

УДК 338.242

**ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДОБЫЧИ РУДЫ
НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ОЦЕНКУ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ РУДНИКА «КОНЫРАТ»)**

Сихимбаев М.Р., Коппаева А.Ш.

*Карагандинский экономический университет Казпотребсоюза,
Караганда, e-mail: smurat@yandex.ru; aliya_10_03_92@mail.ru*

Применяемые в настоящее время технологии обогащения руд цветных металлов требуют значительно совершенствования, что обусловлено снижающимся содержанием ценных компонентов и усложнением минералогического состава. Повышение эффективности обогащения минерального сырья, снижение материальных затрат на переработку, повышение экологической безопасности горно-обогатительного производства требуют разработки и применения научно обоснованных методов добычи и переработки медной руды на месторождении. На основании исследования проводилось сравнение традиционных технологий добычи руды и предложение внедрения более эффективного технологического процесса добычи и подготовки ресурса, на примере внедрения циклично-поточной технологии на месторождении рудника «Коньрат». Рассчитано увеличение эффективности добычи руды, что сказывается на выпуск готовой меди и возможность попутного извлечения из нее полезных компонентов, а это в конечном итоге изменяет размер экономической оценки данного месторождения.

Ключевые слова: экономическая оценка месторождения, методы сравнения, оценка, добыча природных ресурсов, эффективность производства

**INFLUENCE OF NEW TECHNOLOGIES OF PRODUCTION
OF ORE ON THE ECONOMIC ASSESSMENT OF THE FIELD
(ON THE EXAMPLE OF KONYRAT MINE)**

Sikhimbayev M.R., Koppayeva A.Sh.

*Karaganda Economic University of Kazpotrebsoyuz, Karaganda,
e-mail: smurat@yandex.ru; aliya_10_03_92@mail.ru*

The technologies of enrichment of ores of non-ferrous metals applied now demand considerable improvement that is caused by the decreasing maintenance of valuable components and complication of mineralogical structure. Increase of efficiency of enrichment of mineral raw materials, decrease in material inputs for processing, increase of ecological safety of mining and processing production demand development and application of evidence-based methods of production and processing of copper ore on the field. On the basis of research comparison of traditional technologies of extraction of ore and the offer of introduction of more effective technological process of production and preparation of a resource, on the example of introduction of cyclic and line technology on the field of the Konyrat mine was carried out. Increase in efficiency of extraction of ore is calculated that affects on production of ready copper and a possibility of passing extraction from her useful components, and it finally changes the size of an economic assessment of this field.

Keywords: economic evaluation of deposits, methods of comparison, evaluation, extraction of natural resources, the efficiency of production

Применяемые в настоящее время технологии обогащения руд цветных металлов требуют значительного совершенствования, что обусловлено снижающимся содержанием ценных компонентов и усложнением минералогического состава. Повышение эффективности обогащения минерального сырья, снижение материальных затрат на переработку, повышение экологической безопасности горно-обогатительного производства требуют разработки и применения научно обоснованных методов автоматического контроля и регулирования технологического процесса.

Особенно актуальна данная задача для медно-молибденовой подотрасли цветной металлургии, характеризующейся наиболее низкими содержаниями ценных ком-

понентов в рудах, значительными колебаниями их физико-химических свойств и обогатимости.

Эффективным направлением решения проблемы повышения эффективности обогатительного производства, с использованием адаптивных систем автоматического регулирования, в т.ч. экспертных и оптимизационных, являются разработка и использование физико-химических моделей основных процессов обогащения. Использование многоуровневой модели позволяет решить задачи оптимизации используемых и разработки новых методов управления процессами флотации, выбора управляющих алгоритмов и определения оптимальных условий их применения. Использование многоуровневой модели процесса

флотации позволяет решить задачи выбора методов и средств контроля параметров технологического процесса. Важным условием оптимизации процесса флотационного обогащения является разработка научно обоснованных критериев эффективности, базирующихся на экономических принципах и использующих знания закономерностей процесса флотации.

Впервые А.А. Абрамовым разработана динамическая многоуровневая модель процесса коллективной медно-молибденовой флотации, в которой управляющими воздействиями являются схема и продолжительность процесса флотации, расход, плотность и уровень пульпы, расход воздуха и флотационных реагентов; учитываются возмущающие параметры – содержания металлов, технологические свойства руды, активность флотационных реагентов; адаптивно настраиваемыми параметрами являются флотиремость фракций минералов и ионно-молекулярный состав пульпы. Использование модели как средства адаптации в системе управления процессом обогащения позволяет повысить эффективность процесса, оптимизировать его технико-экономические параметры – извлечение ценных компонентов, качество концентратов [1].

Разработан новый метод типизации руд и производственной ситуации по значениям контролируемых параметров процесса обогащения, предполагающий использование многоуровневой модели флотации в динамическом режиме для генерации базы данных с целью идентификации свойств перерабатываемой руды.

А.А. Азаряном был разработан новый метод выбора схем, алгоритмов и средств измерений в системе адаптивного управления, предполагающий критериальную оценку эффективности технологического процесса в динамическом режиме, задаваемом многоуровневой моделью флотации [2]. Практическая значимость представляется с использованием многоуровневой модели процесса флотации определены оптимальные значения щелочности пульпы, концентраций флотационных реагентов, параметров работы обогатительного оборудования для различных типов медно-молибденовых руд, используемые в качестве функций – задатчиков в системах адаптивного управления [3].

В.М. Авдохиним разработана структура систем автоматизированного управления процессом флотационного обогащения медно-молибденовых руд переменного состава, использующих модельно-ориентированный адаптивный алгоритм управления реагентным режимом коллективной флотации на ос-

нове непрерывного контроля состава твердой и жидкой фаз флотационной пульпы [1].

По мнению Б.А. Кузьменко комбинирование статистических и физико-химических методов позволяет использовать накопленные знания о природе протекающих при флотации физико-химических процессов, а также использовать полученную из экспериментов информацию о наиболее устойчивых связях между исследуемыми процессами [2].

При разработке модели и оценке значимости влияния на конечные технологические показатели регулируемых и нерегулируемых параметров были сделаны допущения и ограничения:

- количество переменных в регрессионных уравнениях выбирается таким, чтобы обеспечить 96%-ную плотность корреляционного соотношения;
- коэффициенты регрессионных уравнений определялись в области нормально-оптимального течения процесса флотации;
- степень регрессионных уравнений не должна быть выше второй;
- рабочее пространство флотационной машины разделялось на зону основной – контрольной флотации и зону перерешетки пенного продукта.

Выполнение этих условий обеспечивает достаточную конечную точность и устойчивость модели.

Научный подход к экономической оценке полезных ископаемых в нашей стране начал формироваться с конца 30-х годов. Постановка проблемы и создание методических основ экономической оценки ресурсов недр связана с именами А.В. Хачатурова, М.И. Агошкова, К.Г. Гофмана, Н.А. Хрущева. В соответствии с разработанной в те годы методологией под экономической оценкой месторождений понималась денежная оценка запасов, определенная на основе цены на полезное ископаемое, затрат на вовлечение месторождения в эксплуатацию и величине эффекта, получаемого от эксплуатации запасов [4].

Для экономической или стоимостной оценки минерального сырья применялась временная типовая методика экономической оценки месторождений. Под экономической оценкой месторождений полезных ископаемых понималась разность между ценностью продукции, получаемой из запасов конкретного месторождения, и суммарными эксплуатационными и капитальными затратами на ее получение за весь период отработки месторождения с учетом фактора времени. Данный подход к оценке месторождений полезных ископаемых сохранился до настоящего времени

и, с корректировкой на рыночные условия добычи и реализации сырья, может применяется для определения стоимости месторождений полезных ископаемых [5].

Ставка дисконтирования принимается равной приемлемой для инвестора норме дохода или отдачи на капитал. Ставка дисконтирования устанавливается на таком уровне, который позволяет инвестору не только компенсировать риск, но и получить требуемую прибыль [6].

В состав затрат, учитываемых при расчете стоимости месторождения могут включаться затраты на геологоразведочные работы, проводимые за счет средств инвестора, затраты на транспортировку сырья до станции или порта отгрузки (франкирование цены на транспортное сырье), затраты на рекультивацию земель, а также затраты на компенсацию экологического вреда и страхование рисков причинения ущерба природной среде [7].

Структура затрат по основным элементам включает: материалы; топливо; энергия, пар, вода; заработная плата; амортизационные отчисления; транспортные расходы; услуги по капитальному ремонту; услуги по текущему ремонту; прокат, лизинг, аренда; прочие. В зависимости от целей оценки в состав издержек либо включаются, либо не включаются налоги, и иные платежи, связанные с добычей и использованием полезных ископаемых.

Учитывая особенности объекта исследования, рассматривая добычу медной руды можно сказать, что при традиционной технологии добычи руды является не эффективным. Для этого стоит поменять метод добычи руды с традиционной технологии на циклично-поточную технологию и, следовательно, сделать перерасчет соответствующий данному методу.

Основными задачами являются:

- провести анализ добычи руды традиционным методом;
- проанализировать метод добычи руды по циклично-поточной технологии;
- провести экономическую оценку по методу циклично-поточной технологии.

Глубина существующего карьера составляет около 460 метров. Размеры карьера по поверхности: длина с юга на север 2,3 км, ширина с запада на восток 1,6 км. Добыча руды планируется открытым способом. Переработка руды будет производиться на Балхашской обогатительной фабрике. В среднем потери при добыче составляют 1%, разубоживание – 4%.

Циклично-поточная технология применяется когда:

- себестоимость сырья выросла;

- добываемая из глубин руда обеднела;
- затраты на транспортировку выросли.

Преимущества циклично – поточной технологии по сравнению с традиционной технологией:

1) удельное энергопотребление на карьерах по сравнению с цикличной технологией ниже на 14 – 16%;

2) уменьшение технологических простоев (увеличение резерва для дальнейшего наращивания производительности);

3) резкое уменьшение количества автосамосвалов;

4) сокращение расстояния при перевозке горнорудной массы автомобильным транспортом (уменьшение расхода горючесмазочных материалов, пробега);

5) в 1,5–2 раза повышается производительность труда рабочих;

6) снижается себестоимость добычи руды на до 30–40%;

7) полностью компьютеризирована система управления ЦПТ от нижнего до верхнего уровня;

8) внедрение ЦПТ с крутонаклонным конвейером открывает возможность продолжения разработки месторождения открытым способом до глубины порядка 1000 м;

9) возможность распространения на подземную разработку, в частности при вскрытии новых горизонтов.

Минусы традиционной цикличной технологии является тот факт, что с постоянным увеличением глубины карьеров и ростом расстояния транспортирования горной массы эксплуатационные расходы будут расти, а производительность начнет снижаться.

Процесс циклично-поточной технологии включает:

– погрузочные работы одноковшовым экскаватором;

– транспортировка горной массы к дробильно-перегрузочному комплексу и выгрузка руды в бункер;

– высыпка продробленной руды на ленточный конвейер (ширина 1200–1600 мм) и доставка ее по крутонаклонному ленточному конвейеру на поверхность земли.

Если говорить о традиционной технологии добыче медной руды, то предстоящая реконструкция карьера предусматривает автомобильную вывозку руды и вскрыши из карьера. В качестве технологического горнорудного оборудования выбрана техника более высокого качества и производительности Казахстанского, Российского производства и зарубежных компаний. Оборудование обогатительной фабрики укомплектовано на получение катодной меди с месторождения Коньрат [8]. Состав оборудования представлен в таблице.

Структура комплексной механизации карьеров

Класс комплексов	Комплексы оборудования	Оборудование комплексов			
		для подготовки горных пород к выемке	для выемочно-погрузочных работ	для транспортирования	для отвалообразования
IV	ЭТО	Буровые станки DML-LP Гусеничный бульдозер Т-25 01	Гидравлические экскаваторы Liebherr Пневмоколесный погрузчик Cat 993 Гусеничный бульдозер Т-25 01	Автосамосвалы БелАЗ 75131 Гусеничный бульдозер Т-25 01 Автогрейдер ДЗ 98	Гусеничный бульдозер Т-25 01 Автогрейдер ДЗ 98
VI	ЭТР	Буровые станки DML-LP, Гусеничный бульдозер Т-25 01	Гидравлические экскаваторы Liebherr Экскаваторы ЭКГ-8И Гусеничный бульдозер Т-25 01	Автосамосвалы БелАЗ 75131, Гусеничный бульдозер Т-25 01	Гусеничный бульдозер Т-25 01

Транспортировка руды на обогательную фабрику и породы в отвал будет производиться автосамосвалами БелАЗ-75131. Основное используемое высокопроизводительное горно-шахтное оборудование на руднике фирмы Atlas Copco (Швеция), Caterpillar (США), Liebherr (Германия), Чэтра, КамАЗ, НефАЗ (Россия), БелАЗ (Беларусь) а также буровые инструменты отечественного производства и производства СНГ.

Для выполнения горно-подготовительных, вскрышных и добычных работ на карьерах принимается два класса комплексов оборудования:

- экскаваторно-транспортно-отвальный (ЭТО) для выполнения вскрышных работ;
- экскаваторно-транспортно-разгрузочный (ЭТР) для производства добычных работ.

Расчет нормативных величин потерь (Π) и разубоживания (P) для открытого способа разработки произведен в соответствии с «Нормами технологического проектирования горнорудных предприятий цветной металлургии с открытым способом разработки» (ВНТП 35-86) по формулам:

$$\Pi = \Pi_t + K_m + K_{\Delta m} \cdot K_h \cdot K_{ng}, \% \quad (1)$$

$$P = P_t + K_m + K_{\Delta m} \cdot K_h \cdot K_{pg}, \% \quad (2)$$

где Π_t и P_t – значения потерь и разубоживания в % принимается по ВНТП 35-86, $\Pi_t = P_t = 4,3\%$; K_m , $K_{\Delta m}$, K_h , K_{ng} , K_{pg} – поправочные коэффициенты, учитывающие, соответственно, изменения мощности рудного тела, объем включений прослоев разубоживающих пород, высоту добычного уступа и отношение потерь к разубоживанию, принимается по ВНТП 35-86 ($K_m = 0,7$; $K_{\Delta m} = 1,5$; $K_h = 1,25$ (высота уступа при обработке руды 15 м); $K_{ng} = 0,3$,

$K_{pg} = 3,0$ (отношение потерь к разубоживанию принято 0,1).

$$\Pi = 4,3 \cdot 0,7 \cdot 1,5 \cdot 1,25 \cdot 0,3 = 1,69\%;$$

$$P = 4,3 \cdot 0,7 \cdot 1,5 \cdot 1,25 \cdot 3,0 = 16,93\%.$$

Проектные значения потери и разубоживание принимаются путем умножения на поправочный коэффициент, учитывающий местные условия:

$$K_{\phi} = \Pi_{\phi} / \Pi(P), \quad (3)$$

где $\Pi_{\phi}(P_{\phi})$ и $\Pi(P)$ – фактические и расчетные значения потерь (разубоживания) для условий действующего карьера.

$$K_{\phi} = \Pi_{\phi} / \Pi = 0,59; K_{\phi} = P_{\phi} / P = 0,236;$$

$$\Pi_{\text{пр}} = \Pi K_{\phi} = 1,69 \cdot 0,59 = 0,997 \approx 1\%;$$

$$P_{\text{пр}} = P K_{\phi} = 16,93 \cdot 0,236 = 3,995 \approx 4\%.$$

При разубоживании руды, добыча составляет больше 73 %, т.к. потери от разубоживания являются меньше, чем от других способов добычи руды и извлечение металлов, тогда производительность предприятия при добыче руды составит – 7000 тыс. тонн руды в год. Анализируя цены на медь в диапазоне 2002–2015 гг. можно сделать следующий вывод: если принять во внимание все вышеизложенное, то цена на медь в диапазоне 13 лет будет иметь тенденцию роста [9].

Рассматривая показатели финансовой эффективности рудника, можно сделать вывод, что внедрение циклично – поточной технологии достаточно привлекателен, с точки зрения развития экономической оценки месторождения, принимая во внимание использования новых технологий добычи медной руды.

При внедрении циклично-поточной технологии, производительность добычи станет на 4% выше, чем применяемые технологии, таким образом – годовое увеличение добычи руды составит около 140 тыс. т. В связи с этим появляется возможность использования перспективных технологий по попутному извлечению драгоценных металлов, таких как – золото, серебро и др., содержание которых имеется в коньратской медной руде. Следовательно, все эти показатели должны отражаться на адекватной экономической оценке данного месторождения.

Список литературы

1. Абрамов А.А., Авдохин В.М., Морозов В.В. Моделирование и контроль флотационного обогащения комплексных руд // Материалы 7-го регионального симпозиума АПКОМ. – М.: МГГУ, 1997. – С. 273–277.
 2. Азарян А.А., Вызов В.Ф. Кузьменко А.Б. Разработка методов и средств оперативного контроля

качества минерального сырья при его добыче и переработке // Горный журнал. – 2002. – № 3. – С. 65–68.

3. Автоматизация технологических процессов на горнорудных предприятиях. Справочное пособие / под ред. В.С. Виноградова. – М.: Недра, 1984. – 359 с.

4. Каргажанов З.К., Сихимбаева Д.Р., Сихимбаев М.Р. Экономический механизм рационального использования минерально – сырьевых ресурсов Казахстана / отв. ред. М.Б. Кенжегузин. – Алматы, ИЭ МОН РК, Изд-во ТОО «САНАТ – Полиграфия», 2004. – 145 с.

5. Абрамов А.А. Технология обогащения руд цветных металлов. – М.: Недра, 1983. – 399 с.

6. Лексин В.Н., Токарева Г.М. Экономика комплексного использования сырья в цветной металлургии // Металлургия. – 1976. – 224 с.

7. Топоровский А.И. Экономика обогащения руд цветных металлов. – М., Недра, 1979. – 166 с.

8. Проект промышленной разработки месторождения Коньрат. Техничко-экономическое обоснование. – Алматы: ТОО «Корпорация Казахмыс», Рабочий проект, Т. 3, Книга 6, 2012.

9. Информационный сайт- <http://www.metaltorg.ru>.