

УДК 622.013.364

**Ю.В. Волков, И.В. Соколов, А.А. Смирнов,
Ю.Г. Антипин**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО СООТНОШЕНИЯ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОТЕРЬ И РАЗУБОЖИВАНИЯ
ДЛЯ УСЛОВИЙ ГАЙСКОГО ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА**

Семинар № 17

Традиционная технология этажно-камерной выемки не всегда обеспечивает необходимое качество добытой руды. Исследованиями установлена техническая возможность и экономическая целесообразность повышения эффективности добычи за счет снижения разубоживания. Одним из путей реализации этого мероприятия является оставление предохранительных рудных целиков. Задачей экономико-математического моделирования ставилось изыскание такого **соотношения** величин потерь и разубоживания, которое наилучшим образом соответствует показателям экономической эффективности отработки камеры в условиях этажа 670/750 м. Геометрическая интерпретация модели приведена на рис. 1.

В процессе моделирования для каждого соотношения величин потерь и разубоживания определялись следующие показатели экономической эффективности – валовые по камере извлекаемая ценность $L_{изв}$, затраты на добычу и обогащение $Z_{д.о.}$ и прибыль Pr . Их расчет произведен на основании соответствующих удельных показателей (на 1 т добытой руды) $L_{изв}$ и $Z_{д.о.}$

Базовым вариантом послужила технология, характеризующаяся средними по этажу 670/750 м разубожи-

ванием – 10 % и потерями – 2,5 %. В процессе моделирования данные показатели изменялись с шагом 2 %. При этом для каждого соотношения потерь и разубоживания рассчитывались следующие параметры: D – количество добытой руды в блоке, т.; a – содержание меди и цинка в добытой руде, %; ϵ_o – извлечение меди и цинка при обогащении, %; γ_k – выход концентрата, %; Q_k – количество концентрата, т; q_k – количество меди и цинка в концентрате, т; $C_{оч}$, $C_{пнр}$, $C_{отб}$, $C_{дост}$, $C_{тр}$, $C_{зак}$, $C_{пр. д}$, $C_{тр.об.ф.}$, $C_{об}$, $C_{пр. об}$ – соответственно, удельные затраты на очистные работы, подготовительно-нарезные работы, отбойку, выпуск и доставку, транспорт и подъем, закладку, прочие затраты на добычу, транспорт до обогатительной фабрики, обогащение, прочие затраты на обогащение, руб./т.

Экономико-математическое моделирование технологии реализовано на персональной ЭВМ с использованием алгоритма и программы, разработанных под рук. д.т.н. Ю.В. Волкова. Математическая модель прошла проверку на соответствие получаемых решений объекту моделирования.

В результате экономико-математического моделирования установлено изменение валовых показателей $L_{изв}$,

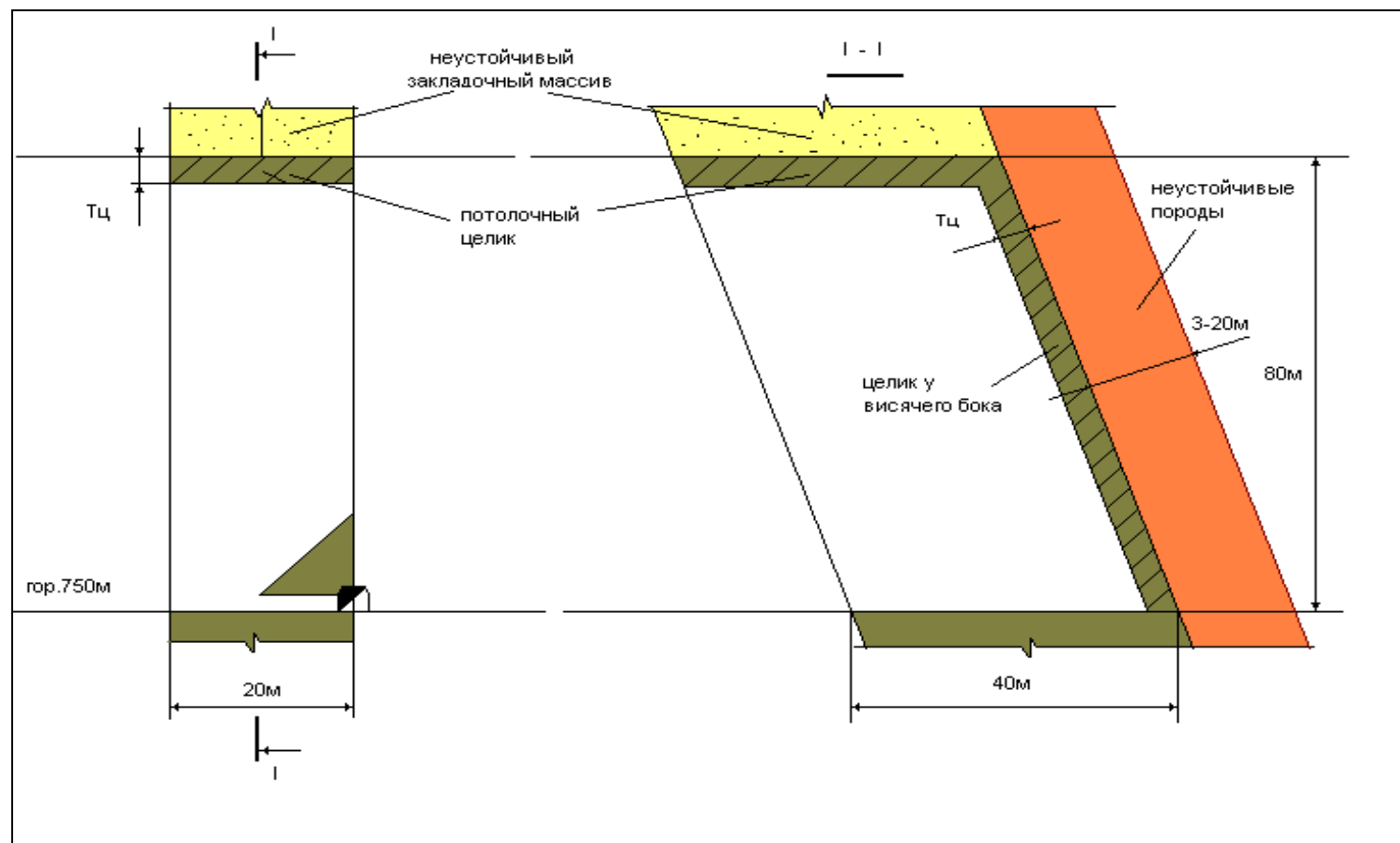


Рис. 1. Схема отработки камеры, принятая для моделирования эффективных показателей извлечения

$Z_{д.о.}$ и Pr в зависимости от разубоживания и потерь. (рис. 2, 3). Анализ данных позволил установить:

- снижение разубоживания на 1 % ведет к увеличению валовой $L_{изв}$ на 0,65 %; увеличение потерь на 1 % ведет к снижению валовой $L_{изв}$ на 1,37 %. Таким образом, степень влияния потерь на валовую $L_{изв}$ более чем в 2 раза выше, чем разубоживания;

- снижение разубоживания на 1 % ведет к уменьшению валовых $Z_{д.о.}$ на 0,84 %; увеличение потерь на 1 % ведет к снижению валовых $Z_{д.о.}$ на 0,8 %. Видно, что степень влияния потерь и разубоживания на валовые $Z_{д.о.}$ практически одинакова, а одновременное их изменение на 1 % дает эффект в 1,64 %;

- снижение разубоживания на 1 % ведет к увеличению валовой Pr на 1,49 %; увеличение потерь на 1 % ведет к снижению валовой Pr на 0,57 %. То есть, степень влияния разубоживания на валовую Pr в 2,6 раза выше, чем потерь.

Определение эффективного **соотношения** потерь и разубоживания рассмотрено для условий отработки камеры с показателями извлечения $P = 15,8$ % и $\Pi = 2,7$ %, как имеющей наибольшее отклонение от среднего значения по разубоживанию. На первом этапе находим наименьшее значение прибыли в точке с соотношением $\Pi = 2,7$ % и $P = 15,8$ %.

Наибольшая прибыль определяется исходя из минимального разубоживания в этаже 4 % и соответствует соотношению $\Pi = 2,7$ % и $P = 4$ %. На практике вариант технологии с такими показателями извлечения при данных горно-геологических и горно-технических условиях трудно реализуем. Технически возможно уменьшить разубоживание с 15,8 до 4,0 % путем соответствующего увеличения потерь с 2,7 до 20,3 %. Следовательно, со-

отношение $\Pi = 20,3$ % и $P = 4$ % будет являться третьей точкой, ограничивающей область эффективного соотношения потерь и разубоживания.

Таким образом, соединив между собой все три точки, получим область эффективного соотношения потерь и разубоживания. Из теории линейного программирования известно, что целевая функция достигает своего максимума в крайних точках многоугольника допустимых планов – в нашем случае треугольника. Координатами вершин треугольника допустимых планов будут являться значения Π , P и Pr . Для выявления наиболее эффективного соотношения необходимо провести сравнение по дополнительному критерию – валовым по камере затратам на добычу и обогащение $Z_{д.о.}$. Предпочтительным является вариант с наименьшими валовыми затратами. В рассмотренном случае – это вариант соотношения $\Pi = 20,3$ % и $P = 4$ %. В сущности, процедура этого этапа есть нахождение наиболее рентабельного варианта по отношению $Pr_{\min}/Z_{д.о.}$. Таким образом определяется вариант технологии с наиболее эффективным соотношением потерь и разубоживания по экономическим критериям – валовым по камере Pr и $Z_{д.о.}$.

Заключительный этап должен состоять в оптимизации вариантов технологии по техническим возможностям. С уменьшением потерь технически сложно снизить разубоживание, а с увеличением – количество технически возможных вариантов отработки камеры существенно возрастает. В результате область экономической эффективности ограничивается областью технически возможных вариантов технологии. Следовательно, оптимальный вариант должен определяться из области технически возможных вариантов путем совместной

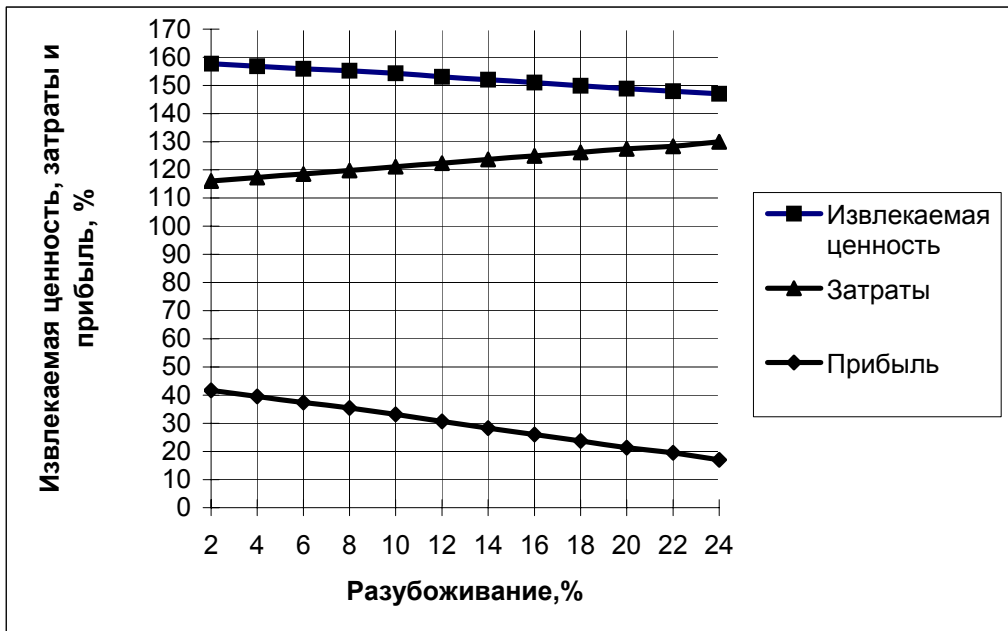


Рис. 2. Изменение валовых по камере извлекаемой ценности, затрат на добычу и обогащение и прибыли в зависимости от разубоживания (при $P = 2,5\%$)

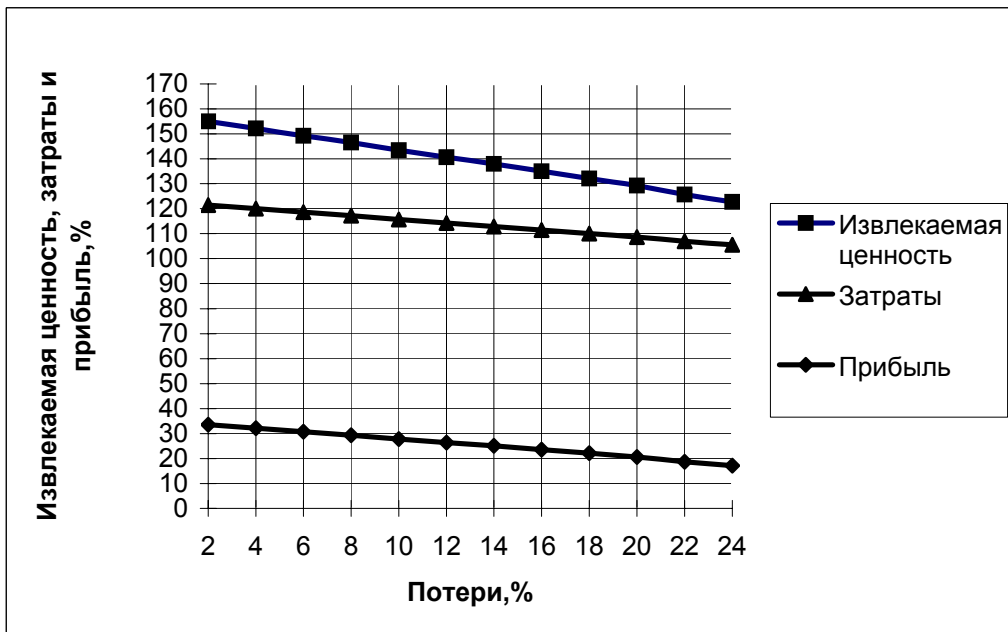


Рис. 3. Изменение валовых по камере извлекаемой ценности, затрат на добычу и обогащение и прибыли в зависимости от потерь (при $P = 10\%$)

оптимизации по техническим и экономическим критериям.

Таким образом, одну из задач для продолжения исследований мы видим в изыскании вариантов технологии, позволяющих максимально снизить разубоживание путем увеличения потерь в предохранительных целиках, размеры которых, в свою очередь, должны быть минимальными по условиям устойчивости. Второй задачей

представляется определение оптимальной величины потерь и разубоживания руды для каждой выемочной единицы (камеры) с учетом различного качества руды в массиве.

Решение данных задач отвечает требованиям как совершенствования технологии подземной добычи руды, так и системы управления качеством руды на Гайском подземном руднике. **ГИАБ**

Коротко об авторах

Волков Ю.В. – профессор, докт. техн. наук, зав. лаб. подземной геотехнологии,
Смирнов А.А. – канд. техн. наук, ст. научный сотрудник лаб. подземной геотехнологии,
Соколов И.В. – канд. техн. наук, ст. научный сотрудник лаб. подземной геотехнологии,
Антипин Ю.Г. – горный инженер, лаб. подземной геотехнологии,
ИГД УрО РАН.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 17 симпозиума «Неделя горняка-2007».
Рецензент д-р техн. наук, проф. *Е.В. Кузьмин*.



РУКОПИСИ,
ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

6. Карякин А.Л., Белов К.Д., Дегтярев Е.А. Исследование метода прогнозирования потребления электроэнергии на примере горного предприятия (673/01-09 — 12.11.08) 9 с.

7. Карякин А.Л., Белов К.Д., Дегтярев Е.А. Прогнозирование электропотребления фабрикой окускования методом искусственных нейтронных сетей (674/01-09 — 12.11.08) 6 с.