

УДК 622.272

О.С. Мечиков

УПРАВЛЕНИЕ ПОТЕРЯМИ И РАЗУБОЖИВАНИЕМ В СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ ПРИКОНТАКТНЫХ ЗОНАХ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Обоснована необходимость минимизации технологических параметров горнодобычного и доставочного оборудования для подземной разработки рудных залежей в пространстве сложно-структурных приконтактных зон.

Ключевые слова: рудное месторождение, разрез, рудник, эксплуатационная разведка, приконтактная зона.

В период индустриализации Советского Союза, за время Великой Отечественной Войны и последующего восстановления народного хозяйства страны, когда образовался Совет экономической взаимопомощи, состоявший из разоренных войной республик СССР, стран Восточной Европы, слабых в промышленном развитии, и мелкокрестьянских стран Азии — Китая, Северной Кореи, Вьетнама, Лаоса и Камбоджи. Все союзные нам иностранные государства не имели своей сырьевой базы, и Советский Союз взвалили на себя обязанность снабжать их своими природными богатствами фактически за бесценок.

В результате сырьевая база нашей страны оказалась опустошенной на глубину от 500 до 1000 м, от поверхности Земли. Дальнейшее углубление разработки требует гиперболически возрастающих затрат на геологоразведку, горно-подготовительные работы, на предупреждение разрушительных деформаций горных массивов, прорывов подземных вод, взрывоопасных газов (метан) и т.д. Находящиеся в эксплуатации месторождения наиболее ценных руд (Малеевское полиметаллическое месторожде-

ние, Норильские месторождения медно-никелевых руд) приобретают статус стратегически дефицитных руд, сто требует особо бережного отношения к ним. При этом следует иметь в виду, что с увеличением глубины залегания руд увеличивается сложность морфологии рудных контактов, появляются новые источники образования потерь и разубоживания (например — дайконосность рудных залежей), что требует наиболее бережного отношения к ним.

Прежде всего необходимо повысить достоверность данных геологоразведки. Например, при начале горнодобычных работ на Малеевском руднике выявились расхождения фактических контуров рудных тел с данными геологоразведочных работ (рис. 1 и 2).

На рис. 1 и 2 пунктиром указаны контуры рудных залежей по результатам бурения разведочных скважин, оконтуривающие балансовые запасы руды утвержденные Государственной комиссией по запасам (ГКЗ), а сплошными линиями — фактически установленные контуры рудных тел.

Расхождения контуров произошли ввиду локального проявления породных

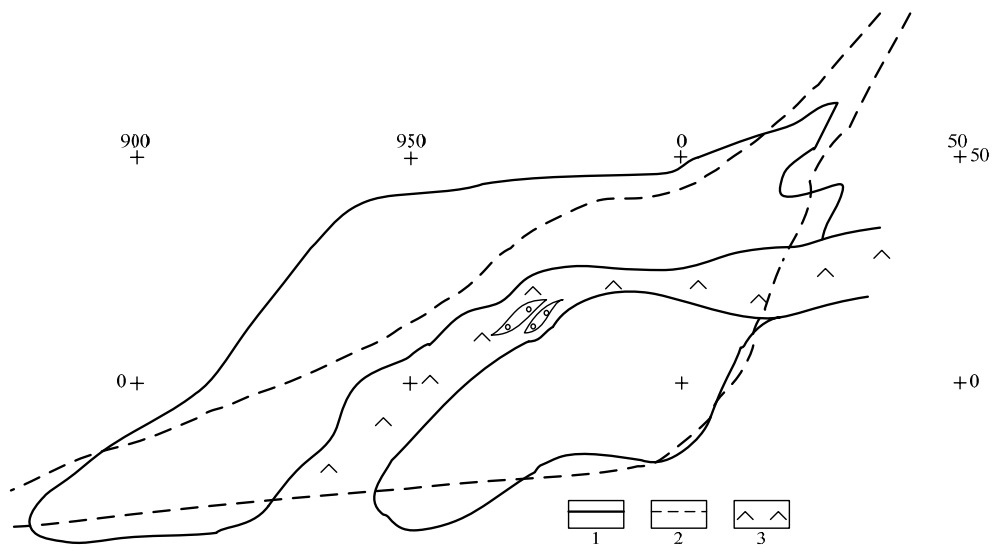


Рис. 1. Разрез X=160 по блоку 1 рудного тела 7 на Малеевском руднике: 1 — рудник; 2 — ГКЗ; 3 — дайка

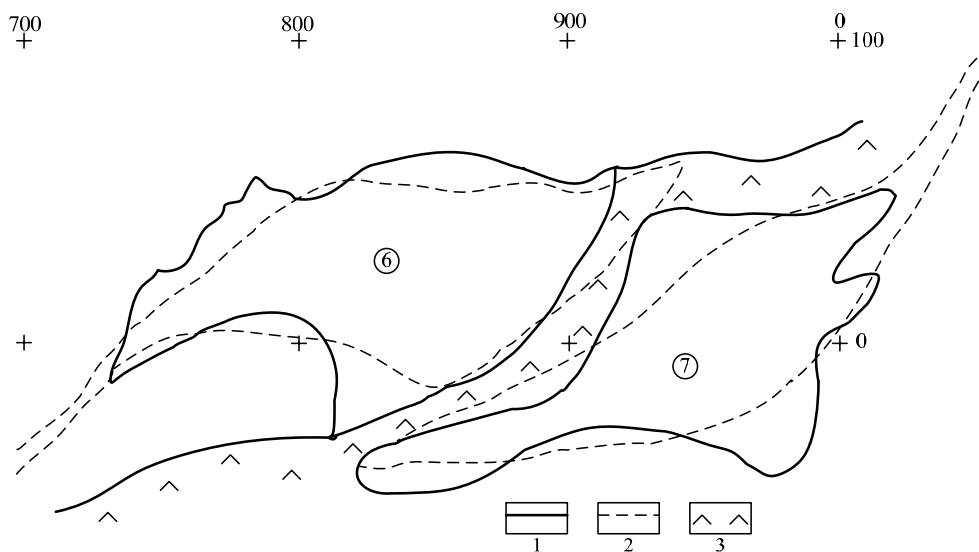


Рис. 2. Разрез X=200 по блоку 2 рудного тела 6 с охватом рудного тела 7 на Малеевском руднике: 1 — рудник; 2 — ГКЗ; 3 — дайка

даек, секущих рудные тела. Средством управления потерями и разубоживания на стадии геолого-разведочных работ является опережающая эксплуатационная разведка.

Наши исследования на Малеевском полиметаллическом месторождении (рудник находится в структуре Зырянского свинцового комбината) показали, что при системе раз-

работки восходящими слоями с твердеющей закладкой образуются сложно-структурные приконтактные зоны двух видов:

- приконтактная зона на торцах слоевых заходок (рис. 3);
- приконтактная зона на боковых поверхностях слоевых заходок (рис. 4).

На рис. 3 изображена структурная схема параметров и вариантов обработки природно-техногенной приконтактной зоны, образующейся на торцах слоевой заходки. Специфика горно-геологических условий состоит в наличии двух чётко выраженных углов: α — неортогональности оси заходки и контакта рудного тела; β — падения рудного тела, а также в сильно выраженной вариации контуров руды.

Из рис. 3 следует, что приконтактная зона на торце заходки симметрична относительно плоскости контура пересекаемого контакта руды и пород $ABKD$. Точки перегиба контура руды и пород на боковых гранях слоевой заходки J_1 и J_2 разделяют заходку на 3 зоны, — две крайние и серединную. Крайние зоны состоят из прямой пирамиды руды (или пород) и объёма пород (или руды), дополняющего зону до объёма параллелепипеда от начала (или конца) заходки до сечения в точке перегиба рудного контура. Серединная зона состоит из двух геометрически симметричных половинок параллелепипеда между точками перегиба рудного контура J_1 и J_2 . Все линейные, а затем и площадные и объёмные элементы этой структурной модели могут быть рассчитаны по математическим формулам, аналогичным следующим выражениям:

$$ctg\beta = ctg\beta_1 \cos\alpha; \quad ctg\beta_1 = ctg\beta \sec\alpha; \quad (1)$$

$$a_{J_1} = h \cdot ctg\beta_1, \text{ м}; \quad (2)$$

$$a = b \cdot tg\alpha + h \cdot ctg\beta_1, \text{ м}; \quad (3)$$

$$b_i = a_i \cdot ctg\alpha, \text{ м}; \quad (4)$$

$$h_i = a_i \cdot tg\beta_1, \text{ м}; \quad (5)$$

$$S_{иски} = 0,5a_i^2 \cdot ctg\alpha \cdot tg\beta_1, \text{ м}^2; \quad (6)$$

$$S_{пори} = b \cdot h - S_{иски}, \text{ м}^2. \quad (7)$$

Объём пирамиды ископаемого в краевой части приконтактной зоны ($ABCJ_1$), равный объёму пород в другой краевой части приконтактной зоны ($DEKL$), составляет:

$$V_{\text{пирам}ABCJ_1} = V_{\text{пирам}DEKL} = \frac{a_{J_1}^2 h ctg\alpha}{6}, \text{ м}^3. \quad (8)$$

В средней части приконтактной зоны, где $J_1 \leq i \leq J_2$, справедливы выражения:

$$S_{искJ_1} = S_{порJ_2}, \text{ м}^2; \quad (9)$$

$$S_{иски} = S_{искJ_1} + h \cdot (a_i - a_{J_1}) \cdot ctg\alpha, \text{ м}^2; \quad (10)$$

$$V_{иски} = \left(S_{искJ_1} + S_{иски} + \sqrt{S_{искJ_1} \cdot S_{иски}} \right) \times \\ \times \frac{a_i - a_{J_1}}{3} \text{ м}^3. \quad (11)$$

По приведенным и другим аналогичным формулам тригонометрии и стереометрии можно вычислить значения любых других элементов структурной модели приконтактной зоны (рис. 3), необходимые для расчётов показателей потерь и разубоживания по каждому из вариантов оконтуривания выемочного пространства в торцовых приконтактных зонах слоевых заходок, где технологические поверхности оконтуривания выработанного пространства контрастно пересекают геологические контуры рудных тел. При помощи этой схемы также впервые разработана и реализована горно-геометрическая модель техногенной приконтактной зоны, позволяющая однозначно рассчитать

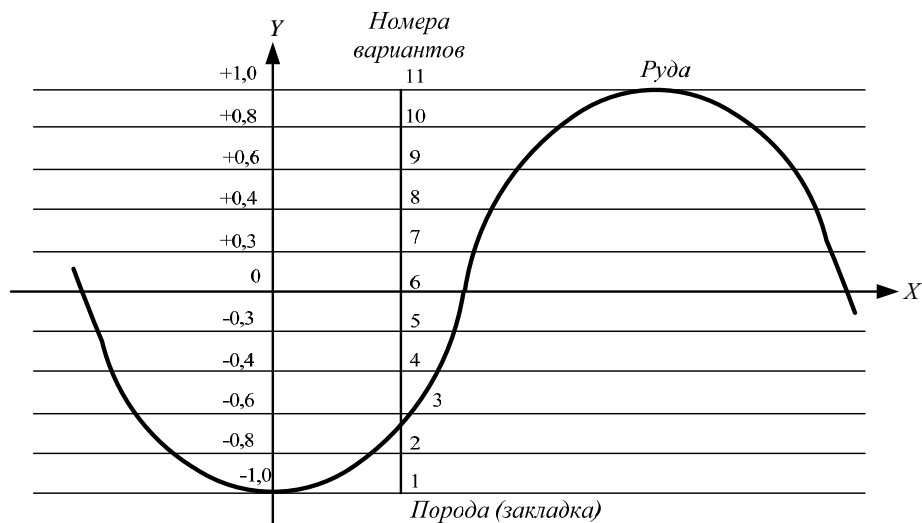


Рис. 4. Схема оконтуривания добываемой руды в приконтактных зонах волнообразного типа по боковым поверхностям слоевых заходок: X — плоскость боковой стенки слоевой заходки; Y — направление мощности приконтактной зоны; $I-II$ — технологически возможные варианты оконтуривания выработанного пространства

все технологически возможные варианты сочетаний потерь и разубоживания руды, что соответствует наиболее высокому уровню достоверности математического моделирования этих показателей при резко косоугольном расположении рудооконтуривающих и горно-технологических поверхностей.

Такие зоны образуются на контактах стенок, потолка или почвы слоевых заходок, оконтуривающих выработанное пространство, с контурами рудных залежей или массива упрочнённой (бетонной) закладки.

Для моделирования технологически возможных сочетаний объёмов и масс эксплуатационных потерь руды и разубоживающих пород на боковых контактах заходок с массивом бетонной закладки или волнообразной поверхностью комформно залегающих вмещающих пород целесообразно использовать объёмную модель синусоидально-сопочной поверхности в пределах приконтактных зон по бокам заходок (рис. 4).

Все элементы синусоидально-волнообразной модели предлагается рассчитывать по следующим формулам.

$$\Pi_2 = \frac{0,40528 + y + \Delta_y \cdot \pi^{-1}}{0,40528 + M_n \cdot d_0^{-1}}, \text{ ед.}; \quad (12)$$

$$P_2 = \left\{ 1 - \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \left[1 - \frac{\pi}{\Delta_y} \left(\frac{M_n}{d_0} - y \right) \right] \right\}^{-1}, \text{ ед.}, \quad (13)$$

Значение Δ_y вычисляют по формуле:

$$\Delta_y = \pi^{-1} \left[-2 - (x^2 \cos x - 2x \times \sin x - 2 \cos x) \right]; \quad (14)$$

M_n — нормальная (к длине заходки) мощность охватываемого слоя полезного ископаемого, м; d_0 — половина ширины приконтактной зоны, м; x — текущий параметр синусоиды, рад.; γ_1 и γ_2 — плотность соответственно полезного ископаемого и пород, т/м³.

Положение каждого из технологически возможных вариантов забоя од-

нозначно определяется ординатой «у» от оси приконтактной зоны (рис. 4).

Результирующие показатели масс или объёмов теряемого полезного ископаемого и разубоживающих пород по первому и второму источникам их образования определяют их арифметическим сложением:

$$P = P_1 + P_2, \text{ дол. ед.} \quad (15)$$

Оптимизация показателей потерь и разубоживания высокоценных или дефицитных руд, добываемых в пространствах сложноструктурных приконтактных зон, может быть обеспечена путём минимизации геометрических параметров добычных блоков, буровых и погрузочных машин до технологически возможных и экономически допустимых пределов. Необходимо увязывать системы разработки и их параметры со спецификой структуры, морфологии приконтактных зон и ценности руд в этих зонах с учётом требований технологий обогащения.

Это означает, что необходима комплексная технология повышения качества добываемой подземным спо-

собом из пространства сложноструктурных приконтактных зон рудной массы одновременно с увеличением количества погашаемых при этом балансовых запасов особо ценных или дефицитных руд. Для этого потребуются участие маркшейдерских служб и горно-технологических подразделений различного уровня с привлечением конструкторских и проектных организаций наряду с соответствующими специалистами предприятий.

Ранее подобная работа, по разработке прогрессивной технологии горно-добычных работ на карьерах Рудного Алтая, выполнена в цветной металлургии СССР силами ВНИИцветмета и горно-обогатительных комбинатов. Были исследованы: селективная отбойка руды и пород наклонными скважинными зарядами ВВ, подступная отбойка руды, выемка её малыми добычными блоками, разработка руд по технологическим сортам (1—6).

Теперь комплексная работа необходима для подземной разработки сложноструктурных приконтактных зон особо ценных или стратегически дефицитных руд.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахтин А.К., Мечиков О.С. Отбойка руды наклонными скважинами на Белогорском карьере. — М.: Горный журнал, 1961. — № 8. — С. 26—28
2. Мечиков О.С., Жангараев А.Ж., Бахулиев Р.И. и др. Снижение потерь и разубоживания на Зыряновском карьере. — М.: Цветная металлургия, 1970. — № 18. — С. 7—8.
3. Мечиков О.С., Жангараев А.Ж., Бахулиев Р.И. и др. Подступная выемка руды. — Алма-ата: Народное хозяйство Казахстана. — № 11. — 0,25 п.л.
4. Адигамов Я.М., Мечиков О.С. Применение станков СБШ — 250 для бурения наклонных скважин. — М.: Цветная металлургия, 1973. — № 6. — С. 3—6.
5. Шаламов В.М., Новомлинцев А.М., Мечиков О.С. и др. Развитие и основные пути совершенствования горных работ на Николаевском карьере. — М.: Горный журнал, 1974. — № 5. — С. 11—16.
6. Мечиков О.С., Руднев В.Н., Седченко З.И., Новомлинцев А.М. и др. Выемка руд в заданном соотношении сортов на Николаевском карьере. — М.: Горный журнал, 1977. — № 2. — С. 42—45. **ПЛАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Мечиков О.С. — кандидат технических наук, профессор, Московский государственный горный университет, Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru