, П.М. Вольфсона, В.Ф. Лавриненко, А.В.Куликова и многих других исследователей. Но на данный момент времени отсутствуют решения, позволяющие прогнозировать развитие процесса самообрушения руд во времени и пространстве в различных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Постановка задачи. Все вышеизложенное позволяет сделать вывод, что в настоящее время для внедрения технологий добычи железных руд, позволяющих существенно снизить себестоимость добычи руды, а, следовательно, повысить конкурентоспособность горнодобывающих предприятий с подземной добычей руд, необходимо разработать геомеханические основы способов управления самообрушением рудного массива в различных горно-геологических и горнотехнических условиях.

В этой связи были проведены специальные исследования по установлению взаимосвязи между параметрами обнажений и процессов самообрушения рудного массива. Основные результаты указанных исследований приведены в данной статье.

Изложение материала и результатов. Для установления взаимосвязи между параметрами горизонтальных рудных обнажений и процессов самообрушения рудных массивов использованы основные положения метода расчетных функциональных характеристик. Основным отличием указанного метода определения допустимых параметров систем разработки является рассмотрение практики отработки запасов выемочных единиц, как моделирование изучаемых процессов в натуральных условиях.

В процессе проведения исследований собраны геологические и маркшейдерские материалы, которые содержат сведения о горно-геологических и горнотехнических условиях отработки запасов, а также о параметрах, продолжительности существования и устойчивости горизонтальных рудных обнажений в 34 блоках 18 залежей различной морфологии на глубинах, изменяющихся от 470 до 900 м.

Методика первичной обработки производственной информации заключалась в следующем. По геологическим материалам определялись класс залежи, в которой располагались самообру-

шившиеся горизонтальные рудные обнажения и коэффициент крепости рудного массива. По маркшейдерским материалам определялись размеры горизонтальных рудных обнажений по a и вкrest M_r простирания залежи, продолжительность их устойчивого состояния t_c , а также параметры процесса самообрушения подсеченных рудных массивов, т.е. высоты свода самообрушения h_o , размеры самообрушения по a_o и вкrest M_o простирания залежей и продолжительность процесса самообрушения руды t_o .

Затем для каждого горизонтального самообрушившегося рудного обнажения согласно их размеров определялись значения их фактических эквивалентных пролетов m_o . Применительно к горно-геологическим и горнотехническим условиям расположения каждого самообрушавшегося горизонтального рудного обнажения согласно требований работы [1] определялись предельные значения их эквивалентных пролетов ($m_{z(t)}^o$).

По определенным значениям фактических и предельных эквивалентных пролетов для каждого рудного обнажения определялось значение их соотношения $m_o / m_{z(t)}^o$.

Для установления взаимосвязи между эквивалентными пролетами горизонтальных рудных обнажений и параметрами процесса самообрушения рудного массива строились графики $h_o = f(m_o / m_{z(t)}^o)$ рис. 1, $a_o / a = f(m_o / m_{z(t)}^o)$ рис.2 и $M_o / M_z = f(m_o / m_{z(t)}^o)$ рис.3.

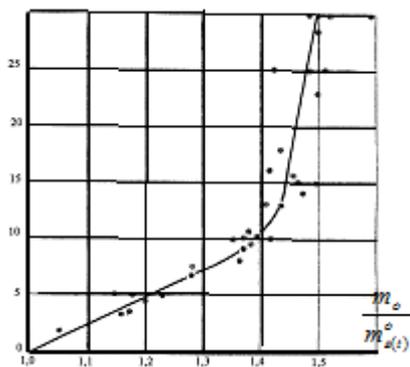


Рис. 1. Зависимость высоты самообрушения рудного массива h_o от степени превышения предельного значения эквивалентного пролета горизонтального рудного обнажения в заданных горнотехнических условиях ($m_o / m_{z(t)}^o$)

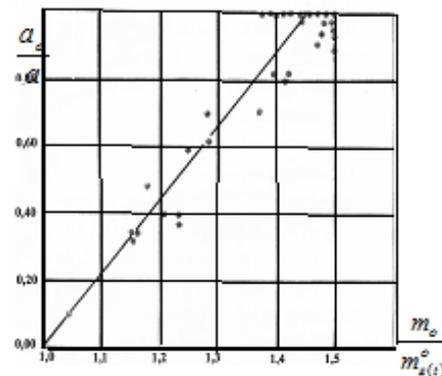


Рис. 2 Зависимость степени самообрушаемости рудного массива по простиранию a_o/a от степени превышения предельного значения эквивалентного пролета горизонтального рудного обнажения в заданных горнотехнических условиях ($m_o / m_{z(t)}^o$)

Из анализа рис. 1 следует, что с увеличением соотношения фактического эквивалентного пролета горизонтального рудного обнажения, предшествующего самообрушению рудного массива m_o , и предельного из условий устойчивости эквивалентного пролета горизонтального обнажения в заданных горно-геологических и горнотехнических условиях $m_{z(t)}^o$ от 1,00 до 1,35 высота самообрушения рудного массива h_o возрастает пропорционально увеличению указанного соотношения ($m_o / m_{z(t)}^o$). При дальнейшем увеличении соотношения указанных пролетов высота самообрушения резко возрастает до 20-30 м.

Линейный участок установленной зависимости аппроксимируется функцией вида

$$h_o = K_o (m_o / m_{z(t)}^o - 1), \quad (1)$$

где $K_o=25$ - коэффициент, характеризующий обрушаемость рудного массива по восстанию залежи.

Следует отметить, что выражение (1) справедливо лишь в случае, когда $1,0 \leq (m_o / m_{z(t)}^o) \leq 1,35$.

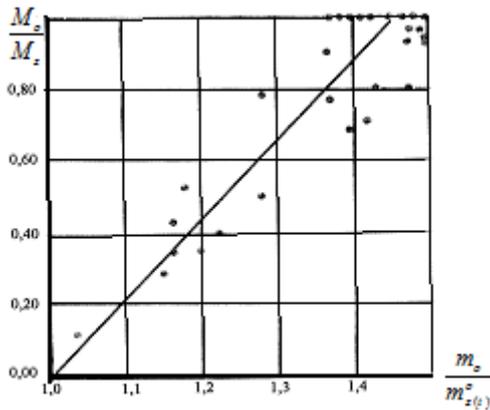


Рис. 3. Зависимость степени самообрушаемости рудного массива вкрест простирания M_o/M_r от степени превышения предельного значения эквивалентного пролета горизонтального рудного обнажения в заданных горнотехнических условиях ($m_o/m_{z(t)}^o$)

Из рис. 2 и 3 видно, что обрушаемость рудного массива как по простиранию залежи (см.рис. 2), так и вкрест ее (см.рис. 3) линейно зависит от соотношения значений фактического эквивалентного пролета горизонтального рудного обнажения предшествующего самообрушению рудного массива (m_o) и предельного из условий устойчивости горизонтального обнажения эквивалентного пролета ($m_{z(t)}^o$) в заданных горно-геологических и

горнотехнических условиях.

Математическая обработка зависимостей представленных на рис. 2 и 3 позволяет сделать вывод, что:обрушаемость рудного массива по простиранию залежи описывается выражением

$$a_o / a = 2,2 (m_o / m_{z(t)}^o - 1) \tag{2}$$

обрушаемость рудного массива вкрест простирания залежи описывается выражением

$$M_o / M_z = 2,2 (m_o / m_{z(t)}^o - 1). \tag{3}$$

Из сопоставления выражений (2) и (3) следует, что обрушаемость рудного массива по и вкрест простирания залежей одинакова.

О тесноте связи между исследуемыми факторами свидетельствует то, что расчетные значения критерия Фишера для всех указанных зависимостей при 5 % уровне значимости гораздо выше табличных, что указывает на существенную зависимость между исследуемыми факторами.

Из выражений (2) и (3) следует, что:

$$a_o = 2,2a(m_o / m_{z(t)}^o - 1) ; \tag{4}$$

$$M_o = 2,2M_z(m_o / m_{z(t)}^o - 1). \tag{5}$$

Выражения (1,4,5) позволяют прогнозировать параметры самообрушения рудного массива при изменяющихся во времени размерах его подсечки. В связи с указанным они представляют собой геомеханические основы определения геометрических параметров обнажений, обеспечивающих регулируемое самообрушение рудного массива в различных горно-геологических и горнотехнических условиях отработки запасов богатых руд.

Проведенные исследования позволили также установить динамику развития самообрушения рудного массива в зависимости от продолжительности его подсечки при неизменяющихся во времени ее размерах (рис. 4).

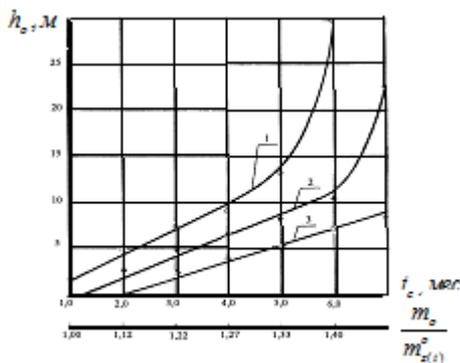


Рис. 4 Зависимость высоты самообрушения рудного массива от продолжительности существования его обнажения: 1,2,3 – продолжительность подсечки рудного массива 05; 1,0; 2,0 мес

Из рис. 4 следует, что:интенсивность естественно-го самообрушения рудного массива зависит от продолжительности создания подсечки рудного массива с предельным для заданных горно-геологических и горнотехнических условий эквивалентным пролетом ее горизонтального обнажения; с увеличением предельного эквивалентного пролета горизонтального обнажения кровли подсечки и уменьшением сроков ее образования возрастает интенсивность естественного самообрушения рудного массива.

Из изложенного следует, что самообрушение рудного массива может происходить в двух режимах:

самообрушение рудного массива при периодическом увеличении его размеров в плане (рис. 1-3);

естественное самообрушение рудного массива при постоянном размере самообрушающейся части его в плане (рис.4).

При первом режиме самообрушения рудного массива наблюдается три стадии очистной выемки:

I стадия - подсечка рудного массива, параметры которой в процессе ее образования устойчивы;

II стадия - постепенное увеличение геометрических параметров подсеченного рудного массива до размеров, обеспечивающих создание рудной подушки на выпускных выработках;

III стадия - увеличение размеров подсеченного рудного массива до параметров, обеспечивающих его массовое самообрушение.

При втором режиме самообрушения рудного массива на

I стадии - проводится подсечка рудного массива по всей подлежащей самообрушению его площади;

II стадии - естественное самообрушение рудного массива по всей площади вплоть до его массового самообрушения за счет снижения его устойчивости во времени.

Выводы и направление последующих исследований. Зависимости приведенные в данной работе представляют геомеханические основы определения геометрических параметров обнажений, обеспечивающих регулируемое самообрушение рудного массива в различных горно-геологических и горнотехнических условиях отработки запасов богатых железных руд. Таким образом, решена актуальная задача, позволяющая повысить эффективность подземной добычи руд и конкурентоспособность горнодобывающих предприятий.

Список литературы

1. Настанова Міністерства промислової політики України «Визначення та контроль допустимих розмірів конструктивних елементів систем розробки залізних руд. Інструкція по застосуванню»/ **Є.Бабець, В.Сакович, С.Сиротюк, В.Цариковський, Вал.Цариковський, Є.Яценко**/ - Кривий Ріг: ДП «НДГРІ», 2010 -121 с.

Рукопись поступила в редакцию 29.03.12

УДК 622.831

Н.Н. КАСЬЯН, д-р техн. наук, проф., И.Г. САХНО канд. техн. наук, доц.,
О.К. МОРОЗ канд. техн. наук, проф.

УПРАВЛЕНИЕ КИНЕТИКОЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ПОРОД В ПРЕДЕЛАХ ЗОНЫ РАЗРУШЕНИЯ ВОКРУГ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

В лабораторных условиях выявлены закономерности перемещения элементов деструктурированного массива в пределах зоны разрушенных пород, предложен способ управления направлением их перемещений, путем создания в массиве искусственных плоскостей скольжения.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Одним из условий эффективной и безопасной работы шахт Украины является обеспечение устойчивого состояния горных выработок на протяжении всего периода их эксплуатации при минимальном расходе материалов. Традиционный подход, основанный на увеличении сопротивления крепи выработки смещениям вмещающих пород, реализуемый за счет повышения металлоемкости каждого погонного метра выработки в условиях современных горно-геологических условий, существенно повышает затраты на сооружение и поддержание горных выработок, однако уже не обеспечивает существенного улучшения их состояния. Об этом свидетельствует опыт внедрения в последние годы на передовых угледобывающих предприятиях Украины средств и технологий поддержания горных выработок, отвечающих современному мировому уровню. Даже на этих предприятиях вопрос восстановления эксплуатационного состояния выработок, подверженных влиянию очистных работ и поддерживаемых за лавой, стоит достаточно остро.

Анализ исследований и публикаций. Фундаментальные исследования геомеханической системы «массив-горная выработка», проведенные в последние 70 лет, позволяют однозначно утверждать, что с современных позиций смещения контура горной выработки и нагрузка на ее крепь определяются образованием и последовательным развитием вокруг нее зон упругих, не-