

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ СОВЕТ Д.003.20.01

На правах рукописи

АГАБАЛЯН АНДРАНИК ЮРЬЕВИЧ

УДК 622.271.3

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ГРАНИЦ КАРЬЕРОВ
ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ОСВОЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ (НА ПРИМЕРЕ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ АРМЕНИИ)

Специальность 05.15.03 - "Открытая разработка месторож-
дений полезных ископаемых"

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва, 1991

Работа выполнена в Институте геологических наук АН Армении

Научный руководитель: член-корреспондент АН СССР

К.Н. ТРУБЦКОЙ

Общественные оппоненты: профессор, доктор технических наук

Ю.И. Анистратов

кандидат технических наук

Н.Н. Ефремовцев

Ведущее предприятие - институт Арминпроцветмет

Защита состоится "10" октября 1991 г. в 13³⁰ часов
на заседании специализированного совета Д.003.20.01 при Инсти-
туте проблем комплексного освоения недр АН СССР по адресу:
111020, Москва, Е-20, Крюковский тупик, 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные пе-
чатью, просим направлять в адрес Совета.

Автореферат разослан "20" августа 1991 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
канд. техн. наук

Г.И. БОГДАНОВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность тем. В народном хозяйстве страны исключительно важная роль принадлежит горнодобывающей промышленности, поскольку её продукция является необходимой базой для нормального функционирования ведущих отраслей народного хозяйства — металлургической, энергетической, промышленности строительных материалов и сельского хозяйства (производство минеральных удобрений). Огромное значение минерального сырья для народного хозяйства страны выражается следующими показателями: оно является материальной основой для производства 9/10 продукции тяжелой промышленности, 1/5 товаров народного потребления, подавляющей части продукции стройиндустрии, составляет 2/3 экспорта. Стоимость продукции горнодобывающей промышленности страны достигает 30 млрд. руб.

Горнодобывающая промышленность имеет ряд специфических особенностей, характеризующихся, в первую очередь, тем, что предметом труда являются практически невозобновляемые природные скопления полезных ископаемых. Отмеченное обстоятельство выводит в число важнейших задач, стоящих перед горной наукой, проблему бережного и рационального освоения минеральных ресурсов, сформировавшуюся в понятие комплексного освоения недр.

В настоящее время большая часть полезных ископаемых добывается более экономичным открытым способом, при котором улучшаются экономические показатели, сокращаются потери и разубоживание. Открытым способом добывается: 85% железных руд, 64% руд цветных металлов, 73% фосфатного сырья, более 90% неметаллических полезных ископаемых. Однако, при этом извлекаются также миллиарды тонн горных пород — отходов производства, которые вывозятся в отвалы, где они засоряются, теряют свою потенциальную ценность и загрязняют окружающую природную среду, занимая при этом обширные площади земельных угодий. Если к этому добавить также то, что переработка добытого сырья также сопровождается выходом отходов — хвостов обогащения, с аналогичными негативными последствиями, то становится ясной особая значимость проблемы комплексного освоения недр в условиях открытого способа разработки.

Реализации идей комплексного освоения недр в значительной степени препятствовали ведомственные интересы, однако, при пере-



1974

ходе к нормальным рыночным отношениям и интенсивному пути развития эти барьеры должны быть преодолены. Сдерживающим фактором является также несовершенство методов проектирования карьеров, учитывающих комплексность освоения ресурсов месторождения. Вместе с тем учет отмеченного фактора благоприятно отразится не только в сокращении влияния вышеприведенных негативных последствий, но и на эффективности разработки месторождения в целом, что должно найти свое отражение и в определении главных параметров открытой разработки месторождений полезных ископаемых.

Главными параметрами открытой разработки месторождений полезных ископаемых являются границы карьера, определяющие количество и качество эксплуатационных запасов и производительность карьера по основному полезному ископаемому, от которой зависят основные технико-экономические показатели разработки.

В связи с изложенным, была выбрана тема диссертационной работы, в которой предлагается решение актуальной задачи - определение оптимальных величин производительности и границ карьеров при комплексном освоении месторождений.

Цель работы - разработка методики определения главных параметров открытой разработки, в наибольшей степени способствующей бережному и рациональному освоению невозобновляемых минеральных ресурсов, а также охране окружающей природной среды.

Достижение поставленной цели связано с решением следующих задач:

1. Установление характера и степени влияния комплексности освоения минеральных ресурсов месторождения на оптимальную величину производительности карьера.
2. Установление характера и степени влияния комплексности освоения минеральных ресурсов месторождения на оптимальную величину граничного коэффициента вскрыши при открытом и комбинированном способах разработки.
3. Определение экономического эффекта от первоочередной разработки лучших по совокупным природным условиям минеральных ресурсов региона.
4. Обоснование целесообразности дополнительной углубки карьера при косогорном рельефе поверхности.
5. Обоснование области применения комплексного трехъярусного открыто-подземного способа разработки мощных рудных месторождений.

6. Практическая проверка результатов исследований и внедрение результатов.

Основная идея работы заключается в совместной оптимизации производительности и границ карьера при комплексном освоении месторождений на основе целевой функции, учитывающей экономический эффект от использования попутной продукции и компенсацию немалого ущерба экологической ситуации региона.

Методы исследований. Для решения поставленных задач использовались методы научного анализа, обобщения теоретических исследований, геометризации недр и дифференциального исчисления, а также аналитические, графо-аналитические и экономико-математические методы расчетов и оптимизации с использованием ЭВМ.

Основные защищаемые научные положения:

1. На оптимальную годовую производительность карьера оказывает влияние размер годового экономического эффекта от реализации утилизируемых вскрышных пород, хвостов обогащения и ценность отчуждаемых земельных ресурсов.

2. При косогорном рельефе поверхности экономически целесообразна дополнительная углубка карьера, с разносом борта в нижней части косогора.

3. На целесообразность применения комплексного трехъярусного способа разработки мощных рудных месторождений оказывает влияние величина предельного (минимального) значения коэффициента рудоносности.

4. Оптимальная годовая производительность и границы карьера взаимосвязаны и необходима их совместная оптимизация.

Достоверность научных положений работы обеспечивается сходимостью полученных результатов при использовании различных методов исследований, разработкой конкретных методик для решения различных задач проектирования открытой разработки и практической проверкой с использованием фактического материала по действующим горнорудным предприятиям.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Доказано, что при комплексном освоении месторождений величина оптимальной производительности карьера по основному полезному ископаемому испытывает двойное воздействие. С одной стороны, при использовании попутной продукции выявлена тенденция к убыванию, с другой - ввиду расширения оптимальных границ карьера

и увеличения эксплуатационных запасов — тенденция к возрастанию.

2. Установлена зависимость оптимальной глубины нагорно-глубинных карьеров от угла наклона рельефа земной поверхности.

3. Доказана целесообразность дополнительной углубки карьера при косогорном рельефе поверхности, с разносом борта в нижней части косогора.

4. Установлена область применения комплексного трехъярусного способа разработки мощных рудных месторождений на основе установления предельного (минимального) значения коэффициента рудоносности.

5. Разработана методика совместной оптимизации производительности и границ карьера (аналитическим и графо-аналитическим способами), основанная на объективных исходных геологических и технико-экономических данных.

Практическая ценность работы. Использование разработанных методов в практике проектирования и эксплуатации карьеров позволит увеличить общий объем утилизируемых отходов горно-обогатительного производства, сократить площади изымаемых земель под отвалы и хвостохранилища, расширить сырьевую базу открытой разработки за счет повышения эффективности производства, роста граничного коэффициента вскрыши, снижения лимитов содержаний и возможной дополнительной углубки нагорно-глубинных карьеров.

С использованием методики учета фактора времени доказана целесообразность временной консервации карьера Агаракского ГОКа и переработки на его обогатительной фабрике руд Каджаранского карьера, что позволит повысить полноту освещения последних и обеспечит значительный экономический эффект.

Реализация работы. Основные результаты исследований приняты к использованию институтом Арминпроцветмет при проектировании Агаракского и Каджаранского ГОКов.

Расчетный экономический эффект от первоочередной переработки руд Каджаранского месторождения на обогатительной фабрике Агаракского комбината с 20-ти летней консервацией его карьера составляет свыше I млн.руб/год.

Работа по диссертации выполнялась в соответствии с постановлением ГКНТ СССР № 237 от 10.07.87 по теме "Разработка для предприятий цветной металлургии Армении рекомендаций по оптимизации параметров разработки месторождений цветных металлов на

территория республики".

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены на Всесоюзном научно-техническом совещании "Научно-технический прогресс на горных предприятиях цветной металлургии" (г.Каджаран, 1986); на семинарах ИШКОН АН СССР (г.Москва, 1987-1990 гг.); на 6-ой научной сессии молодых ученых и специалистов ИГН АН Армении (г.Ереван, 1988г.); на научно-технической конференции молодых ученых и специалистов (г.Ереван, 1988 г.); на IX Республиканском слете молодых ученых и специалистов по теме: "Проблемы добычи, обогащения и металлургической переработки руд цветных металлов Армении" (г.Ереван, 1988 г.); на Республиканском научно-техническом совещании "Проблемы комплексного освоения недр Армении в рамках реализации концепции экономической самостоятельности республики" (г.Ереван, 1990 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 статей.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 142 страницах машинописного текста, и содержит 11 рисунков, 8 таблиц, список литературы из 101 наименования, 4 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Вопросам оптимизации параметров разработки месторождений полезных ископаемых посвящены труды академиков Л.Д.Шевякова, Н.В.Мельникова, М.И.Агашкова, В.В.Ржевского, члена-корреспондента АН СССР К.Н.Трубецкого, докторов технических наук В.П.Аксенова, Ю.И.Анистратова, А.И.Арсентьева, Б.П.Боголюбова, В.Г.Близнюкова, П.И.Городецкого, Ф.Г.Грачева, Л.Е.Зубрилова, П.Э.Зуркова, Г.В.Секисова, Б.А.Симкина, Г.А.Холоднякова, В.С.Хохрякова и др. Проведенные ими исследования позволяют выявить основные закономерности и принципы определения оптимальных значений главных параметров открытой разработки.

Однако, несмотря на большое количество выполненных работ, в них недостаточно полно учитываются влияние степени комплексности освоения минеральных ресурсов, ущерб от изымаемых земельных ресурсов, взаимозависимость отдельных параметров. Практически не исследованы вопросы определения предельной глубины нагорно-глубинных карьеров. Учет вышеотмеченных факторов вносит дополнитель-

ную специфику при решении традиционных задач открытой разработки, которые представляют собой единую взаимосвязанную и взаимообусловленную систему. Каждый элемент системы по характеру испытываемого воздействия является многофакторным, а по сути — многовариантным оптимизационным. Для решения оптимизационных задач в первую очередь необходимо располагать научно обоснованным критерием оптимальности.

Для решения поставленных в работе задач в качестве критерия оптимальности принят максимум дифференциальной ренты по отработке запасов месторождения. При комплексном освоении минеральных ресурсов месторождения, в частности при использовании текущих отходов горного производства, в целевой функции должен быть учтен также эффект от их реализации. В этом случае целевую функцию можно представить в следующем виде:

$$(I_{цв} - Z_{пр.б} - uK_b - f\beta_x)Q_{зб} + (u + R_b)Q_{зв} + (f + R_x)Q_{зх} \rightarrow \max \quad (I)$$

где $I_{цв}$ — извлекаемая ценность (в замыкающих затратах) единицы базового полезного ископаемого, руб/т; $Z_{пр.б}$ — удельные приведенные затраты на базовое полезное ископаемое, включая независимые от утилизируемых объемов, затраты на добычу вскрыши и часть затрат на хвостовое хозяйство, руб/т; u, f — удельные приведенные затраты на транспортирование пород до отвалов, отвалообразование с последующей рекультивацией и на развитие хвостового хозяйства, с учетом цены земельных отводов, отчуждаемых под внешние отвалы и хвостохранилище, соответственно, руб/т; K_b — среднеэксплуатационный коэффициент вскрыши, т/т; β_x — выход хвостов обогащения из перерабатываемой руды, доли ед.; R_b, R_x — дифференциальная рента, получаемая от реализации, соответственно, вскрышных пород и хвостов обогащения, руб/т; $Q_{зб}, Q_{зв}, Q_{зх}$ — эксплуатационные запасы базового полезного ископаемого, утилизируемые массы вскрышных пород и хвостов обогащения за весь срок отработки месторождения, соответственно, т.

Приведенный выше критерий оптимальности и полученная на его основе целевая функция являются наиболее общими. В частных случаях целевая функция может трансформироваться в более простой вид. Так, например, если результат решения задачи не оказывает влияния на количество и качество запасов месторождения, то целевая функция трансформируется в минимум приведенных затрат.

К данной группе задач относится определение оптимальной

производительности карьера A_0 , для расчета которой получена следующая формула, учитывающая эффект от использования текущих отходов производства:

$$A_0 = B \sqrt{Q_{36}}, \quad (2)$$

$$B = \sqrt{\frac{3_n'' - (u + R_u)P_u - (f + R_f)P_f}{K'_{гс}}},$$

где $3_n''$ - пропорциональная часть приведенных затрат, постоянных в год, млн.руб.; P_u, P_f - фиксированная годовая потребность, соответственно, во вскрышных породах и хвостах обогащения, млн.т/год; $K'_{гс}$ - пропорциональная часть капиталовложений на ГКР, строительство зданий и сооружений, постоянная на единицу добытого полезного ископаемого, руб.год/т.

Анализ формулы (2) показывает, что оптимальная годовая производительность горно-обогатительного предприятия, учитывающая комплексное использование основных и попутных полезных ископаемых, а также количество и стоимость изымаемых под складирование отходов земель в общем случае ниже, чем оптимальная производительность, определенная без учета отмеченных факторов.

Рассчитанная по предложенной методике оптимальная производительность карьера, способствует комплексному освоению месторождения и характеризуется следующими достоинствами:

- повышается полнота использования извлекаемой из недр горной массы;
- сокращаются затраты на производство базовой продукции;
- способствует созданию малоотходной (безотходной) технологии;
- уменьшает вредное влияние горного производства на окружающую природную среду.

Решению проблемы комплексного освоения месторождений способствует также рассмотрение горных предприятий и месторождений одноименных минеральных ресурсов региона в качестве единого взаимосвязанного и динамичного во времени горнопромышленного комплекса. Отмеченное обстоятельство позволяет выделить среди них месторождение с лучшими совокупными условиями для первоочередной отработки, используя нерерабатывающие мощности худших предприятий, с временной консервацией запасов последних.

С использованием методики учета фактора времени, основанной на показателях темпов научно-технического прогресса, такая перво-

очередная отработка лучших ресурсов экономически оправдана и обеспечит значительный экономический эффект, определяемый по полученной в работе формуле.

Применение предложенной методики для действующих медно-молибденовых карьеров Зангазурского района Армении, в зависимости от срока консервации запасов Агараковского месторождения, обеспечит экономический эффект в десятки миллионов рублей, а также будет способствовать более рациональному освоению уникальных запасов Каджаранского месторождения.

Комплексное использование пород вскрыши, хвостов обогащения, а также связанное с этим сокращение отчуждаемых земельных ресурсов приводит к повышению эффективности основного производства. С учетом этих обстоятельств разработаны расчетные формулы определения минимального промышленного содержания на основе совместной оптимизации годовой производительности и кондиций. Показано, что лимиты содержаний при этом снижаются, а, следовательно, растут балансовые запасы руды.

Повышение эффективности производства отражается и на величине граничного коэффициента вскрыши при открытом и комбинированном способах разработки. Для открытого способа получена следующая формула:

$$K_{гв} = d_1 - \frac{d_2}{\sqrt{Q_{гв}}} \quad (3)$$

где $d_1 = (K_{цв} - 3'_{пвт}) / 3'_{пвт}$; $d_2 = BK_{гв} / 3'_{пвт}$; $3'_{пвт}$ - пропорциональная часть приведенных затрат на добычу и переработку 1 т руды (без затрат на вскрыши и амортизацию затрат на ГКР, строительство зданий и сооружений), руб/т; $3'_{пвт}$ - пропорциональная часть приведенных затрат на 1 т вскрышных пород, руб/т.

Анализ полученной зависимости показывает, что при комплексном освоении месторождений величина граничного коэффициента вскрыши возрастает. Следовательно, возрастает также оптимальная глубина карьера, что, в свою очередь, приводит к росту эксплуатационных запасов.

Последнее заключение дает основание сделать более полный вывод по формуле (2). Величина оптимальной производительности карьера при комплексном освоении месторождения испытывает двойное воздействие: с одной стороны при использовании попутной про-

дукции выявлена тенденция к убыванию, с другой - ввиду расширения оптимальных границ карьера и увеличения эксплуатационных запасов - тенденция к возрастанию.

В работе доказано, что для нагорно-глубинных карьеров помимо дополнительной его углубки без разноса бортов на величину H_d (если горизонтальная мощность рудного тела m больше минимально возможной ширины дна карьера d) экономически целесообразна дополнительная углубка с разнесом борта карьера со стороны нижней части косогора, оставляя при этом борт карьера с верхней части косогора в неизменном положении (см. рис. I). В результате решения задачи на основе равенства граничного и контурного коэффициентов вскрыши в прирезваемой части карьера получена следующая формула (плоская задача):

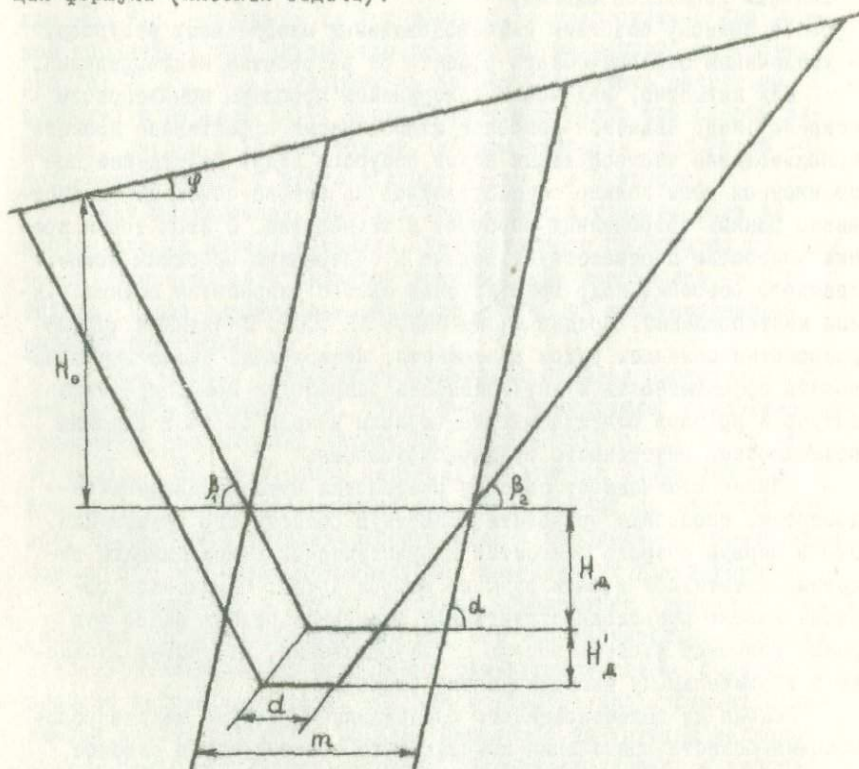


Рис. I. Схема к определению дополнительной углубки карьера на величину H'_d

$$H'_d = \frac{[mK_r + H_0(\operatorname{ctg}\beta_1 + \operatorname{ctg}\beta_2)](\operatorname{ctg}\beta_1 + \operatorname{ctg}\alpha)(\operatorname{ctg}\beta_1 + \operatorname{ctg}\varphi)}{(\operatorname{ctg}\beta_1 + \operatorname{ctg}\beta_2)^d (\operatorname{ctg}\varphi - \operatorname{ctg}\alpha) + K_r(\operatorname{ctg}\beta_2 - \operatorname{ctg}\alpha)(\operatorname{ctg}\beta_1 + \operatorname{ctg}\varphi)(\operatorname{ctg}\beta_1 + \operatorname{ctg}\beta_2)} \quad (4)$$

В диссертации решена также объемная задача, то есть при сопоставимых размерах карьера в плане.

Анализ полученных формул показывает, что дополнительная углубка $H'_d = 0$ при $\varphi = 0$, $\alpha = 180 - \beta_1$ и $\alpha = \beta_2$.

Таким образом, вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что предельная глубина нагорно-глубинных карьеров может быть увеличена на глубину H'_d с разносом борта со стороны нижней части косогора, что будет способствовать:

- расширению минерально-сырьевой базы, практически без дополнительных капиталовложений;
- более полному освоению невозобновляемых минеральных ресурсов;
- увеличению экономического эффекта от разработки месторождения.

Как известно, задачей и содержанием проблемы комплексного освоения недр является наиболее экономически эффективная полнота использования многообразных видов ресурсов недр. Достижение поставленной цели должно осуществляться на основе сочетания существенно разных современных способов и технологий. С этой точки зрения полностью соответствует задаче и содержанию проблемы комплексного освоения недр трехъярусный способ разработки мощных рудных месторождений, предложенный ИЛКОН АН СССР. Указанный способ разработки обладает рядом достоинств, позволяющих существенно повысить эффективность и интенсивность разработки при сокращении затрат и ареалов отчуждаемых под отвалы земель за счет широких возможностей внутреннего отвалообразования.

Однако отмеченному способу разработки присущи также и недостатки, способные сократить возможную область его применения. Это в первую очередь относится к практической невозможности ведения селективной добычи руды во втором ярусе. Отмеченное обстоятельство при сложноструктурном залегании ценных видов руд резко повышает уровень потерь и разубоживания, что может привести к значительному экономическому ущербу.

Исходя из вышеизложенного представляет интерес задача обоснования области применения комплексного трехъярусного способа разработки мощных рудных месторождений. В основу решения задачи должен быть принят такой показатель - мерило оценки, который достаточно полно характеризует взаимную структуру залегания по-

лезного ископаемого и вмещающих пород. С этой целью в работе предлагается новый оценочный показатель - минимальный коэффициент рудоносности, который, как доказано исследованиями, оказывает влияние на сравнительную эффективность трехъярусного способа разработки.

Для обоснования величины предложенного показателя рассмотрим два варианта разработки месторождения: первый - традиционная комбинированная, второй - трехъярусная.

На основе равенства экономических эффеитов разработки по обоим вариантам выведена формула определения минимального коэффициента рудоносности, которая имеет следующий вид:

$$K_{\text{руд. (min)}} = \frac{3''_{\text{ра}}(1-n) + 3_{\text{ра}} n (0,5n K_{\text{конт}} + 1) - 3_{\text{в1}} (0,5n K_{\text{конт}} + 1)}{3_{\text{в1}} - 3_{\text{в2}} - (3'_{\text{ра}} - 3_{\text{в2}}) n}, \quad (5)$$

где $3_{\text{в1}}, 3_{\text{в2}}$ - затраты на I т вскрыши, соответственно при первом варианте и при разработке первого яруса второго варианта, руб./т; $3'_{\text{ра}}, 3_{\text{ра}}, 3''_{\text{ра}}$ - затраты на добычу (без учета затрат на вскрышу) и переработку I т руды, соответственно при первом варианте, первом и втором ярусах второго варианта, руб./т; n - соотношение высот I яруса к сумме высот I и II ярусов.

Если фактическое значение коэффициента рудоносности на месторождении больше значения, рассчитанного по формуле (5), то более целесообразной является трехъярусная разработка, в противном случае следует применять традиционный комбинированный способ разработки.

Существенным недостатком известных методов определения границ карьеров является то, что в них не учитываются следующие зависимости: учитываемых затрат при определении $K_{\text{г}}$ от A_0 и $Q_{\text{зб}}$; A_0 от $Q_{\text{зб}}$; $Q_{\text{зб}}$ от глубины карьера. Получается замкнутый круг вопросов, а принятие значений указанных затрат по аналогии лишает исследуемую оптимизационную задачу необходимой объективной основы для получения действительно оптимальных результатов.

Предложенная в работе методика определения граничного коэффициента вскрыши, несмотря на то, что она значительно повышает степень объективности получаемых результатов, также содержит элемент неопределенности, так как в этом случае аргументом являются эксплуатационные запасы, зависящие от глубины карьера.

С целью устранения указанной неопределенности, в работе

предложена методика совместной оптимизации главных параметров открытой разработки, основанная на объективных исходных данных. Реализация основной идеи предложенной методики возможна как аналитическим, так и графо-аналитическим способами.

Суть аналитического способа заключается в следующем. Эксплуатационные запасы месторождения выражаются в виде функции от глубины карьера. При выдержанных с глубиной размерах рудного тела полученная зависимость будет прямолинейной, в противном случае - с помощью методов математической статистики устанавливается вид корреляционной зависимости, которая подставляется в выражение (3).

Далее, формула определения глубины карьера (плоская или объемная задача, в зависимости от конкретных условий) представляется в виде неявного уравнения (то есть уравнения, в правой части которого нуль), в которое подставляется значение граничного коэффициента вскрыши из преобразованного ранее выражения (3).

В результате этого, в идеализированном случае - при постоянной мощности рудного тела, с выходом последнего на поверхность получается неполное кубическое уравнение, а при наличии толщи наносов - полное кубическое уравнение. Если же мощность рудного тела - величина переменная, то есть величина эксплуатационных запасов связана с глубиной корреляционной зависимостью, то решение задачи осуществляется с помощью ЭВМ, блок-схема программы которой приведена в работе.

Значительно проще поставленная задача решается графо-аналитическим способом с помощью номограммы (см. рис. 2). В первой четверти координатной плоскости строится график изменения нарастающих с глубиной объемов эксплуатационных запасов полезного ископаемого без учета H'_d (штрих-пунктирная линия) и с её учетом (сплошная линия). В четвертой четверти строится график зависимости контурного коэффициента вскрыши от глубины, а во второй - график зависимости граничного коэффициента вскрыши от величины эксплуатационных запасов, описываемый выражением (3). Как было показано выше, учет влияния комплексного освоения месторождения сказывается на возрастании величины граничного коэффициента вскрыши. Отмеченное обстоятельство отражено на графике, где сплошной линией показана зависимость граничного коэффициента от запасов при учете влияния комплексности освоения, а пунктирной

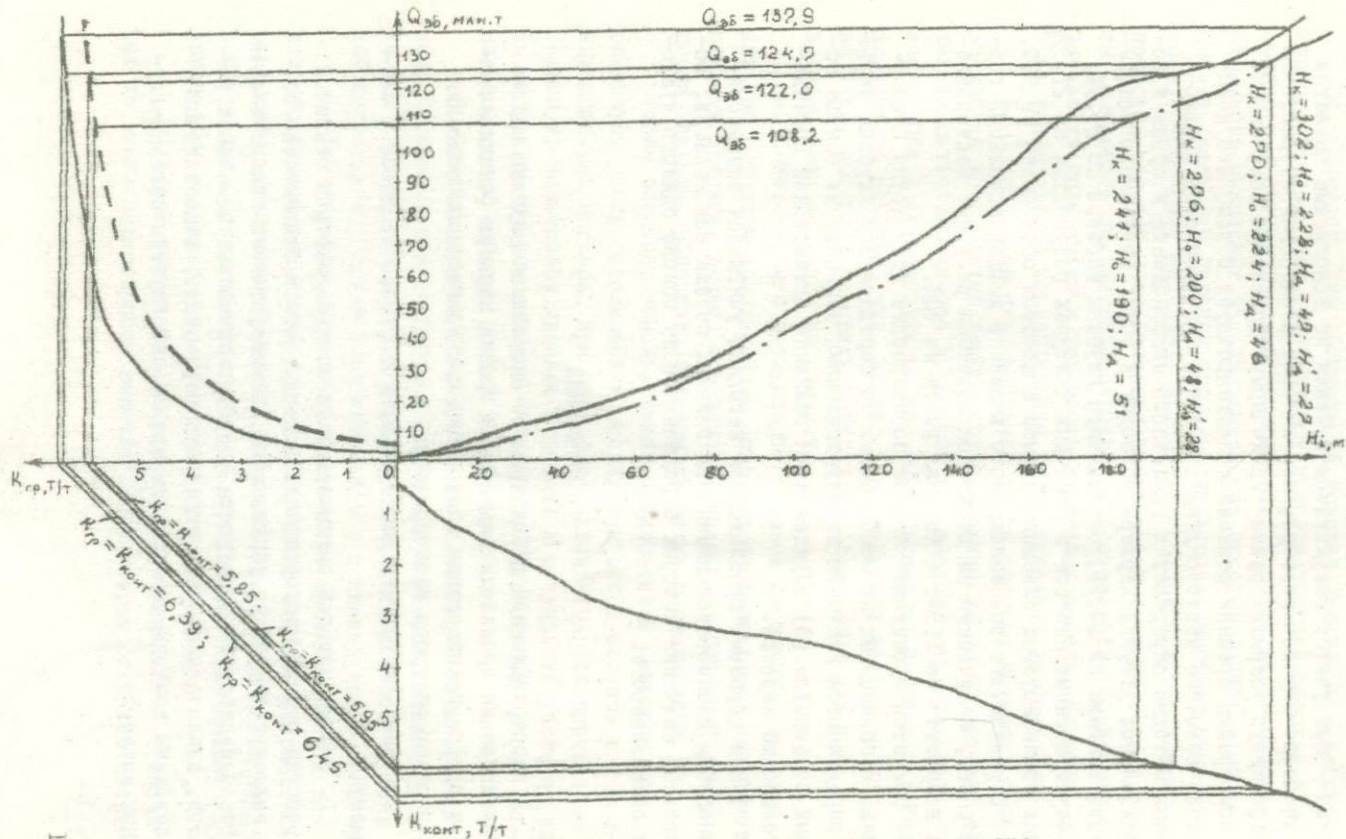


Рис. 2. Номограмма определения главных параметров карьера.

линей — без учета. Результатом решения по номограмме является то значение глубины карьера, при котором значение контурного коэффициента вскрыши равно граничному. Сравнение полученных по номограмме крайних решений свидетельствует о том, что комплексное освоение месторождений, а также использование предложенных методик определения граничного коэффициента вскрыши и дополнительной углубки карьера приводит к росту граничного коэффициента вскрыши на 10,3%, оптимальной глубины карьера на 25,3%, эксплуатационных запасов в конечных контурах разработки на 27,5%, общих утилизируемых объемов вскрыши и хвостов обогащения на 53%.

В результате вышележащего величина дифференциальной горной ренты, получаемой за весь срок освоения ресурсов месторождения возрастет на 11%, а годовая рента на 40%.

При этом происходит полное соответствие друг другу показателей, изображенных на номограмме. По определенной глубине карьера определяются значения эксплуатационных запасов, на основе которых по формуле (3) определяется величина оптимальной производительности карьера.

Таким образом, предложенная методика учитывает взаимосвязанность и взаимообусловленность главных параметров карьера, оптимальные значения которых определяются на основе единого критерия оптимальности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена актуальная научная задача по оптимизации производительности и границ карьера (аналитическим и графо-аналитическим способами) при комплексном освоении минеральных ресурсов месторождения.

Основные результаты диссертационной работы сводятся к следующему:

I. Анализ методов оптимизации главных параметров открытой разработки рудных месторождений показал, что в большинстве из них недостаточно полно учитываются влияние степени комплексности освоения минеральных ресурсов, ущерб от изымаемых земельных ресурсов, взаимозависимость отдельных параметров, недостаточно исследованы вопросы определения предельной глубины нагорно-глубинных карьеров.

1924

2. Доказано, что оптимальная годовая производительность горного предприятия, учитывающая комплексное использование основных и попутных полезных ископаемых, а также количество и стоимость изымаемых под складирование отходов земель в общем случае ниже, чем годовая производительность, определенная без учета отмеченных факторов. Отмеченное обстоятельство позволяет повысить полноту использования извлекаемой из недр горной массы, сократить приведенные затраты на производство продукции, уменьшить количество и стоимость изымаемых земель, повысить срок эксплуатации месторождения при неизменных запасах руды.

3. С использованием методики учета фактора времени, основанной на показателях темпов научно-технического прогресса, доказана целесообразность временной консервации карьера Агаракского ГОКа и переработки на его обогатительной фабрике руд Каджаранского карьера, что, помимо значительного экономического эффекта, позволит повысить полноту использования руд и производство молибденового концентрата.

4. Доказано, что оптимизация годовой производительности карьера с учетом комплексного освоения месторождения позволяет снизить затраты, лимиты содержаний, повысить граничный коэффициент вскрыши, расширить границы открытых горных работ.

Таким образом, использование предложенной методики способствует росту балансовых и эксплуатационных запасов в конечных контурах карьера. При этом оптимальная годовая производительность испытывает двойное влияние: в результате учета эффекта от утилизируемых отходов - убывает, благодаря же росту эксплуатационных запасов руды - возрастает.

5. Аналитическими исследованиями и методами геометризации недр доказано, что на нагорно-глубинных карьерах, помимо углубки дна карьера без разноса бортов, экономически целесообразна дополнительная углубка с разносом бортов в нижней части косогора.

6. Установлено, что на сравнительную эффективность и целесообразность использования трехъярусного способа разработки оказывает влияние коэффициент рудоносности. С этой целью предложен новый оценочный показатель - минимальный коэффициент рудоносности и разработана методика его определения.

7. С целью устранения элементов неопределенности, связанных со взаимозависимостью важнейших параметров открытой разра-

ботки, созданы методы их совместной оптимизации. Для идеализированных и несколько усложненных условий исследованиями получены неполные и полное кубические уравнения с одной переменной (глубина карьера).

8. Для совместного определения оптимальных главных параметров открытого способа добычи для наиболее общего случая разработана блок-схема программы решения на ЭВМ и метод решения с помощью специальной номограммы. Использование этого метода обеспечивает наглядность, простоту, объективность и однозначность получаемых результатов.

Разработанные методические положения, принципы, экономико-математические модели и полученные зависимости могут быть использованы в проектных и научно-исследовательских организациях при решении вопросов, связанных с оптимизацией главных параметров открытой разработки комплексных месторождений.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Агабалян А.Ю. Определение конечной глубины карьера при косогорном рельефе местности. - Ереван: АрмНИИНТИ, 1986. - № 5216. - 4 с.

2. Агабалян А.Ю. Эффективность применения комплексного трехъярусного способа разработки мощных рудных месторождений// Научно-технический прогресс на горных предприятиях цветной металлургии: Тез. докл. науч.-техн. совещ. - Каджаран, 1986. - С.5-6.

3. Агабалян А.Ю. Применение трехъярусного открыто-подземного способа разработки мощных рудных месторождений//Промышленность, строительство и архитектура Армении, 1988. - № 2. - С.41-43.

4. Агабалян А.Ю. Комплексное освоение медно-молибденовых ресурсов. - Ереван: АрмНИИНТИ, 1989. - № 5205. - 4 с.

5. Агабалян А.Ю. Обоснование экономической целесообразности опережающей отработки ценных руд региона с учетом фактора времени//Проблемы совершенствования технологии открытой разработки месторождений. - М.: ИИЖОН АН СССР, 1989. - С.47-53.

6. Агабалян А.Ю. Определение оптимальной производительности карьера с учетом комплексного освоения недр//Народное хозяйство Армении, 1990. - № 12. С.38-45.

Подписано в печать 20.06.1991г.Заказ 666-91,объем I п.л.,
тираж 100 экз.Бесплатно.

Ротапринт ИШКОН АН СССР.Москва,Кржковский тупик,4

1924