УДК 622.273.32

А.М. ГИЛЬДЕЕВ
Сибирский федеральный университет,
Институт цветных металлов и золота, Красноярск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАНТОВ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ С ОБРУШЕНИЕМ РУДЫ И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД МОДЕЛИРОВАНИЕМ НА ЭВМ

Исследованы различные варианты систем разработки с обрушением руды и вмещающих пород моделированием на ЭВМ в среде AutoCAD. Установлены закономерности формирования показателей полноты и качества извлечения при выпуске руды под обрушенными породами.

This work studies various methods of mining with ore and gangue rock caving with application of computer simulation using the AutoCAD software package. Regularities in indices of completeness and quality of ore extraction under the caved rocks have been determined.

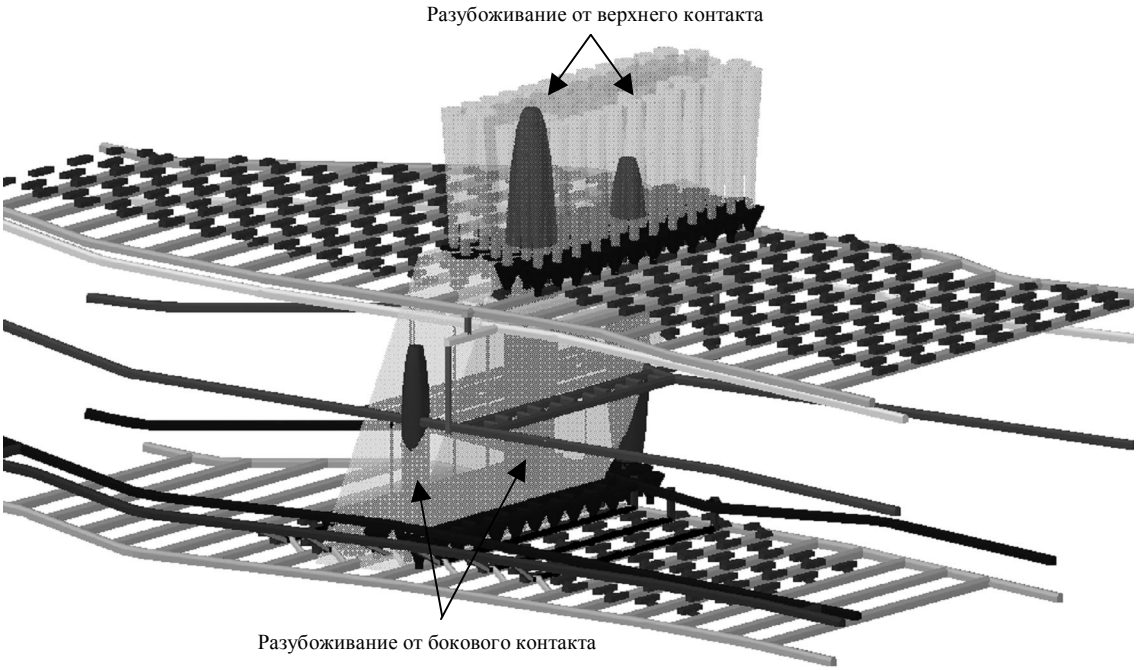
Системы разработки с обрушением руды и вмещающих пород в практике разработки рудных месторождений полезных ископаемых находят широкое применение. Их эффективность во многом определяется весьма специфичным процессом выпуска руды под обрушенными породами, при котором формируются показатели полноты и качества извлечения полезного ископаемого из недр. Для установления их рационального уровня с целью получения максимального экономического эффекта в зависимости от горно-геологических условий залегания месторождений (мощности и угла падения залежей), параметров технологического комплекса выпуска (расстояния между пунктами стоков, их габаритов, высоты выпускаемого слоя, размеров массивных препятствий истечению), наличия, количества и расположения появляющихся в результате разработки смежных выемочных единиц воронок обрушенных пород необходимо иметь представление о сущности протекания процесса в весьма различных ситуациях. В указанном ракурсе поставленная задача эффективно решается только математическим моделированием. Физическое моделирование ввиду трудоемкости не обеспечит всестороннего охвата условий. Кроме того, его весьма нерационально проводить для каждой выемочной единицы, чего, однако, требует практика. Роль физического моделирования – установить закономерности, могущие стать базой математических моделей.

Цель работы – выявление закономерностей формирования показателей полноты и качества извлечения при выпуске руды под обрушенными породами. Поставленная цель достигается моделированием процесса выпуска руды на ЭВМ, в частности в программной среде AutoCAD: лишь с помощью ЭВМ можно адекватно отразить ситуацию разработки запасов выемочных единиц, особенно усложненную при их повторной разработке, только применение ЭВМ позволяет установить полнокровные закономерности формирования потерь и разубоживания в зависимости от ключевых параметров системы разработки и горно-геологических условий.

На основе имеющегося представительного опыта разработки месторождений полезных ископаемых системами с обрушением можно выделить принципиальные их разновидности. При этом следует отметить, что вариантообразующим признаком в системе разработки с обрушением будет процесс выпуска руды под обрушенными породами. По способу выпуска руды класс систем разработки с обрушением руд и пород можно разделить на два подкласса: донный и торцовый выпуск. Классификационным признаком деления подкласса торцового выпуска на группы выступает масштаб обрушения и выпуска. Здесь выделяются две группы: подэтажное и этажное обрушение. Группа подэтажного обрушения делится на подгруппы с массовой отбойкой и послойным выпуском и с послойной отбойкой и выпуском. Классификационным признаком деления подкласса технологии с донным выпуском на группы выступает, также как и в подклассе торцового выпуска, масштаб обрушения и выпуска. Здесь также можно выделить две группы: при подэтажном и этажном обрушении. Группа этажного обрушения делится на подгруппы: один этаж и *n*-этажей.

В основу твердотельного моделирования заложены теоретические положения Д.Е.Малофеева, учитывающие параметры пункта стока (диаметр выпускного отверстия или ширина «живого» сечения потока), расстояние между пунктами стока, высоту выпускаемого слоя, показатель физико-механических свойств сыпучей среды, наличие и количество породных воронок. К основным атрибутам процесса выпуска относятся фигура выпуска и воронка внедрения пустых пород.

В качестве примера рассмотрим моделирование донного выпуска Тейского железорудного месторождения. На основе имеющихся разрезов отстроено рудное тело Тейского месторождения с учетом породных прослоев, для которого сконструирована система разработки с выпуском руды через воронкообразное днище при помощи вибро-доставочных погрузочных устройств ВДПУ-4ТМ (см. рисунок). Средствами среды AutoCAD определяются наличие и количество в



Моделирование системы разработки этажного принудительного обрушения с донным выпуском через воронкообразное днище при помощи вибро-доставочных погрузочных устройств ВДПУ-4ТМ

объемах выпуска включений разубоживающих пород и рудной массы, а также количество запасов слоя. Результатом моделирования является прогноз показателей извлечения, получение зависимостей формирования потерь и разубоживания. Установлено, что угол падения залежи при донном выпуске оказывает существенное влияние: запасы руды с недостаточно крутого лежачего бока (50-60°) практически выпускаются наполовину, запасы руды со стороны недостаточно крутого висячего бока также выпускаются на 50-60 %, в связи с интенсивно нарастающим разубоживанием. В центральной части блока извлечение наибольшее. При конструкции днища с расположением фигуры выпуска вне породных воронок разубоживание с некоторого момента не ведет к сокращению потерь. Чем больше мощность рудного тела (больше доля центральных запасов), тем полнота извлечения по выемочной единице в целом выше при меньшем разубоживании.

Аналогично моделировались варианты систем разработки Абаканского рудника, Олимпиадинского месторождения, Коммунаровского рудника.

По результатам моделирования можно сделать следующие выводы:

1. Форма рудопородного контакта является одним из ключевых факторов при определении показателей извлечения. Пренебрежение извилистой формой контакта и придание ей прямолинейной формы искажает показатели извлечения в среднем на 14 %.

2. Проектирование пунктов стока должно учитывать рудопородный контакт. Расположение пунктов стока между воронками, образованными на предыдущем этаже, обеспечивает увеличение показателей извлечения на 4-5 %, что весьма ощутимо. Кроме того, аналогичным образом следует учитывать имеющиеся в рудном теле породные прослои, не учтенные при подсчете запасов.

3. При проектировании торцового выпуска (исследование проведено в условиях Олимпиадинского месторождении) во избежание повышенных потерь и разубоживания, прежде всего со лба и с боков выпускаемого слоя, следует жестко увязывать толщину слоя и глубину забора руды, ширину слоя и ширину фронта забора руды при определенной высоте слоя и физико-механических свойствах выпускаемой сыпучей среды. Эффективным решением является полная плоская подсечка выпускаемых запасов: при практически одинаковых показателях извлечения в сравнении со «шведским вариантом выемки» она обеспечивает увеличение высоты подэтажа в 2 раза, снижение дорогостоящих горно-подготовительных работ. Уровень полноты и качества выемки при торцовом выпуске выше, чем при донном. При оптимальных параметрах (при соответствии форм выпускаемого слоя и фигуры выпуска) с определенного момента разубоживание не дает эффекта сокращения потерь.

4. Важнейшим параметром технологического комплекса массовоотбитой руды (доработка обрушенных блоков Коммунаровского рудника) является погашаемый козырек-потолочина. При высоком и экономически целесообразном коэффициенте изменения качества (при малом допустимом разубоживании) шаг погашения козырька максимальный, потери во лбу слоя вполне оправданы. При меньшем рациональном коэффициенте изменения качества шаг обрушения козырька-потолочины должен быть меньше, при этом сокращаются потери в целом по блоку.

Приведенные примеры убедительно доказывают высокую эффективность исследования систем разработки с обрушением моделированием на ЭВМ.

Научный руководитель канд. техн. наук доц. *Д.Е.Малофеев*