

УДК 622.271.3.001.63 (043)

На правах рукописи

КОЖАНТОВ АРЫСТАН УЗАКБАЕВИЧ

**Создание методологии рационального развития горных работ
при открытой разработке комплексных месторождений**

25.00.21 – «Теоретические основы проектирования
горнотехнических систем»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Республика Казахстан
Алматы, 2010

Работа выполнена в Казахском Национальном техническом университете
им. К.И.Сатпаева

Научный руководитель: академик НАН РК, заслуженный деятель РК,
доктор технических наук, профессор
Ракишев Б.Р.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Столповских И.Н.

кандидат технических наук
Казанский А.Г.

Ведущая организация: Институт горного дела имени Д.А.Кунаева

Защита состоится «29» декабря 2010 года в «14³⁰» часов на заседании
диссертационного совета Д.14.61.23 при Казахском Национальном техническом
университете им. К.И.Сатпаева по адресу: 050013, г.Алматы, ул.Сатпаева, 22,
корпус ГМК, ауд. 244. Телефон: 8 (727) 257 71 56, факс: 8 (727) 292 60 25,
e-mail: *dissov_14.61.23@mail.ru*

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке КазНТУ
им.К.И.Сатпаева по адресу: 050013, г.Алматы, ул.Сатпаева, 22.

Автореферат разослан «29» ноября 2010 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Ж.Д.Байгурин

Введение

Общая характеристика работы. Вопросы комплексного освоения месторождений полезных ископаемых и максимально возможного использования полезных компонентов и отходов горно-перерабатывающего производства всегда находились в центре внимания ученых и производителей. Проблема приобретает еще большую значимость при разработке комплексных месторождений. Таковыми являются практически все месторождения полиметаллических руд Казахстана и стран СНГ.

Актуальность проблемы. Народнохозяйственное значение месторождения и его границы могут быть установлены только в результате его оценки. Оценка месторождений на всех стадиях (в период разведки, проектирования и эксплуатации) неразрывно связана с обоснованием кондиций на полезное ископаемое. Кондиции используются для оконтуривания запасов полезного ископаемого и геолого-экономической оценки месторождения с целью его промышленного освоения. С их помощью устанавливаются размеры запасов по горизонтам карьера.

Эффективность работы карьера по максимально возможному использованию потенциальных ресурсов недр при открытой разработке комплексных месторождений определяется характером распространения руд по количеству и качеству в пределах карьерного поля. Они определяют параметры формирования рабочей зоны карьера через выбранные схемы и систему разработки.

Комплексное использование полезных компонентов позволяет повысить извлекаемую ценность полезного ископаемого, а следовательно, снизить предел бортового содержания и увеличить количество запасов. При неизменном контуре карьера это приводит к снижению эксплуатационного коэффициента вскрыши и соответственно себестоимости добычи. Комплексное использование полезных компонентов позволяет увеличить глубину карьера и тем самым вовлечь в эксплуатацию дополнительные запасы полезных ископаемых.

Наиболее полное извлечение всех полезных компонентов минерального сырья в требуемом количестве и качестве при минимальных затратах на разработку достигается за счет установления рациональных форм и геометрических размеров рабочей зоны на каждом этапе ее развития.

Таким образом, исследования, направленные на разработку методов формирования рабочей зоны карьера для комплексного извлечения всех полезных ископаемых имеет большое научное и практическое значение и является важной научно-технической задачей в области открытой разработки.

Целью работы является создание методологии рационального развития горных работ при открытой разработке комплексных месторождений, обеспечивающей полностью извлечения и требуемое качество многокомпонентных руд с минимальными затратами на переработку.

Основная идея работы заключается в раскрытии закономерностей формирования рабочей зоны карьера под влиянием горно-геологических и горно-технических условий разработки комплексных месторождений.

Для достижения поставленной цели требовалось решить следующие

основные задачи:

1. Рассмотреть возможность использования геологических и технико-экономических критериев переработки полезных ископаемых для разделения эксплуатационных запасов на кондиционные и некондиционные;

2. Провести анализ и определить пути технико-экономического обоснования граничных условий вовлечения в добычу дополнительных запасов руд при комплексном использовании полезных ископаемых с учётом их качественного состава;

3. Изучить закономерности формирования и рационального развития рабочей зоны карьера в зависимости от горно-геологических, горно-технических условий разработки комплексных месторождений.

Объектом исследования является рабочая зона карьера при разработке комплексных многокомпонентных месторождений.

Предметом исследования – рациональные размеры рабочей зоны карьера, обеспечивающие полноту извлечения полезных ископаемых.

Методы исследования. При решении поставленных задач использованы результаты анализа накопленных в горной науке достижений в области теории и практики рационального недропользования; элементы теории принятия решений; аналитические, графоаналитические методы исследований, метод вариантов, математической статистики; экономико-математического моделирования с использованием программы AutoCAD.

Научная новизна результатов работы заключается в следующем:

1. Обоснована возможность использования минимального промышленного содержания полезных компонентов комплексных месторождений и конечных экономических показателей переработки для установления границ между кондиционными и некондиционными запасами руд.

2. Разработана методика определения рациональных объемов извлекаемых запасов полезных ископаемых комплексных месторождений, основанная на учете критериев, характеризующих горно-геологические условия и технико-экономические показатели переработки.

3. Установлены закономерности формирования рабочей зоны карьера с учетом коэффициентов кондиционности, затратности, выражающих горно-геологические и горно-технические условия разработки комплексных месторождений. Предложена методика определения рациональных размеров текущего дна карьера.

Научные положения и результаты, выносимые на защиту:

1. Границы между кондиционными и некондиционными запасами руд на рабочих горизонтах могут быть установлены на базе совместного рассмотрения изменений минимального промышленного содержания полезных компонентов комплексных месторождений и конечных экономических показателей их переработки.

2. Рациональные объемы извлечения полезных ископаемых комплексных месторождений соответствуют положению рабочей зоны, при котором объем горной массы в ее контуре будет минимальным, а значение коэффициента кондиционности многокомпонентных руд обеспечивает условие экономической

целесообразности их вовлечения в разработку.

3. Геометрические размеры основного элемента рабочей зоны – текущего дна карьера предопределяются заданными горно-геологическими характеристиками комплексного месторождения и показателями системы разработки. Оптимальные положение и размеры текущего дна карьера достигаются при минимальном значении коэффициента затратности.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечиваются применением современных методов оценки эффективности открытой разработки месторождений комплексных полезных ископаемых; аналитических, графических и графо-аналитических методов исследований; применением апробированных положений, базирующихся на современном представлении о карьерном пространстве, корректным использованием теоретических принципов системного анализа.

Личный вклад автора состоит в постановке задач, проведении исследований, формулировке научных положений, доказательстве их новизны; обосновании теоретических принципов экономического определения границ между кондиционными и некондиционными запасами руд комплексного месторождения; разработке методики определения рациональных объемов извлекаемых запасов полезных ископаемых комплексного месторождения; создании методики формирования карьерного пространства с учетом горно-геологических и горно-технических условий разработки комплексного месторождения.

Научное значение работы заключается в методическом обеспечении определения рационального развития горных работ на карьере, основанном на одновременном использовании важных критериев, контролирующих качественные, технологические и экономические показатели эффективности вовлечения в отработку руд комплексного месторождения.

Практическая ценность работы состоит в том, что разработанные и доведённые до инженерных методов расчёта методические положения по оценке последствий вовлечения в отработку запасов комплексных руд различного качественного состава и по определению рациональных параметров развития горных работ на каждом этапе углубки карьера в условиях добычи многокомпонентных руд могут использоваться в практике проектирования и перспективного планирования горных работ на добывающих предприятиях.

Реализация результатов работы. Методическое обеспечение, разработанное в рамках данной диссертационной работы, используется в учебном процессе кафедры Открытых горных работ КазНТУ им. К.И.Сатпаева для студентов специальности 050707 – Горное дело по дисциплинам «Основы горного дела», «Процессы открытых горных работ», «Взаимная связь и планирование процессов открытых горных работ», «Проектирование карьеров».

Тема диссертации связана с научно-исследовательскими работами, выполненными при непосредственном участии автора в период 2000-2010 гг. в соответствии с планами НИР кафедры «Открытые горные работы» КазНТУ им. К.И.Сатпаева в рамках государственной научно-технической программы фундаментальных исследований по темам №01.24.Н – «Теоретические основы

автоматизированного проектирования развития карьерного пространства при комплексном освоении рудных месторождений», №699.Ф.06/8 – «Разработка теоретических основ новых технологий открытой отработки рудных залежей в сложных горно-геологических условиях», №723.УГМ – «Создание новых технологий и оборудования для комплексного освоения месторождений и добычи твердых полезных ископаемых ГМК», №722.Ф.09/6 – «Создание научных основ геотехнологического регулирования качества комплексной рудной продукции при открытой отработке многокомпонентных месторождений».

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и получили одобрение на Международном симпозиуме, посвященной 100-летию со дня рождения академика К.И.Сатпаева (г. Алматы, 7-8 апреля, 1999г.), Международной научно-практической конференции «КазНТУ-образованию, науке и производству Республики Казахстан». (г.Алматы, 1999г.), Международной конференции «Молодые ученые – 10 летию независимости Казахстана (г.Алматы, КазНТУ: 2001г.), Международном научном симпозиуме в рамках «Неделя Горняка –2005» (г.Москва, 23 - 26 января 2005г.), Международном научном симпозиуме в рамках «Неделя Горняка – 2006» (г.Москва, 23 – 26 января 2006г.), II Международной научно-практической конференции «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы» (г. Алматы, 19 - 21 сентября 2006г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 печатных трудов, 4 публикаций в научных изданиях, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 6 публикаций в сборниках докладов Международных конференций и симпозиумов.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Она изложена на 105 печатных страницах машинописного текста, содержит 18 рисунков, 8 таблиц, список использованной литературы из 95 наименований и приложений на 2 страницах.

Основная часть

Существенный вклад в развитие теории открытой разработки месторождения полезных ископаемых, в том числе рабочей зоны карьера внесли академики Н.В.Мельников, В.В. Ржевский, М.И. Агошков, К.Н.Трубецкой, Б.Р.Ракишев, доктора технических наук А.И.Арсентьев, Г.В.Секисов, В.Р.Рахимов, Г.Г.Ломоносов, М.Г.Потапов, П.И.Томаков, В.С.Коваленко, А.Бегалинов, П.Л.Бастан, Д.Г.Букейханов, И.А.Тангаев, В.Г. Шитарев, В.С.Хохряков, Б.П.Юматов, А.М.Мустафина, С.Ж.Галиев, Н.С.Буктуков и многие другие ученые.

Анализ работ перечисленных ученых и опыт разработки крупных карьеров показывают, что на формирование рабочей зоны карьера главным образом воздействует характер распространения руд по количеству и качеству в пределах карьерного поля. Эти характеристики месторождения в конечном счете определяют основные параметры карьерного поля. Поэтому на этапе

составления проекта карьера должна производиться оптимизация геометрических параметров карьера с целью установления закономерностей идеализированного развития рабочей зоны по критерию, например, минимума среднего с начала разработки коэффициента горной массы, максимума коэффициента кондиционности, минимума коэффициента затратности, т.е. с учетом реальных условий залегания месторождения и качественного состава руд.

В основе оптимизации развития горных работ лежит требование наиболее полного извлечения полезного ископаемого в необходимом количестве и качестве при минимальных затратах на разработку. Этим принципом должны руководствоваться на каждом этапе развития рабочей зоны.

Сам принцип прежде всего базируется на установлении кондиций на минеральное сырье в конкретных исторических, горно-геологических и экономико-экологических условиях. Кондиции отражают требования промышленности к качеству минерального сырья (бортовое и минимальное промышленное содержание, требования к выделению типов руд, предельные содержания вредных примесей и перечень подлежащих учету попутных компонентов), а также требования к горнотехническим условиям разработки месторождения (минимальная промышленная мощность рудных тел, максимальная мощность прослоев пустых пород, минимальный коэффициент рудоносности). Кондиции и технологические показатели открытых горных работ взаимосвязаны.

Комплексное использование полезных компонентов, содержащихся в руде позволяет повысить извлекаемую ценность полезного ископаемого, а следовательно, снизить предел бортового содержания и расширить контуры, увеличить глубину карьера и тем самым вовлечь в эксплуатацию дополнительные запасы полезных ископаемых. При неизменном контуре карьера возможно снижение эксплуатационного коэффициента вскрыши и соответственно себестоимости добычи.

При более полном извлечении полезных компонентов из многокомпонентного минерального сырья увеличивается мощность предприятия по товарной продукции, а за счет увеличения извлекаемой ценности из полезного ископаемого снижаются кондиции, что приводит к существенному росту запасов полезного ископаемого.

На стадии разработки месторождения с помощью эксплуатационных кондиций уточняются запасы на отдельных выемочных участках месторождения, т.е. проводится их дифференцированная оценка. Такая оценка кондиционности того или иного участка (блока) комплексного месторождения осуществляется следующим образом.

Содержание условного металла является натуральным эквивалентом извлекаемой ценности $C_{и}$ и, наоборот, извлекаемая ценность является стоимостным эквивалентом содержания металла α . Что касается минимального промышленного содержания (α_{min}), то его эквивалентом будет та нижняя граница извлекаемой ценности руды, которая окупает предстоящие затраты C на ее разведку, вскрытие, добычу, транспортировку и переработку.

Любой блок запасов или участок недропользования может быть охарактеризован парами величин: (α, C) и (α, α_{\min}) , между которыми существует взаимно однозначное соответствие. Это обстоятельство позволяет использовать наглядную графическую интерпретацию процедуры оценки запасов объектов потенциального недропользования (рис. 1). Она заключается в отображении указанных пар в виде точек в соответствующих пространствах координат и в установлении положения этих точек относительно прямых $\alpha = C$ или $\alpha = \alpha_{\min}$.

По оси абсцисс откладываются значения промминимума α_{\min} , а на дополнительной ее шкале – предстоящие затраты C , приходящиеся на 1т руды. Масштабы основной и дополнительной шкал выбираются таким образом, чтобы выполнялось равенство:

$$\alpha_{\min} = \frac{C}{k_{и} \varepsilon_1 c}, \quad (1)$$

где $k_{и}$ – коэффициент изменения качества руды при добыче по основному компоненту; ε_1 – коэффициент сквозного извлечения основного компонента в товарную продукцию; c – цена за единицу основного компонента в товарной продукции.

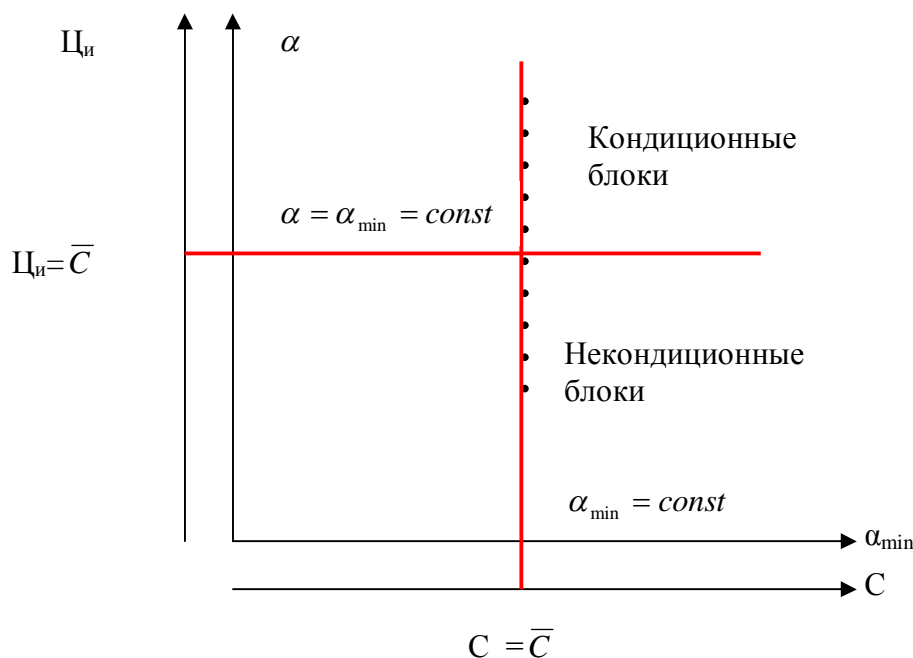


Рисунок 1 – Графическая интерпретация общепринятого способа оценки запасов полезных ископаемых по единому промминимуму

По оси ординат откладываются численные значения содержания условного металла α , а на ее дополнительной шкале – извлекаемая ценность руды $C_{и}$. При

выборе масштаба основной и дополнительной шкал по оси ординат должно соблюдаться равенство:

$$\alpha = \frac{C_{и}}{k_{и} \varepsilon_{1} c}. \quad (2)$$

Рассмотрим ситуацию, когда множество блоков, представляющих конкретное месторождение, оценивается, как обычно, по единому промминимуму $\alpha_{\min} = \text{const}$. Отложим это значение промминимума на обеих осях координат и проведем прямые $\alpha = \alpha_{\min} = \text{const}$ и $\alpha_{\min} = \text{const}$, параллельные этим осям. Нанесем на плоскость (α_{\min}, α) точки $(\alpha_{\min}, \alpha_i)$, соответствующие оцениваемым блокам. Постоянство промминимума α_{\min} означает, что блоки оцениваются в предположении об одинаковости значений всех параметров, от которых зависит эта величина. Поэтому указанные точки разместятся строго на вертикальной прямой $\alpha = \alpha_{\min}$ или, что то же самое, на прямой $C = \bar{C}$.

Чем выше положение точки на этой прямой, тем более высоким значением содержания металла и извлекаемой ценности характеризуется блок, и наоборот. Граничное условие по минимально допустимому значению извлекаемой ценности, равному предстоящим затратам \bar{C} , представляется в виде прямой $\alpha = \alpha_{\min} = \text{const}$ (или $C_{и} = \bar{C}$), которая проходит параллельно оси абсцисс и разделяет все множество точек, отображающих оцениваемые блоки, на два подмножества. Точки, расположенные над этой прямой или непосредственно на ней, соответствуют кондиционным блокам, для которых выполняется неравенство $C_{и} \geq \bar{C}$ (и $\alpha \geq \alpha_{\min}$), а все остальные – некондиционным, для которых $C_{и} < \bar{C}$ (и $\alpha \leq \alpha_{\min}$).

Таким образом, при оценке запасов месторождений по единому промминимуму содержание металла оказывается единственным отличающимся по оцениваемым блокам месторождения натуральным показателем, от которого зависят выводы о целесообразности или нецелесообразности включения их в промышленный контур и последующей отработки. Точно также извлекаемая ценность руды $C_{и}$ является единственным различающимся по блокам стоимостным показателем, определяющим кондиционность или некондиционность их запасов. Именно поэтому при более тщательных расчетах в составе балансовых запасов нередко обнаруживаются убыточные блоки, а в забалансовых – прибыльные.

Чтобы выполнить дифференцированную оценку запасов необходимо для каждого блока определить не только извлекаемую ценность $C_{иi}$, но и предстоящие затраты C_i . Их значения фиксируются в системе координат $(C_{иi}; C_i)$ в виде точек, отображающих множество оцениваемых блоков (рис. 2). Эти точки располагаются уже не на одной прямой, как это было в предыдущем случае, а занимают некоторую область возможных значений в границах $C_{и-} \leq C_{и} \leq C_{и+}$ и $C^- \leq C \leq C^+$.

Граничная прямая $C_{и} = C$ (или $\alpha = \alpha_{\min}$), проходящая под углом 45° , разделяет все множество точек на два подмножества – точки, лежащие выше

этой прямой или на ней самой, соответствуют кондиционным блокам, а ниже – некондиционным.

Таким образом, если результаты градации блоков при их оценке по единому промминимуму определяются положением граничной прямой $\alpha_{\text{и}} = \bar{C}$, то при дифференцированной оценке – прямой $\alpha_{\text{и}} = C$. При пересечении этих прямых в пространстве координат $(\alpha_{\text{и}}, C)$ образуются четыре области I, II, III, IV соответственно кондиционных, некондиционных, некондиционных и кондиционных блоков, которые описываются следующим образом:

I – $\alpha \geq \alpha_{\text{мин}} = \text{const}$ и $\alpha \geq \alpha_{\text{мин}}$; II – $\alpha \geq \alpha_{\text{мин}} = \text{const}$ и $\alpha < \alpha_{\text{мин}}$;
 III – $\alpha < \alpha_{\text{мин}} = \text{const}$ и $\alpha < \alpha_{\text{мин}}$; IV – $\alpha \leq \alpha_{\text{мин}} = \text{const}$ и $\alpha \geq \alpha_{\text{мин}}$.

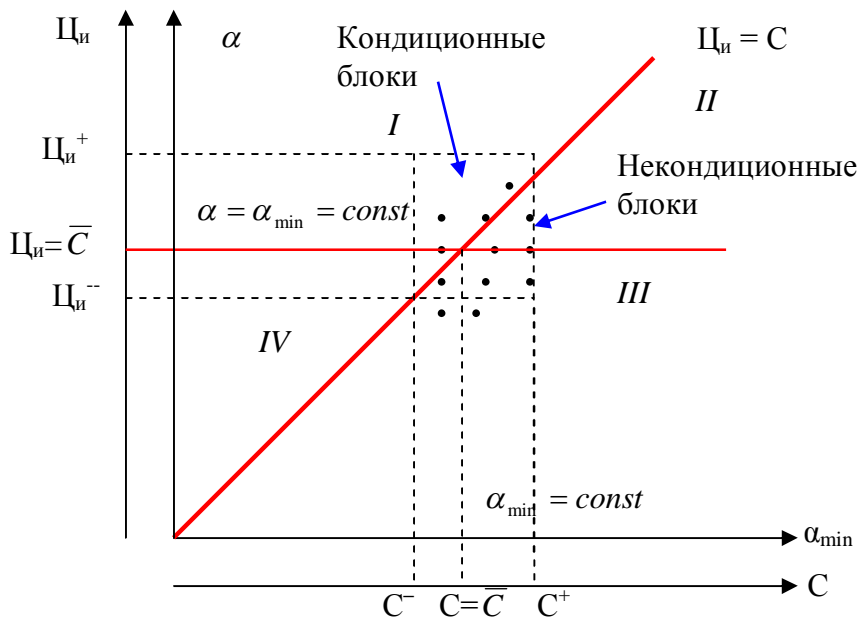


Рисунок 2 - Оценка запасов по дифференцированному промминимуму

Однако оконтуривание запасов при применении существующих методов, как уже указывалось, имеет тот недостаток, что запасы участков месторождения с невысоким содержанием основного компонента и высоким содержанием попутных компонентов исключаются из запасов, подлежащих использованию.

Этого недостатка можно избежать при помощи предлагаемой методики оконтуривания и оценки запасов комплексных руд с использованием коэффициента кондиционности.

Кондиционность запасов блоков при комплексном использовании полезных ископаемых оценивается коэффициентом кондиционности, определяемым по формуле

$$k_{\text{кд}} = \frac{\sum_{i=1}^n 0,01\alpha_i k_k \varepsilon_{\text{об}i} \varepsilon_{\text{ми}} (\alpha_{\text{MMi}} - C_{\text{MMi}})}{C_{\text{д.об}}}, \quad (3)$$

где α_i – содержание i -го компонента в запасах, %; k_k – коэффициент изменения качества полезного ископаемого при добыче, доли ед.; $\varepsilon_{обi}$, ε_{mi} – коэффициент извлечения полезного i -ого компонента соответственно при обогащении и металлургическом переделе, доли ед.; $C_{ммi}$ – сумма затрат на транспортирование продукта обогащения (концентрата) до металлургического завода и металлургический передел в себестоимости тонны конечной продукции (металла), тг/т; $C_{д.об}$ – сумма затрат на добычу, транспортирование до обогатительной фабрики и обогащение единицы добытого полезного ископаемого; $\Pi_{ммi}$ – извлекаемая ценность конечного i -го продукта, тг/т.

При использовании выражения (3) появляется возможность оконтуривать запасы полезных ископаемых по натуральным показателям содержания полезных компонентов путем расчета вариационного ряда благоприятных сочетаний бортовых содержания этих компонентов.

Рассмотрим пример на базе ряда блоков месторождения Ушкатын-III АО «Жайремский ГОК», где в целом комплексные руды, представленные полезными компонентами А и Б, находятся в контуре карьера (табл. 1).

Таблица 1 – Запасы руд и их показатели по блокам

№ блока	Запасы руды, млн. т	Содержание компонента		Коэффициент кондиционности
		А	Б	
1	3,1	2,6	2,25	0,54
2	1,4	3,1	5,7	1,06
3	1,8	4,6	4,65	1,05
4	1,9	4,69	4,3	1,01
5	5,6	5,43	3,8	1,01
6	5,2	6,75	2,9	1,01
7	3,3	4,59	4,58	1,04
8	3,3	4,59	2,58	0,76
9	2,7	4,22	3,2	0,82
10	5,8	4,45	2,38	0,73
11	2,8	6,18	2,7	0,93
12	2,7	6,18	2,7	0,93
13	2,8	5,13	2,69	0,92
14	3,2	4,65	2,15	0,71
15	2,4	5,07	2,06	0,74

Оценку вовлечения данных запасов в переработку можно провести по выражению:

$$k_{кд} = \frac{0,01k_{кА} \varepsilon_{обА} \alpha_A \Pi_A + 0,01k_{кБ} \varepsilon_{обБ} \alpha_B \Pi_B}{C_{д.пр} + C_{об.пр}} \quad (4)$$

Подставив в уравнение соответствующие значения входящих параметров

по всем рассматриваемым блокам, получим $k_{кд} = 0,87$. В таком случае все запасы в сумме оказываются некондиционными. Однако блоки, входящие в суммарные запасы, имеют разные содержания полезных компонентов и целесообразно оценить их отдельно. Это можно сделать, рассчитав коэффициент кондиционности отдельно для каждого блока. Как видно из табл.1 содержание компонента А в подсчетных блоках составляет $2,6 \div 6,75\%$, компонента Б – $2,06 \div 5,7\%$. Следовательно, необходимо определить граничные условия в пределах этого содержания полезных компонентов.

Используя в расчётах поочередно значения содержания компонента α_A , получим соответствующие значения содержания компонента α_B (при $k_{кд}=1$), что приведено в табл.2.

Расчёты показывают, что кондиционными оказываются блоки № 2-7 с суммарными запасами 19,2 млн. т и средним содержанием компонента А, равным 5,32%, и компонента Б – 3,88% и общим коэффициентом кондиционности 1,02 (табл. 1). Следовательно, запасы указанных блоков можно вовлечь в эксплуатацию.

Таблица 2 – Вариационный ряд содержания полезных компонентов

α_A	2,6	3	3,5	4	4,5	5	6,5	6	6,5	6,7
α_B	5,6	5,3	5	4,7	4,3	4	3,7	3,3	3	2,8

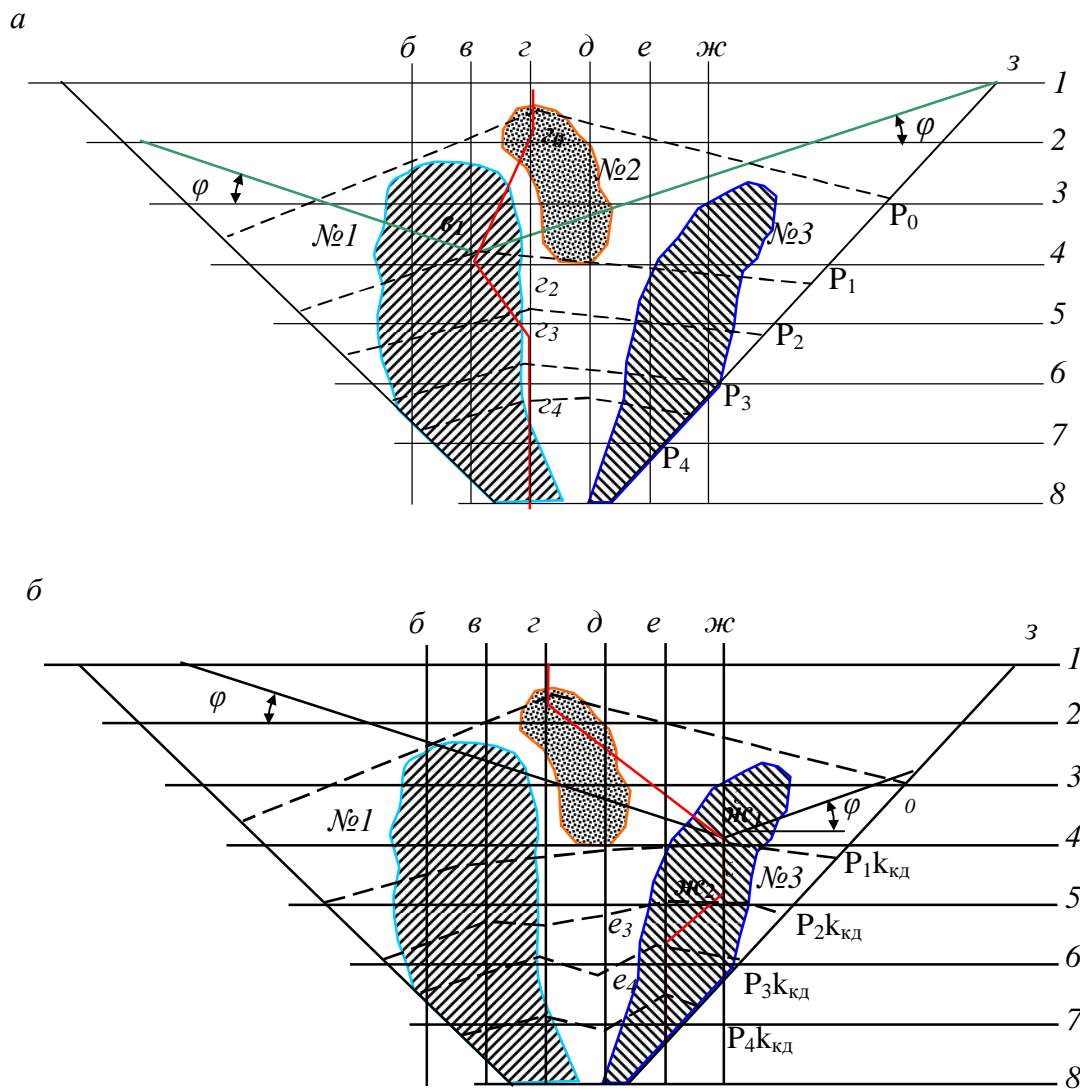
Преимущество использования коэффициента кондиционности рассмотрим на примере решения задачи определения рационального направления развития горных работ графоаналитическим методом А.И.Арсентьева. Для этого объемы полезных ископаемых по каждому виду, найденные на поперечном разрезе по всем возможным направлениям развития, умножают на соответствующий коэффициент кондиционности и суммируют их для каждого положения рабочей зоны карьера.

По полученным данным строят график нарастающих значений этой суммы в зависимости от этапов углубки карьера Н, т.е.:

$$\sum_{i=1}^k P_s k_{кд} = f(P, Ц), \quad (5)$$

где P_s – объем добычи s-го вида полезного ископаемого (очередном) на данном этапе развития горных работ.

Точки пересечения этих горизонталей с линиями графика соответствуют глубине, на которой добывается заданный объем полезных ископаемых соответствующей кондиционности. Эти точки переносят на поперечный разрез (рис.3), соединяют по признаку равных значений объемов полезных ископаемых соответствующей кондиционности и получают изолинии равнокондиционных объемов вынимаемых полезных ископаемых для всех возможных направлений углубки.



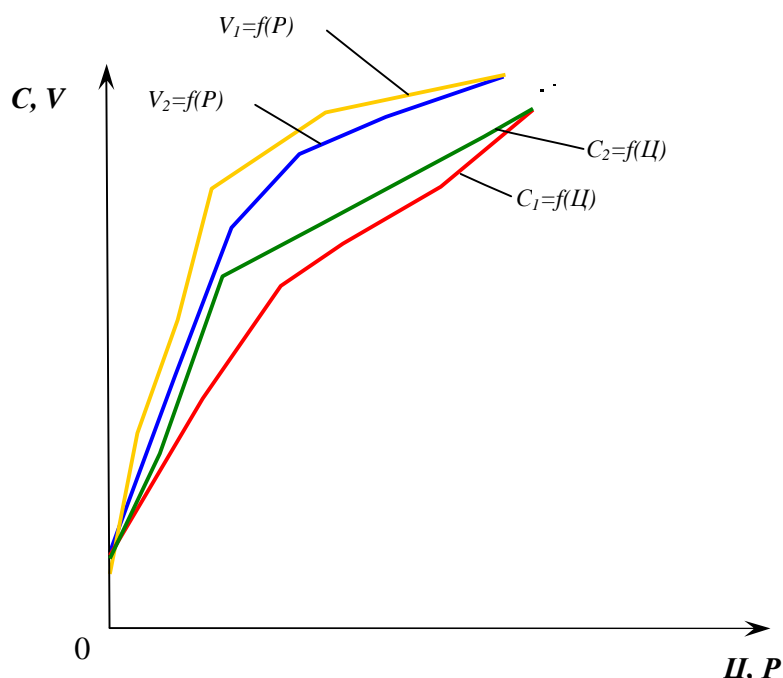
а, б, в, г, д, е, ж, з – линии возможных направлений углубки; φ – угол откоса рабочего борта карьера; P_0, P_1, P_2, P_3, P_4 – изолинии объемов полезного ископаемого; $г_0в_1г_2г_3г_4$ – линия направления углубки I; $P_1ккд, P_2ккд, P_3ккд, P_4ккд$ – изолинии равнокондиционных объемов полезных ископаемых; $ж_1ж_2е_3е_4$ – линия направления углубки II
 Рисунок 3 – Поперечный разрез карьера

Для условий разработки комплексного месторождения было определено направление углубки по двум вариантам: на рис. 3, а – на основе изолиний объемов полезного ископаемого без учета его качества ($P_1 \dots P_4$) и минимума среднего с начала отработки коэффициента вскрыши (линия $г_0в_1г_2г_3г_4$) на рис. 3, б – по предлагаемому методу на основе изолиний равнокондиционных объемов полезных ископаемых ($P_1ккд, \dots P_4ккд$) и минимальных значений вскрыши.

Сравнение линий направлений углубки, показывает, что влияние кондиционности запасов на направления углубки весьма значительно. Если в первом случае линия направления углубки проходит по рудному телу №1, то во втором случае – по рудному телу №3.

Для оценки результатов определения направлений углубки были построены графики функций $V=f(P)$ и $C=f(\Pi)$ (рис.4) для обоих направлений углубки.

График функции $V=f(P)$ для линии углубки I находится ниже, чем для линии углубки II. Однако на графике функций $C=f(\Pi_{\text{и}})$ положение функции для направления углубки I находится выше, чем для линии II. Это значит, что для получения одной и той же стоимости продукции при направлении углубки I необходимо произвести большие затраты и в более раннее время, чем при направлении углубки II. Следовательно обработка месторождения по направлению углубки II наиболее экономична.



V – объем вскрышных работ; C – сумма затрат на добычу и обогащение полезного ископаемого; P – годовая добыча полезного ископаемого; $\Pi_{\text{и}}$ – ценность конечной продукции из добытого полезного ископаемого.
Рисунок 4 – Кумулятивные графики для добытого полезного ископаемого I и II направлений углубки

Для оценки вариантов при комплексном использовании полезных ископаемых могут быть использованы также минимум значений среднего с начала разработки коэффициента ($k_{\text{сн}}$) вскрыши, минимум затрат на проведение всех основных и вспомогательных производственных процессов и т.д.

Для выявления взаимосвязей между искомыми и влияющими факторами все карьерное поле в соответствии с принципами формирования сеточно-узловой модели месторождения и карьерного пространства делится на горизонтальные слои высотой, равной высоте уступа, и взаимно перпендикулярными вертикальным плоскостями разрезается на элементарные блоки, размеры которых в плане устанавливаются с учётом технологических ограничений. Каждый блок характеризуется количественными и качественными показателями содержащейся в нём горной массы.

В первом приближении порядок построения и оценки того или иного j – того положения рабочей зоны на каждом p – том горизонте i – того разреза

возможен следующий. От границ блок, расположенного в средней части рудной залежи на рассматриваемом p – том горизонте (или его центра, являющегося узлом сеточной модели) проводятся линии откоса рабочих бортов L_{ij} под углом φ_i (рис.5). Эти линии с шагом, равным размеру элементарного блока перемещают к контуру карьера так, чтобы рабочая зона охватила всё вышележащее рудное пространство.

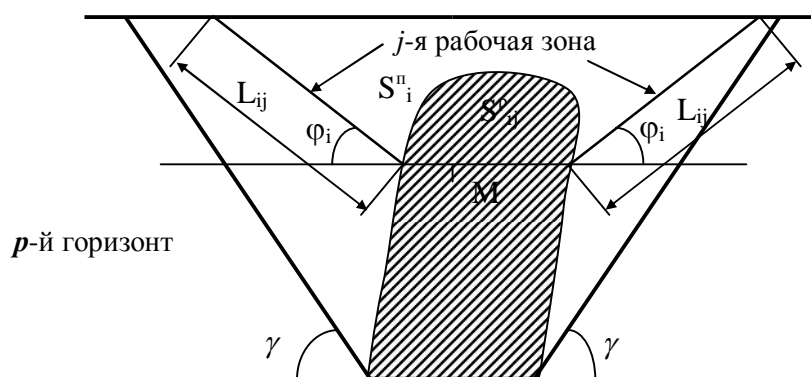


Рисунок 5 – Характерный поперечный разрез карьера

В условиях разработки однородного полезного ископаемого коэффициент горной массы для любого зафиксированного таким образом положения рабочей зоны определяется по формуле:

$$(k_{\text{сн}} + 1)_{ij} = \frac{S_{ij}^r}{S_{ij}^p}, \quad (6)$$

где S_{ij}^r , S_{ij}^p - соответственно площади горной массы и полезного ископаемого на i -м разрезе ($i=1, 2, \dots, r$), входящем в рабочую зону j -го положения ($j=1, 2, \dots, g$).

Конкретному значению $(k_{\text{сн}}+1)_{ij}$ соответствуют свои точки пересечения боковых линии L_{ij} с горизонтом p . Линия, соединяющая все точки с равными значениями $(k_{\text{сн}}+1)_{ij}$ на данном горизонте по всем r разрезам, определяет конфигурацию и размеры текущего дна карьера. Это условие записывается в виде:

$$(k_{\text{сн}} + 1)_{pj} = (k_{\text{сн}} + 1)_{1j} = (k_{\text{сн}} + 1)_{2j} = \dots = (k_{\text{сн}} + 1)_{rj}. \quad (7)$$

Количество контуров дна j ($j=1, 2, \dots, g$) на каждом горизонте p ($p=1, 2, \dots, n$) равно числу рассмотренных положений рабочей зоны. Оптимальным из них является положение, для которого коэффициент горной массы с начала разработки имеет минимальное значение.

Если суммарные затраты, связанные с разработкой некоторого объема горной массы, обозначить через Z , а суммарные доходы (выгоды), которые следует ожидать от ее реализации через D , то их отношение Z/D характеризует степень использования вложенных затрат. Назовем это соотношение коэффициентом затратности (k_z). Он определяется из соотношения:

$$k_z = 3/D. \quad (8)$$

Коэффициент затратности в целом для j -ой рабочей зоны на данном горизонте согласно определению и по аналогии с (6) соответствует условию:

$$k_{zpi} = k_{zj1} = k_{zj2} = \dots = k_{zjr}, \quad (9)$$

где k_{zpj} - коэффициент затратности на p -том горизонте для j -го положения рабочей зоны; k_{zji} - то же на j -ом контуре дна p -го горизонта для i -го сечения.

Зависимость (9) показывает, что принятой формой, размерами рабочей зоны в j -том положении на рассматриваемом горизонте достигается равенство отношений затраты/доходы по всем сечениям, нормальным к контуру текущего дна карьера.

В условиях разработки комплексных руд в отличие от однородных важно учесть качественный состав руд и извлекаемую ценность входящих в них компонентов, а также при расчёте затрат и доходов установить взаимосвязь между коэффициентом затратности и коэффициентом кондиционности. Очевидно, что чем выше $k_{кд}$, тем ниже коэффициент затратности (k_z). Аналитическое выражение этой зависимости можно установить следующим образом:

$$k_z = \frac{3}{D} = \frac{\sum_{S=1}^k P_s (C_d + C_{об}) + V_B C_B}{\sum_{S=1}^k P_s \sum_{i=1}^n 0,01 k_k \varepsilon_{обi} \alpha_i (Ц_i - C_{MMi})} \rightarrow \min. \quad (10)$$

На основе информационных показателей блоков, включаемых в отработку требуется оценить качество извлекаемых руд, характеризуемое коэффициентом кондиционности.

Для найденного значения $k_{кд}$ следует установить допустимую величину коэффициента вскрыши ($k_{вс.доп.}$), при котором добыча этих руд осуществляется на бесприбыльно-безубыточном уровне.

Взаимосвязь названных коэффициентов характеризуется следующими зависимостями

$$k_z = \frac{\sum_{s=1}^k P_s + \frac{V_B C_B}{C_d + C_{об}}}{\sum_{s=1}^k P_s k_{кд}}, \quad (11) \quad k_z = \frac{1}{k_{вс}} + \frac{C_B}{C_d + C_{об}} \cdot \frac{1}{k_{кд}}. \quad (12)$$

Допустимое значение коэффициента вскрыши ($k_{вс}$) при известной кондиционности извлекаемых комплексных руд может быть определен из выражения:

$$k_{вс.д} = \frac{(k_{кд} - 1)(C_d + C_{об})}{C_B}. \quad (13)$$

Требуемый уровень кондиционности добытых руд $k_{кд}$ при известном значении коэффициента вскрыши может быть найден из выражения:

$$k_{кд} = \frac{V_B C_B}{\sum_{s=1}^k P_s (C_d + C_{об})} + 1. \quad (14)$$

Найденными выражениями характеризуется тесная взаимосвязь между такими важными критериями эффективности разработки комплексного месторождения, к которым относятся коэффициенты затратности, кондиционности и вскрыши.

Из множества возможных положений рабочей зоны карьера оптимальным следует считать то, при котором обеспечивается минимальное значение коэффициента затратности (k_z), определенного для всего объема этого пространства.

На рис. 6 приведен фрагмент построения изолиний для участка сеточно-узловой модели с весовым значением коэффициента затратности 0,35.

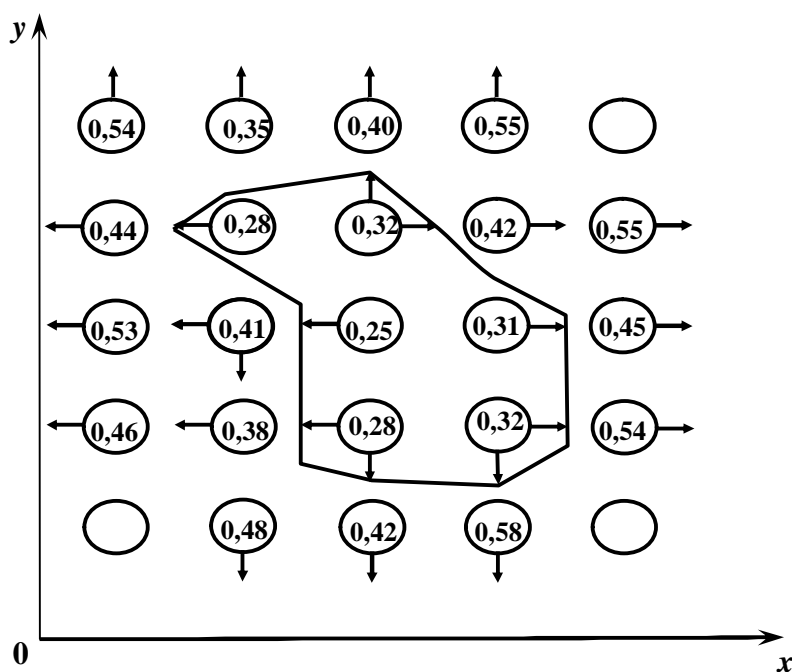


Рисунок 6 – Схема к построению изолиний с весовым значением $k_z=0,35$

Полученная совокупность изолиний, представляющих собой контуры рабочей зоны на плане данного горизонта, определяет варианты местоположения, формы и размеров рабочей зоны с различной эффективностью ведения горных работ. Наиболее предпочтительным из них по критерию минимума коэффициента затратности с начала отработки карьера является вариант удовлетворяющий условию (10). Его поиск сопровождается расчетами коэффициента затратности для всего пространства той или иной оболочки рабочей зоны.

В целом для решения основных задач проектирования и планирования

горных работ анализу подвергаются все рудные горизонты. В результате с использованием указанных критериев выявляется наилучший вариант развития рабочей зоны.

Таким образом, предлагаемые принципы, критерии оптимизации и методика их использования позволяют в процессе поиска оптимальных решений:

-учитывать естественную закономерность изменения геологических и других условий, комплексность минерального сырья, а также технологические возможности добычи и переработки минерального сырья;

-осуществлять с учетом технологических ограничений выбор местоположения, форм, размеров текущего дна карьера и площадей всех вышележащих горизонтов в процессе развития рабочей зоны.

Заключение

В диссертационной работе содержатся новые научно обоснованные результаты по решению важной научной задачи, заключающейся в создании методологии формирования рационального развития горных работ при открытой разработке комплексных месторождений, использование которых повышает надежность и качество проектирования горнотехнических систем и эффективность работы горных предприятий.

Основные результаты выполненной исследовательской работы заключаются в следующем:

1. Особенности условий залегания и качественного состава комплексных месторождений многокомпонентных руд определяют необходимость научного обоснования оптимального развития карьерного пространства с целью повышения эффективности работы предприятия.

2. Установление закономерностей формирования рационального рабочего пространства карьера в конкретных горно-геологических условиях разработки комплексных месторождений предшествует решению других горно-технических задач и предотвращает принятие ошибочных проектных решений.

3. При разработке многокомпонентных руд следует ориентироваться на дифференцированную оценку кондиционности каждого выемочного участка, что позволяет вовлечь в отработку дополнительные запасы месторождения.

4. Разработана методика оценки целесообразности вовлечения в промышленное использование комплексных руд, бедных по содержанию основного компонента, на основе учёта уровня содержания попутных компонентов и получения из них дополнительной конечной продукции повышенной извлекаемой ценности.

5. Даны методологические подходы к решению вопроса целесообразности вовлечения в отработку забалансовых запасов комплексных руд с учётом конкретной горно-технической технологической, экономической ситуации и оценки качественного состава руд на основе определения их коэффициента кондиционности.

6. Разработана методика определения рациональных объемов извлекаемых запасов полезных ископаемых комплексных месторождений, основанная на

учете критериев, характеризующих горно-геологические условия и технико-экономические показатели переработки.

7. Установлены закономерности формирования рабочей зоны карьера с учетом коэффициентов кондиционности, затратности, выражающих горно-геологические и горно-технические условия разработки комплексных месторождений. Предложена методика определения рациональных размеров текущего дна карьера.

Методические указания, разработанные в рамках данной диссертационной работы, используются в учебном процессе кафедры Открытых горных работ КазНТУ им. К.И.Сатпаева для студентов специальности 050707 – Горное дело по дисциплинам «Проблемы открытой разработки комплексных месторождений», «Взаимная связь и планирование процессов открытых горных работ», «Проектирование карьеров».

Оценка полноты решений поставленных задач. Цель, поставленная в работе, достигнута. Сформулированные задачи, включающие проведение теоретических исследований проблем комплексной разработки месторождений, решены полностью, выполненные разработки являются завершенными и доведены до практического внедрения.

Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов. Представленные в диссертации результаты исследования автора были приняты к использованию в лаборатории комплексного освоения недр ИГД им. Д.А.Кунаева для обоснования рационального направления развития горных работ при разработке комплексных месторождений и в учебном процессе КазНТУ имени К.И.Сатпаева.

Оценка технико-экономической эффективности. Внедрение разработанной методики (апробирована в лаборатории комплексного освоения недр ИГД им. Д.А.Кунаева) для проектирования рационального развития горных работ при разработке комплексных месторождений, позволяет повысить надежность и качество проектирования горнотехнических систем и эффективность работы горных предприятий.

Оценка научного уровня выполнения работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области.

В диссертационной работе впервые:

- обоснована возможность использования единого минимального промышленного содержания полезных компонентов комплексных месторождений и конечных экономических показателей переработки для установления границ между кондиционными и некондиционными запасами руд.

- разработана методика определения рациональных объемов извлекаемых запасов полезных ископаемых комплексных месторождений с учетом их состава, горно-геологических условий и технико-экономических показателей переработки.

- установлены закономерности формирования рабочей зоны карьера с учетом горно-геологических и горно-технических условий разработки комплексных месторождений.

Список опубликованных работ по теме диссертации:

1. Кожантов А.У., Кенжебаев А. Исследование влияния параметров системы разработки и бортового содержания на величину потерь и разубоживания руд //Международный симпозиум, посвященный 100-летию со дня рождения академика К.И.Сатпаева (7-8 апреля, 1999г.) Часть-1. ИИА “АЙКОС”, Алматы: 1999. – С.96-98.
2. Kozhantov A.U., Kenzhebaev A.K., Baymukhamedov E.M. The method of derinition of ore an stages of mining of quality requirtemts and designing of opencasts // Proceedings of the Second Inter Scientific Conference in the Republic of Kazakhstan on Informative Technologies and Control (KazITC'99), Алматы: 1999. – С.206- 209.
3. Кожантов А.У., Кенжебаев А., Ирмухаметов Б.Х. Оценка колебания качества золотоносных руд на технологические показатели их обогатимости // Труды международной научно-практической конференции КазНТУ-образованию, науке и производству Республики Казахстан. ИИИ “АЙКОС”, Алматы: 1999. – С.305-308.
4. Кожантов А.У., Кенжебаев А., Джарлкаганов У.А. Исследование и оптимизация взаимодействия гидравлических экскаваторов и автосамосвалов в технологическом комплексе на карьере // Труды международной конференции “Молодые ученые – 10 летию независимости Казахстана, КазНТУ, Алматы: 2001. – С. 456-460.
5. Рақышев Б., Кожантов А., Сейітұлы К. Карьер алаңының аналитикалық параметрлерін анықтау // Сборник трудов аспирантов и магистрантов. Алматы: КазНТУ, 2004. – С.171-174.
6. Рақышев Б., Кожантов А., Сейітұлы К. Карьер жұмыс алаңының ең маңызды параметрлері // Сборник трудов аспирантов и магистрантов. Алматы: КазНТУ, 2004. – С.174-180.
7. Ракишев Б.Р., Кожантов А.У., Куттыбаев А.Е. Взаимосвязь между важнейшими параметрами и показателями системы открытой разработки полезных ископаемых // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2005. – №10. – С.220-227.
8. Ракишев Б.Р., Кожантов А.У., Куттыбаев А.Е. Влияние типоразмеров и расстановки выемочно-погрузочного оборудования на интенсивность развития открытых работ // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2006. – №1. – С.221-226.
9. Ракишев Е.Б., Саменов Г.К., Кожантов А.У., Куттыбаев А.Е. Интегральная характеристика параметров рабочей зоны карьера // Труды Второй Международной научно-практической конференции «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы», – Алматы: КазНТУ, 2006. – С.144-147.
10. Ракишев Е.Б., Саменов Г.К., Кожантов А.У., Куттыбаев А.Е. Объемы вскрытых и готовых к выемке запасов пород при различных размерах рабочей зоны // Труды Второй Международной научно-практической конференции «Горное дело и металлургия в Казахстане. Состояние и перспективы», – Алматы: КазНТУ, 2006. – С.147-151.

Қожантов Арыстан Ұзақбайұлы

Кешенді кенорындарын ашық әдіспен қазу кезінде кен жұмыстарының тиімді дамуы әдістемесін жасау

25.00.21 – «Кен-техникалық жүйелерін жобалаудың теориялық негіздері» мамандығы бойынша техника ғылымдарының кандидаты ғылыми дәрежесін алу үшін дайындаған диссертациялық жұмысының

ТҮЙІНІ

Зерттеу нысаны. Кешенді көпкомпонентті кенорындарын қазу кезіндегі карьердің жұмыс аймағы.

Жұмыстың мақсаты. Кешенді кенорындарын ашық әдіспен қазу кезінде көпкомпонентті кендердің қайта өңдеу үшін аз шығын жұмсалатын, олардың қажетті сапасын және толық алынуын қамтамасыз ететін кен жұмыстарының тиімді дамуының әдістемесін жасау.

Зерттеу әдістері. Қойылған мәселелерді шешу үшін жер қойнауын тиімді пайдаланудың теориясы мен практикасы саласындағы тау-кен ғылымындағы жетістіктерді талдау нәтижелері; шешімдерді қабылдау теориясының элементтері, зерттеулердің аналитикалық және графоаналитикалық әдістері; нұсқалар және математикалық статистика әдістері; AutoCAD бағдарламасын пайдаланып экономика-математикалық моделдеу әдісі қолданылды.

Жұмыстың негізгі нәтижелері:

Кешенді кенорындарының жату жағдайлары мен сапалық құрамының ерекшеліктері кәсіпорындардың жұмысының тиімділігін жоғарылату үшін карьердің жұмыс аймағының оңтайлы дамуын негіздеу қажеттілігін туындатады.

Кешенді кенорындарын қазудың нақты кен-геологиялық жағдайларында карьерлердің жұмыс кеңістігін тиімді қалыптастыру ерекшеліктерін анықтау қате жобалық шешімдерді қабылдауды болдырмау үшін басқа кен-техникалық мәселелерді қатар шешу қажет.

Көпкомпонентті кендерді қазу кезінде әр қазу бөлімшесінің кондициялығын дифференциалдық бағалауды ескеру қажет, бұл пайдалы қазбалардың қосымша қорларын қазуға енгізу мүмкіндігін жоғарылатады.

Негізгі компонентінің құрамы кедей, бірақ құнды қосарласқан компоненттерден тұратын кешенді кендерді өнеркәсіптік пайдалануға қабылдауға қажеттілігін бағалау әдістемесі жасалды.

Кондициялық және кондициядан тыс кен қорларының арасындағы шекараларды анықтау үшін кешенді кенорындарының пайдалы компоненттерінің бірыңғай ең төменгі өнеркәсіптік құрамын және қайта өңдеудің түпкі экономикалық көрсеткіштерін пайдалану мүмкіндігі негізделді.

Кешенді кенорындарының құрамын, кен-геологиялық жағдайларын және қайта өңдеудің техника-экономикалық көрсеткіштерін ескере отырып, пайдалы

қазбалардың алынатын қорларының тиімді қорларын анықтау әдістемесі жасалды.

Кешенді кенорындарын қазудың кен-геологиялық және кен-техникалық жағдайларына байланысты карьердің жұмыс аймағын қалыптастыру заңдылықтары анықталды. Карьердің ағымдағы түбінің тиімді өлшемдерін анықтау әдістемесі ұсынылды.

Негізгі конструкторлық, технологиялық және техникалық-эксплуатациялық сипаттамалары. Жұмыс деңгей жиектеріндегі кондициялық және кондициядан тыс кен қорларының арасындағы шекаралары кешенді кенорындарының пайдалы қазбаларының ең төменгі өнеркәсіптік құрамының өзгерісін және оларды қайта өңдеудің түпкі экономикалық көрсеткіштерін бірге қарастыру негізінде анықталуы мүмкін.

Кешенді кенорындарының пайдалы қазбаларын алудың тиімді көлемдері контурындағы тау-кен қазындысының көлемі ең аз, ал кондициялық коэффициенті оларды қазуға қабылдаудың экономикалық тиімділігі шартын қамтамасыз ететін жұмыс аймағының жағдайына сәйкес келеді.

Жұмыс аймағының негізгі элементі – карьердің ағымдағы түбінің геометриялық өлшемдері кешенді кенорының берілген кен-геологиялық сипаттамаларымен және қазу жүйесінің көрсеткіштерімен анықталады. Карьердің ағымдағы түбінің оңтайлы өлшемдері шығындылық коэффициентінің ең төменгі мәніне сәйкес келеді.

Енгізу дәрежесі. Жұмыстың негізгі нәтижелері Д.А.Қонаев атындағы кен істері институтының жер қойнауын кешенді игеру зертханасында және Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университетінің ашық кен жұмыстары кафедрасының оқу үрдісінде пайдалануға қабылданды.

Енгізу бойынша ұсыныстар немесе ғылыми-зерттеу жұмысын енгізу нәтижелері. Автордың әдістемелік ұсыныстарын кешенді кенорындарын қазу кезінде кен жұмыстарының дамуының тиімді бағытын негіздеу үшін ұсынуға болады, бұл кен техникалық жүйелерін жобалаудың сенімділігі мен сапасын және тау-кен кәсіпорындарының жұмысының тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Қолдану саласы. Тау-кен өндірісі.

Экономикалық тиімділігі немесе жұмыстың маңыздылығы. Кешенді кенорындарының құрамын, кен-геологиялық жағдайларын және қайта өңдеудің техника-экономикалық көрсеткіштерін және кешенді кенорындарын қазудың кен-геологиялық және кен-техникалық жағдайларына байланысты карьердің жұмыс аймағын қалыптастыру заңдылықтарын ескере отырып, пайдалы қазбалардың алынатын қорларының тиімді қорларын анықтаудың әзірленген әдістері кен техникалық жүйелерін жобалаудың сапасын жоғарылатады және пайдалы қазбаларды ашық әдіспен өндіретін кәсіпорындардың тұрақты жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.

RESUME

of the dissertation by Kozhantov Arystan Uzakbaevich
submitted on competition for a scientific degree of Candidate technical sciences

Creation of methodology of rational development of mountain works at open-cast mining of complex deposits

25.00.21 - Theoretical bases of designing of mining systems

Object of research. A working zone of an open-cast mine by working out of complex multicomponent deposits.

The work purpose. Creation of methodology of rational development of mountain works at the open-cast mining of complex deposits providing completeness of extraction and demanded quality of multicomponent ores with the minimum expenses for processing.

Research methods. At the decision of tasks in view results of the analysis of the achievements saved up in a mountain science in the field of the theory and practice rational are used; elements of the theory of decision-making; analytical, columns analytical methods of researches, a method of variants, the mathematical statistics; economic-mathematical modeling with use of program AutoCAD.

The basic results of work: Features of conditions deposit and qualitative structure of complex deposits predetermine necessity of a careful substantiation of optimum development of a working zone of an open-cast mine for increase of overall performance of the enterprises.

The establishment of features of rational formation of working space of open-cast mines in concrete mountain-geological conditions of working out of complex deposits should precede the decision of other mountain-technical problems that will allow to avoid acceptance of erroneous design decisions.

By working out of multicomponent ores it is necessary to be guided by the differentiated estimation standard everyone dredging a site that raises expediency of involving in working off of additional stocks of minerals.

The technique of an estimation of necessity of involving in industrial use of complex ores, poor under the maintenance of the basic component, but containing valuable passing components is developed. Taken value of end production as a result raises.

Possibility of use of the uniform minimum industrial maintenance of useful components of complex deposits and final economic indicators of processing for an establishment of borders between standard and sub-standard stocks of ores is proved.

The technique of definition of rational volumes of taken stocks of minerals of complex deposits taking into account their structure, mountain-geological conditions and technical and economic indicators of processing is developed.

Laws of formation of a working zone of an open-cast mine taking into account mountain-geological are established and is mountain-specifications workings out of complex deposits. The technique of definition of the rational sizes of a current bottom of an open-cast mine is offered.

The basic constructions-technological and technical-operational characteristics. Borders between standard and sub-standard stocks of ores on working horizons can be established on the basis of joint consideration of changes of the minimum industrial maintenance of minerals of complex deposits and final economic indicators of their processing.

Rational volumes of extraction of minerals of complex deposits correspond to position of a working zone at which the volume of mountain weight in its contour will be minimum, and value of factor standard provides a condition of economic feasibility of their involving in working out.

The geometrical sizes of a basic element of a working zone - a current bottom of an open-cast mine are predetermined by the set mountain-geological characteristics of a complex deposit and indicators of system of working out. The optimum sizes of a current bottom of an open-cast mine it is reached at the minimum value of factor затратности.

Introduction degree. The basic results of work are accepted to use in laboratory of complex development of bowels ИГД of D.A.Kunaev and in educational process of chair of Open mountain works of KazNTU of K.I.Satpaev.

Recommendations about introduction or results of introduction of research work. It is possible to recommend methodical workings out of the author for a substantiation of a rational direction of development of mountain works by working out of complex deposits that will allow to raise reliability and quality of designing of mining systems and overall performance of the mountain enterprises.

A scope. Mining industry.

Economic efficiency or value of work. The developed methods of definition of rational volumes of taken stocks of minerals of complex deposits taking into account their structure, mountain-geological conditions and technical and economic indicators of processing and laws of formation of a working zone of an open-cast mine taking into account mountain-geological and mining conditions of working out of complex deposits will raise quality of designing of mining systems and promote steady functioning the enterprise with open way of mining operations.

Подписано в печать 26.11.2010 г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Объем 1,0 усл.п.л. Тираж 100 экз.

Типография Алматинского института энергетики и связи
050013, Алматы, ул.Байтурсынова, 126