

УДК 622.272

**А.В. Баранов**

## **РАЗРАБОТКА ПЛАНОГРАММЫ ВЫПУСКА РУДЫ ПРИ ОТРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИСТЕМАМИ С САМООБРУШЕНИЕМ**

*Установлено, что обрушение руды происходит из-за развития растягивающих напряжений в кровле камер, что благоприятно сказывается на обрушении, оно ведется в мелких и средних размеров кусках. Разработана последовательность ведения горных работ при отработке мощных крутопадающих месторождений системами с самообрушением, установлено три фазы отработки, и для них составлены самостоятельные планы выпуска руды, ведения всего комплекса горных работ.*

*Ключевые слова: самообрушение руды, планограмма выпуска руды, напряжения в кровле камер, стадии обрушения, выпуск руды под обрушенными породами.*

---

**A.V. Baranov**

### **THE DEVELOPMENT OF ORE DRAWING PLANOGRAM DURING MINING WITH CAVE IN TECHNOLOGIES**

*It was proven that the cave-in of rocks is induced by pulling stress in cover of cavity. The rock mass breaks into fine and middle class of blocks. The series of techniques for mining high steeply-dipping deposits using cave-in method is developed. The phases of exploration are defined; a set of ore output planograms for each of them are drawn as well as planograms of whole field exploration.*

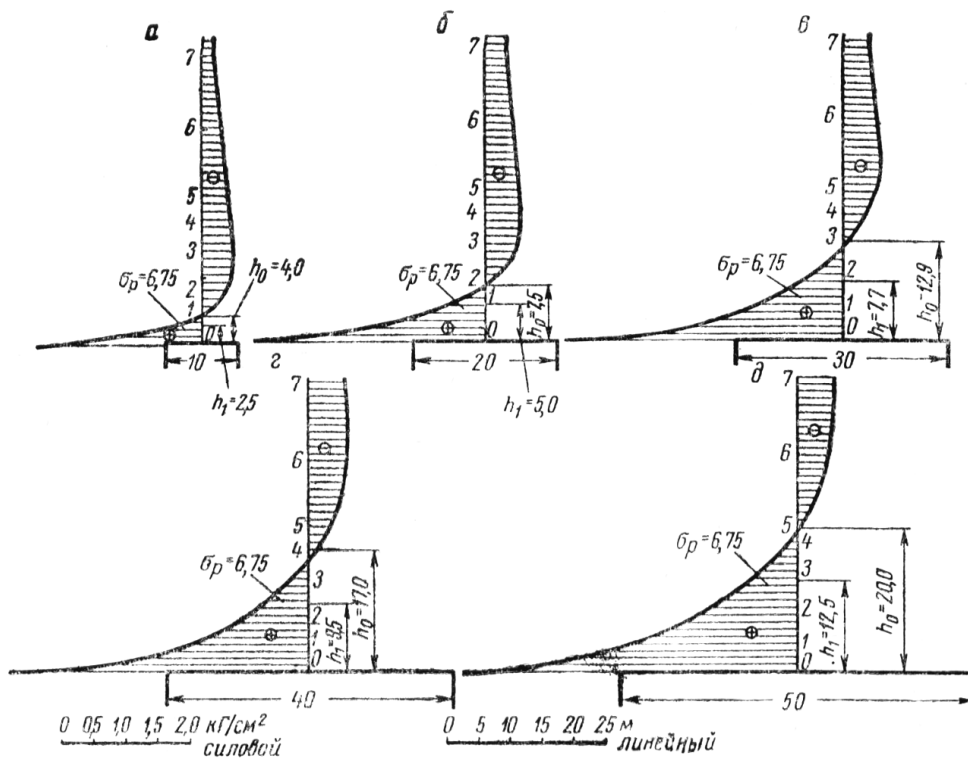
*Cave in of rock mass, ore output planogram, stress in cover of a cavity, caving stages, ore output under caved in rocks.*

**С**истемы разработки с самообрушением руды являются самыми низкзатратными, поэтому они становятся наиболее приемлемыми для месторождений с низким содержанием полезных компонентов, разработка которых другими системами была бы нерентабельной. Эту технологию успешно используют на подземных рудниках в ведущих горнодобывающих странах (ЮАР, Австралия, Чили, Канада, и др.), а компании,

применяющие её, являются наиболее передовыми в сравнительной мировой оценке, самыми конкурентоспособными на рынке металлов, самыми эффективными по производственным и экономическим показателям.

Планограмма отработки очистных блоков – это порядок и режим выпуска руды из каждого конкретного выпускного отверстия. Требования по составлению такой планограммы заключаются в том, чтобы обеспечить максимальное извлечение руды, а следовательно, полезного компонента из блока, при минимальных потерях и разубоживании. В идеальном случае это обеспечивается, если по мере выпуска рудной массы контакт руды и вмещающих пустых пород сохраняется горизонтальным, или имеющим небольшой уклон. Предельный угол положения контакта, при котором считается, что влияние не велико, 30 град.

На основе специально построенных календарных планов, большого накопленного производственного опыта сформулированы требования к последовательности технологических про-



**Рис. 1. Эпюры напряжений в кровле камер подсечки Никитовского рудника, с пролетами: а – 10 м; б – 20 м; в – 30 м; г – 40 м; д – 50 м**

цессов при обработке очистных блоков, которые состоят в следующем:

1. Подготовка и нарезка выработок основания блока.

2. Создание свободного пространства подсечки – проходка выработок горизонта подсечки и подрыв целиков между ними. Выпуск горной массы.

3. Формирование сводчатой формы контура самообрушения – разработка планограммы опережающего выпуска руды из центральных воронок в начальной стадии обработки блока.

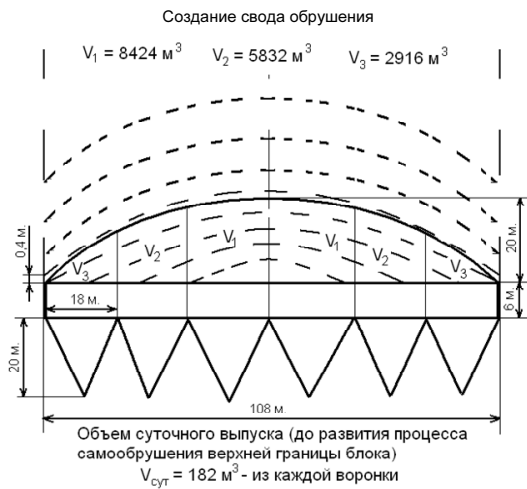
4. Выпуск руды в первой стадии обработки блока – разработка планограммы предварительного выпуска руды, при соблюдении условия наличия зазора между навалом руды и кровлей свода – 3-5 м.

1. Выпуск руды до полной обработки всех запасов блока – разработка планограммы массового выпуска руды из всех выпускных воронок до появления в них пустых пород.

Как видно из приведенной последовательности работ, для полной обработки блока необходимо разработать три планограммы:

- планограмму опережающего выпуска,
- планограмму предварительного выпуска,
- планограмму массового выпуска руды.

Образование кусков приемлемой величины происходит за счет возникновения сжимающих и растягивающих напряжений в контуре обрушения. Куски руды, находящейся у кровли,



испытывают растягивающие напряжения, т.к. этот свод не имеет опор в нижней части, и над ним проходит свод сжимающих напряжений. Вследствие этого идет раскрытие всех имеющихся трещин в руде у кровли. О данном характере распределения сжимающих и растягивающих напряжений в кровле очистной камеры свидетельствуют результаты, полученные замерами в реальных условиях подземного рудника (рис. 1).

Сжимающимися верхними слоями слой руды у кровли выдавливается вниз и обрушается в мелких и средних кусках (рис. 2).

Так, при основании блока, состоящем из 6 воронок, каждая размером по 18 м, для создания требуемого свода обрушения необходимо начать выпуск руды из центральных двух воронок, затем вести выпуск равными порциями из четырех воронок, и затем – равными порциями – из 6 воронок.

Чтобы получить требуемую форму свода соотношение объемов выпускаемой из каждой воронки руды должно быть следующим:

- если из двух центральных воронок выпущено по  $8424 \text{ м}^3$  руды, то,

**Рис. 2. Формирование planoграммы опережающего выпуска руды для формирования свода обрушения**

- из следующих за ними воронок необходимо выпустить по  $5832 \text{ м}^3$  руды,  
- из крайних воронок при этом необходимо выпустить по  $2916 \text{ м}^3$  руды.

Этим обеспечивается п.3 требований к последовательности технологических процессов при обработке очистных блоков.

Далее начинается массовый первичный выпуск руды, характерный тем, что из каждого выпускного отверстия выпускается одинаковое количество руды, ограниченное. Такой ограниченный темп будет продолжаться, пока процесс самообрушения руды не достигнет контакта с налегающими пустыми породами.

Необходимо учитывать, что пустое пространство между кровлей массива и навалом обрушенной руды не должно превышать 40 -50 сантиметров (рекомендации консультантов компании «Де Бирс»), чтобы избежать механических и воздушных ударов при падении части кровли на обрушенную руду, но вместе с тем обрушенную руду не должна подпирать кровлю, так как это может привести к торможению процесса обрушения. Если правильно сформирован свод обрушения, то процесс самообрушения массива становится стабильным, можно контролировать его ход. Руда при этом обрушается в мелких кусках, количество негабаритных кусков незначительное, чем существенно снижается объем вторичного дробления.

При правильном формировании купола самообрушения процесс устойчиво развивается столбообразно вверх,

до контакта с пустыми породами, и далее – до выхода на поверхность. Самостоятельное развитие столбов позволило разработать вариант технологии – этажное самообрушение с фронтально-торцевым выпуском руды, который был успешно применен на руднике Коффифонтейн.

После завершения стадии предварительного выпуска начинается стадия интенсивной отработки блока, по такой же планограмме – равномерно-последовательного выпуска руды, до появления в воронках пустых пород.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмин Е.В., Узбекова А.Р. Самообрушение руды при подземной добыче. М., изд. МГГУ, 2006, 284 с. **ГЛАВ**

#### Коротко об авторе

Баранов А.В. – горный инженер, ассистент кафедры,  
Московский государственный горный университет,  
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru



---

#### ПРЕПРИНТ ОТДЕЛЬНАЯ СТАТЬЯ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ

**Дмитриев В.В., Полякова Т.Ю.**

**Моделирование случайного шахтного грузопотока в ППП MATLAB: Отдельные статьи горного информационно-аналитического бюллетеня.** — 2009. № 1. — 26 с. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2009. ISSN 0236-1493

Приведены результаты разработки математической модели случайного шахтного грузопотока. Представлены уравнения и схемы моделирования, подтверждена адекватность разработанной модели реальным грузопотокам с известными характеристиками.

**Dmitriev V.V., Poljakova T.J.**

**Modelling of a casual mine cargo traffic in PPP MATLAB: Separate articles of the Mining Informational and Analytical Bulletin** — 2009. № 1. — 26p. — М.: Publishing house of the Moscow state mining university, 2009. ISSN 0236-1493

There are given the results of developing of a mathematical model of a casual mine cargo traffic. The equations and modelling schemes are presented, adequacy of the developed model to the real cargo traffics with known characteristics is confirmed.