

На правах рукописи

**ГОГОТИН АЛЕКСЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ**

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГОРНТЕХНИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ  
МАЛОМАСШТАБНЫХ МЕДНОКОЛЧЕДАННЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАЛА**

**Специальность:**

**25. 00. 21 – Теоретические основы проектирования  
горнотехнических систем**



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

**Магнитогорск - 2006**

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент  
Мещеряков Эдуард Юрьевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
Зотеев Олег Вадимович  
кандидат технических наук  
Гордеев Алексей Иванович

Ведущая организация: Открытое акционерное общество  
«Институт Уралгипроруда».

Защита диссертации состоится 15 декабря 2006 г. в 11<sup>00</sup> час. на заседании диссертационного совета Д. 212.111.02 при ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» по адресу: 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, малый актовый зал. Факс: (3519) 29-84-76, 23-57-60.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «МГТУ».

Автореферат разослан 14 ноября 2006 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат технических наук



О. Е. Горлова

### **Актуальность.**

По оценкам экспертов отечественные производители меди испытывают сырьевой дефицит, величина которого неуклонно возрастает.

По состоянию минерально-сырьевой базы России на 2005 г. значительная часть балансовых запасов меди (42%) сосредоточена в меденосных районах Урала, причем ведущим геолого-промышленным типом считается медноколчеданный.

Рост дефицита медьсодержащих руд обусловлен доработкой в ближайшее время ряда крупных медноколчеданных месторождений Урала (Сибайское, Учалинское). При этом значительное количество небольших месторождений, суммарные запасы которых по меди достигают 1 млн т металла, по цинку 1,5 млн т, по золоту 200 т, по серебру 1,6 тыс. т, на протяжении нескольких десятилетий остаются невостребованными. Подавляющее большинство этих месторождений по условиям залегания подлежит подземной разработке.

Решение научной задачи по формированию методических подходов к проектированию освоения подземным способом маломасштабных медноколчеданных месторождений Урала позволит обосновать параметры горнотехнических систем, реализация которых обеспечит сокращение дефицита медьсодержащих руд.

**Объект исследований:** методы проектирования горнотехнических систем при применении физико-технической подземной геотехнологии.

**Предмет исследований:** параметры горнотехнических систем при освоении маломасштабных медноколчеданных месторождений.

**Цель работы:** разработка методических положений по обоснованию параметров горнотехнических систем при проектировании освоения маломасштабных медноколчеданных месторождений подземным способом.

**Идея работы** состоит в использовании зависимостей технико-экономических показателей горнотехнической системы от состава и последовательности разработки запасов группы маломасштабных медноколчеданных месторождений, обеспечивающих эффективность их освоения.

### **Основные задачи исследований:**

- анализ геологических, горнотехнических, экономико-географических факторов, определяющих параметры освоения маломасштабных месторождений;

- анализ методов проектирования и критериев эффективности освоения месторождений подземным способом;

- обоснование производственной мощности горнотехнических систем при освоении маломасштабных медноколчеданных месторождений;

- исследование способов и схем вскрытия, обоснование комплекса механизации горных процессов и конструирование систем разработки для условий освоения маломасштабных медноколчеданных месторождений;

- разработка алгоритма для выбора структуры горнотехнической системы и создание на его основе программного продукта для расчета экономических показателей при проектировании освоения группы маломасштабных месторождений;

- определение параметров горнотехнической системы для условий освоения группы маломасштабных медноколчеданных месторождений.

**Методы исследований:** анализ методов проектирования и опыта освоения маломасштабных рудных месторождений; методы: вариантов - при выборе способа вскрытия; аналогии - при обосновании состава комплекса механизации; логических рассуждений - при формировании стратегии освоения маломасштабных месторождений; статистическая обработка результатов расчета затрат при освоении маломасштабных месторождений; аналитические расчеты; технико-экономический анализ.

**Положения, представленные к защите:**

Вовлечение в промышленную эксплуатацию маломасштабных медноколчеданных месторождений обеспечивается за счет обоснования их выборочного группирования и последовательности освоения единой горнотехнической системой.

Состав группы предопределяется выбором базового месторождения, обеспечивающего ускоренный ввод в эксплуатацию и возможность капитализации. Последовательность освоения остальных месторождений группы определяется условием поддержания производственной мощности горнотехнической системы.

При обосновании производственной мощности горнотехнической системы следует учитывать горные возможности маломасштабных месторождений группы, последовательность ввода в эксплуатацию которых должна обеспечить стабильность объемов и качества сырья.

**Научная новизна работы состоит в установлении:**

- методики расчета производственной мощности горнотехнической системы, учитывающей условия освоения группы маломасштабных рудных месторождений;

- методического подхода к проектированию горнотехнических систем на базе группы маломасштабных месторождений ценных руд, в основу которого положена идея определения состава группы, исходя из технико-экономических параметров горнодобывающего предприятия, удовлетворяющих требованиям инвесторов;

- зависимостей для определения рациональных областей способов вскрытия маломасштабных медноколчеданных месторождений в условиях подземной разработки и доработки прикарьерных запасов;

- алгоритма определения состава группы и последовательности освоения маломасштабных медноколчеданных месторождений, обеспечивающего повышение экономических показателей горнотехнической системы.

Достоверность научных положений, выводов и результатов обеспечивается представительностью и надежностью исходных данных; применением широко апробированных эмпирических зависимостей; аксиоматическим подходом к получению теоретических результатов.

Теоретическое значение работы состоит в развитии теории проектирования горнотехнических систем, формировании теоретических основ освоения маломасштабных медноколчеданных месторождений.

Практическое значение работы заключается в создании программного продукта, позволяющего определять технико-экономические параметры горнотехнических систем при освоении маломасштабных медноколчеданных месторождений.

Реализация рекомендаций: результаты исследований использованы при разработке проекта «Доработка северного участка месторождения Таш-Тау подземным способом»; внедрены в учебный курс высшего профессионального образования «Проектирование подземных рудников» по специальности «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых».

Личный вклад автора состоит: в установлении зависимостей для определения производственной мощности предприятия, капитальных и эксплуатационных затрат, рациональных областей применения способов вскрытия при освоении маломасштабных медноколчеданных месторождений; в составлении алгоритма для формирования структуры горнотехнической системы и создании программного продукта «Расчет экономических показателей горнотехнической системы при освоении группы маломасштабных медноколчеданных месторождений».

Апробация работы: Результаты, основные положения и выводы доложены на международных научно-технических конференциях «Комбинированная геотехнология: развитие способов добычи и безопасность горных работ» (Магнитогорск, Сибай, Арканм, 2003 г), «Неделя горняка» (Москва, 2006) г, «Уральская горнопромышленная декада» (Екатеринбург, 2005), ежегодных научно-технических конференциях МГТУ.

Публикации: Основные положения диссертации опубликованы в 6 работах.

Структура и объем работы: Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, библиографического списка из 63 наименований и содержит 138 стр. машинописного текста, 59 рисунка, 18 таблиц.

Автор выражает глубокую благодарность член-корр. РАН Д.Р. Каплунову и сотрудникам лаборатории теории проектирования

подземной разработки при комплексном освоении недр ИПКОН РАН за ценные критические замечания при подготовке работы.

### Основное содержание работы

Анализ опыта проектирования и освоения маломасштабных месторождений показал, что в развитых зарубежных странах большое внимание уделяется разработке небольших месторождений, на долю которых приходится свыше 80% действующих горных предприятий.

В качестве преимуществ разработки маломасштабных месторождений отмечаются: небольшие сроки разведки при относительно маломасштабных затратах; существенно меньшие капиталовложения на строительство горных предприятий при быстром вводе их в эксплуатацию; применение простых схем разработки месторождений и упрощенных методов обогащения руд; несложная организация работы вахтовым методом, более благоприятная экологическая обстановка с небольшими затратами на ее поддержание.

Несмотря на вышеуказанные преимущества, в отечественной практике весьма невелика доля предприятий, осваивающих маломасштабные рудные месторождения. В большинстве случаев осуществляется выемка залежей неглубокого залегания открытым способом; подземная разработка небольших рудных тел ведется, как правило, совместно с добычными работами на близлежащих крупных месторождениях.

Сопоставление условий освоения маломасштабных рудных месторождений в зарубежной и отечественной практике свидетельствует о том, что большое количество маломасштабных месторождений по своим параметрам обладают свойствами инвестиционного товара, но вследствие существующих темпов инфляции, налоговой политики государства, высокого уровня издержек на осуществление инвестиций и значительных сроков окупаемости подземной разработки, характеризуются низким инвестиционным спросом на рынке.

Вопросам освоения маломасштабных месторождений полезных ископаемых уделено внимание в трудах М.И. Агошкова, Ю.В. Волкова, А.С. Воронока, А.В. Гальянова, В.В. Глотова, А.А. Добрынина, А.Д. Канищева, Д.Р. Каплунова, Н.В. Мельникова, Л.Ф. Наркелюна, А.А. Пешкова, В.Е. Савченко, О.И. Рыбакова, М.В. Рыльниковой и др.

Так, М.И. Агошковым (1966 г.) предложено выделять «мелкие» месторождения, на базе которых возможен ввод в действие отдельного небольшого горнорудного предприятия, и «очень мелкие», не имеющие самостоятельного промышленного значения. В качестве критерия разделения выступает объем запасов месторождений: очень мелкие - от 50-100 до 500-1000 тыс.т; мелкие - от 0,5-1 до 5-10 млн.т.

Л.Ф. Наркелон, А.Д. Канищев (2000 г.) предлагают считать мелкими месторождения, требующие для своего строительства не более 1 млн дол., характеризующиеся малым сроком службы - до 5 лет, производительностью - не более 200 т/сут, численностью персонала - до 40 чел.

В.В. Глотовым (2005 г.) отмечено, что при дефиците инвестиций первоочередной интерес вызывают объекты с относительно коротким сроком возврата капитала. В горной промышленности такими объектами могут быть маломасштабные месторождения.

Таким образом, современные условия экономики России диктуют необходимость формирования новых подходов к освоению маломасштабных месторождений с позиций повышения их инвестиционного значения.

Проведенный нами анализ географических и геологических условий залегания более 30 маломасштабных медноколчеданных месторождений Уральского региона (Северное, Восточно-Семеновское, Шуралинское, Абатуровское, Уткинское и др.) показал, что их общими признаками являются расположение группами в рудных районах, приуроченных к определенным вулканогенным структурам, массивное сложение руд, линзовидная форма и согласное положение рудных тел. В подавляющем большинстве рассматриваемые месторождения размещены группами в количестве 2-6 месторождений с расстоянием между ними в пределах 3-15 км.

Согласно классификации месторождений В.А. Обручева, выявлены 18 медноколчеданных месторождений Уральского региона, идентичных по группам признаков: минералогическим, генетическим, морфологическим, обладающих высокой ценностью руд (массовая доля  $\text{Cu}$  до 3-5%;  $\text{Zn}$  до 3-5%;  $\text{Au}$  до 4-8 г/т,  $\text{Ag}$  до 30-50 г/т) и отвечающих условиям подземной разработки. Различия месторождений заключаются в количестве рудных тел, объемах запасов, занимаемой площади и элементах залегания. Общность геологических условий и географического положения маломасштабных медноколчеданных месторождений Урала позволяет разделить их на несколько групп с формированием единой на группу месторождений горнотехнической системы.

Вследствие отсутствия методик проектирования освоения маломасштабных медноколчеданных месторождений, в работе поставлены задачи обоснования следующих параметров горнотехнических систем: тип и количество структурных единиц горного предприятия; производственная мощность; срок существования; схемно-планировочные решения; системы разработки и технические средства разработки полезных ископаемых.

Проведенный анализ целей инвесторов горнодобывающей промышленности показал, что проектирование подземной разработки маломасштабных месторождений в современных условиях возможно лишь

при обеспечении быстрой окупаемости капитальных вложений с наименьшими затратами. Достижение вышеуказанных условий инвестирования может быть обеспечено за счет последовательного освоения месторождений в группе.

Сокращение срока окупаемости при минимуме затрат возможно за счет первоначальной разработки месторождений, условия вскрытия которых требуют наименьшего объема горно-капитальных работ, например, при вскрытии запасов с поверхности карьера. Также искомого эффекта можно добиться, начиная разработку с месторождений с наибольшей извлекаемой ценностью руд.

Выполнение условия быстрой окупаемости затрат приводит к выдвиганию требований минимизации срока эксплуатации рудника и, как следствие, - максимально возможной производственной мощности. Ограничивающими факторами в повышении производственной мощности выступают: требование инвесторов по сокращению затрат и горные возможности рудных участков. В данном случае, оптимальной производственной мощностью будет являться максимальное значение годовой добычи по горным возможностям при минимизации количества выемочных участков в одновременной работе, согласно схеме «рудник - очистной забой», предложенной В.Е. Савченко.

Вопросы определения производственной мощности подземных рудников рассмотрены в работах М.А. Агошкова, П.И. Городецкого, Н.С. Демина, В.Р. Именитова, Д.Р. Каплунова, И.А. Кузнецова, В.А. Симакова, В.А. Шестакова и др.

Согласно зависимостям производственной мощности подземных рудников от горнотехнических условий разработки, установленным член-корр. РАН Д.Р. Каплуновым, рудные залежи маломасштабных месторождений классифицированы на пять групп по основным элементам залегания: 1) мощность  $m=2-3$  м, угол падения  $\alpha=0-20^\circ$ ; 2)  $m=3-18$  м,  $\alpha=0-20^\circ$ ; 3)  $m=6-18$  м,  $\alpha=60-90^\circ$ ; 4)  $m=2-18$  м,  $\alpha=20-60^\circ$ ; 5)  $m=2-6$  м,  $\alpha=60-90^\circ$ . Для данных групп условий, руководствуясь требованиями полноты выемки при минимальных объемах подготовительно-нарезных работ, себестоимости руды и разубоживания рудной массы, сконструированы варианты систем разработки с естественным поддержанием очистного пространства и последующим обрушением налегающих пород при погашении рудных целиков, обеспечивающие низкую себестоимость рудной массы за счет сокращения затрат на управление состоянием массива и подготовительно-нарезные работы. Обоснован рациональный по сочетанию производительности и стоимости состав универсального, за счет возможности последовательного применения на осваиваемых месторождениях группы, комплекса механизации производственных процессов на основе малогабаритного оборудования (погрузочно-

доставочная машина Торо-151, буровой станок СТО-100, перфораторы ПП-63 и ПТ-48 и т.д.).

Путем составления календарных графиков отработки блоков по пяти выше представленным группам запасов, с учетом последовательного применения комплексов механизации на подготовительно-нарезных и очистных работах, рассчитана производительность блоков при использовании соответствующих вариантов систем разработки. Учитывая условия разработки маломасштабных медноколчеданных месторождений, имеющих невысокие категории разведанности –  $C_1$  и  $C_2$ , представленных залежами с различными элементами залегания при последовательной их выемке несколькими вариантами систем разработки, нами предлагается использовать зависимость для определения производственной мощности подземного рудника ( $A$ , тыс. т/год), полученную на основе методик норм технологического проектирования рудников цветной металлургии и В.А. Шестакова:

$$A = (K_1 a_1 + K_2 a_2 + \dots + K_n a_n) N n \phi K_p K_{раз}, \quad (1)$$

где  $K_1, K_2, K_n$  – доли применяемых систем разработки;  $a_1, a_2, a_n$  – производительность соответствующих систем разработки, тыс.т/год;  $K_{раз}$  – коэффициент разведанности месторождения,  $K_{раз} = 0,5$ ;  $N$  – количество блоков и камер, в которых одновременно ведутся очистные работы,  $N=1,5$ ;  $n$  – число очистных забоев в блоке,  $n=1$ ;  $\phi$  – коэффициент, учитывающий добычу руд при проведении подготовительно-нарезных работ,  $\phi=1,1$ ;  $K_p$  – коэффициент резерва,  $K_p=1,3$ .

При расчете производственной мощности рудников для условий отработки 18 маломасштабных медноколчеданных месторождений с использованием производительного малогабаритного самоходного оборудования получены значения в интервале  $A=210-230$  тыс. т/год. С учетом запаса надежности 10-15%, принято значение производственной мощности горнотехнической системы при освоении группы маломасштабных медноколчеданных месторождений  $A=200$  тыс. т/год.

При освоении в составе единой горнотехнической системы группы месторождений, находящихся на расстоянии 3-15 км друг от друга, возникают вопросы переработки добываемых руд, размещения промышленных площадок горнодобывающего предприятия, организации работы персонала.

Современный опыт освоения небольших медноколчеданных месторождений (ОАО «Александринская горнорудная компания», ОАО «Актюбинская медная компания» и др.) свидетельствует об эффективности применения модульных, полустационарных обогатительных фабрик с прогрессивными технологиями обогащения руд. Для условий переработки медноколчеданных руд в объеме 200 тыс.т/год обоснована возможность

применения модульной обогатительной фабрики на основе оборудования фирм «Outokumpu», «Nehi», «Wartman» и др., определена стоимость перерабатывающего комплекса.

Строительство собственной модульной обогатительной фабрики и единой промышленной площадки целесообразно вблизи базового месторождения, определяемого наименьшим сроком строительства рудника для его эксплуатации и наибольшей извлекаемой ценностью запасов. Полная или частичная окупаемость капиталовложений за счет полученного дохода от разработки базового месторождения позволит перейти к последовательному строительству следующих рудников и освоению соответствующих месторождений группы. Количество осваиваемых месторождений в группе будет определяться собственником, исходя из начальных условий финансирования (собственный капитал или банковские кредиты) и руководствуясь искомыми технико-экономическими показателями.

Отсутствие нормативных параметров и технико-экономических показателей горнотехнических систем определяет постановку задачи по созданию инструмента для выбора проектных решений при освоении групп конкретных маломасштабных медноколчеданных месторождений.

Разработанный алгоритм для формирования структуры горнотехнической системы (рис. 1) предусматривает подготовку исходной информации для проектирования, задание условий финансирования проекта: за счет собственных средств; банковского кредита и получаемой прибыли за счет обогащения руды на фабрике стороннего предприятия; банковского кредита с учетом величины ставки процента. На следующем этапе проектирования выбирается последовательность освоения месторождений, и принимаются схемно-планировочные решения по расположению и составу обогатительного комплекса, промышленной площадки (см. рис. 1).

Норма дисконта, включающая «премию» за риск, в расчетах принималась 18%, согласно рекомендациям акад. РАН К.Н. Трубецкого. Учитывая первоочередную необходимость оценки уровня рентабельности инвестиций, предполагая существенные различия сроков реализации вариантов освоения маломасштабных месторождений, в качестве основного критерия оптимизации горнотехнической системы принят критерий - индекс доходности (ИД). При равенстве ИД для рассматриваемых вариантов, окончательный выбор структуры горнотехнической системы осуществляется по сроку окупаемости и дисконтированному доходу (ЧДД).

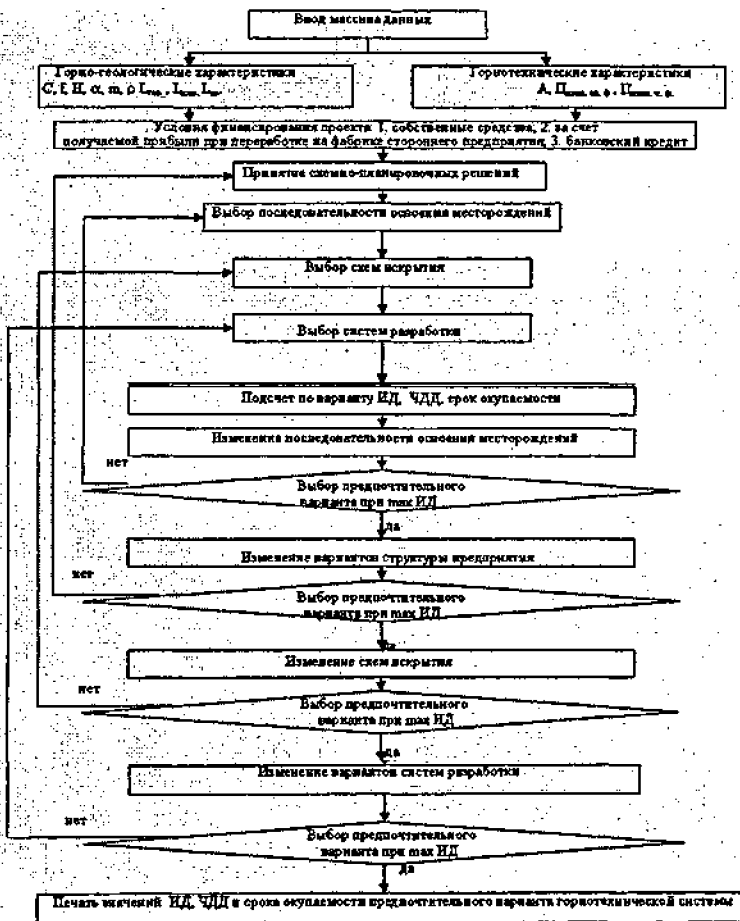


Рис. 1. Алгоритм для формирования структуры горнотехнической системы при освоении маломасштабных медноколчеданных месторождений (С – содержание полезного компонента в рудной массе, % и г/т;  $f$  – коэффициент крепости;  $H$  – глубина разработки, м;  $\alpha$  – угол падения, град.;  $m$  – мощность рудных тел, м;  $\rho$  – плотность рудной массы, кг/м<sup>3</sup>;  $L_{гор}$  – расстояние по горизонтали от борта карьера до запасов, м;  $L_{кар}$  – глубина карьера, м;  $L_{тр}$  – длина транспортирования, км;  $A$  – производственная мощность, тыс.т/год;  $P_{изл. с. ф.}$  – извлекаемая ценность при переработке рудной массы на собственной обогатительной фабрике, руб.;  $P_{изл. ч. ф.}$  – извлекаемая ценность при переработке рудной массы на обогатительной фабрике стороннего предприятия, руб.)

Для выбора варианта вскрытия месторождений в работе проведены исследования возможных способов и схем вскрытия при использовании пространства карьера или земной поверхности. Рассмотрены способы вскрытия с использованием вертикальных стволов с клетьевым подъемом, наклонных съездов, штолен. Определены возможные варианты вскрытия маломасштабных медноколчеданных месторождений, параметры горно-капитальных и подготовительных выработок с учетом использования штолен и квершлагов как для целей вскрытия, так и подготовки запасов.

Полученные зависимости дисконтированных затрат от глубины разработки и объемов извлекаемых запасов руд при способах вскрытия вертикальным стволом и наклонным съездом позволили построить график для определения областей применения способов вскрытия (рис. 2).

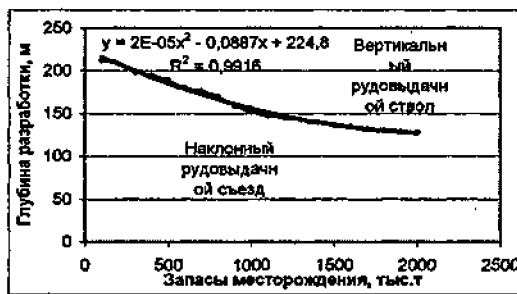


Рис. 2. График для определения рациональной области применения способов вскрытия

При отработке прибортовых запасов месторождения решается задача выбора способа вскрытия запасов вертикальным стволом (наклонным съездом с земной поверхности) или штольной с борта карьера. Построенные зависимости дисконтированных затрат от глубины карьера, расстояния от карьера до рудного тела и объема запасов позволили получить графики для определения области способов вскрытия (рис. 3).

Также установлены зависимости для выбора способа вскрытия с земной поверхности или выработанного пространства карьера при залегании рудных тел ниже уровня дна карьера.

На стадии выбора систем разработки (рис. 1) решается задача по подбору вариантов систем разработки с естественным поддержанием очающегося пространства и последующим обрушением налегающих пород (камерно-столбовая, камерная в вариантах с магазинированием рудной массы, подэтажной отбойкой или доставкой руды силой взрыва) соответственно ранее установленным пяти группам условий.

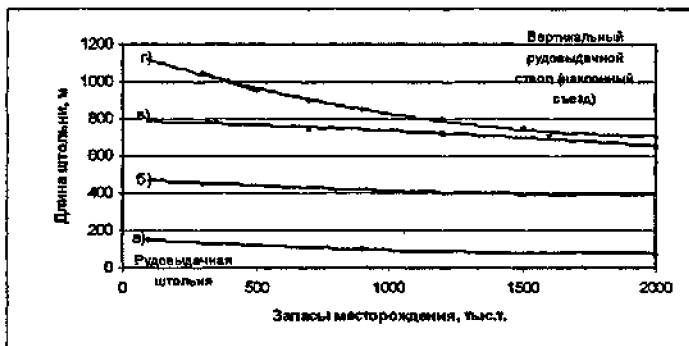


Рис. 3. Графики для определения рациональной области применения способов вскрытия при наличии карьера глубиной:  
а) 50 м, б) 100 м, в) 150 м, г) 200 м

В результате конструирования схем вскрытия для условий 18 месторождений, выбора систем разработки, определены величины капитальных и эксплуатационных затрат. Статистическим анализом результатов расчетов установлены основные факторы, влияющие на значения затрат при производственной мощности  $A = 200$  тыс. т/год: площадь рудного поля, объем запасов руд, начальная и конечная глубина залегания. Проведенным множественным регрессионным анализом зависимостей затрат от величин основных влияющих факторов с использованием программного комплекса «Statistica» получены многопараметрические уравнения для расчета капитальных (К) и эксплуатационных (Э) затрат (в ценах 2005 г.) при освоении маломасштабных медноколчеданных месторождений:

$$K = 0.009N + 0.002H_0 + 0.52S + 5.86, \text{ млн. руб.}$$

при коэффициенте корреляции  $R = 0,94$ ;

$$\text{Э} = 5.31Q + 0.006N + 0.002H_0 - 0.02S + 0.007, \text{ млн. руб.}$$

при коэффициенте корреляции  $R = 0,92$ ;

где Q — запасы месторождения, млн. т; N — глубина залегания, м;  $H_0$  — высота рудного поля, м; S — площадь оруденения, тыс. м<sup>2</sup>.

Разработанная экономико-математическая модель и полученные зависимости затрат положены в основу программы для ПЭВМ «Расчет экономических показателей горнотехнической системы при освоении группы маломасштабных медноколчеданных месторождений», созданной в среде «1С:Предприятие».

Программа позволяет определять технико-экономические показатели горнотехнической системы при освоении в группе до 6 маломасштабных медноколчеданных месторождений и учитывает объемы руд месторождений, глубину разработки, площадь и высоту

шахтного поля, содержание полезных компонентов в рудах каждого из месторождений, доли запасов с различными элементами залегания, расстояния транспортирования рудной массы до собственной фабрики или перерабатывающего производства стороннего предприятия, а также начальные условия финансирования проекта.

Апробация методики проектирования освоения маломасштабных медноколчеданных месторождений проведена на примере четырех месторождений Сибайской группы. Месторождения находятся в Баймакском районе, расстояния между ними в среднем составляют 12 км, среднее расстояние до ближайшего горнодобывающего предприятия (Сибайского филиала ОАО «УТОК») составляет 60 км.

Наряду со строительством собственной модульной фабрики вблизи месторождений, в работе учтена возможность транспортирования и обогащения руд на действующей фабрике Сибайского филиала Учалинского ГОКа.

Для условий месторождений Сибайской группы, путём экономико-математического моделирования методом вариантов, осуществлен подбор рациональных параметров горнотехнической системы. Определены следующие параметры горнотехнической системы, обеспечивающие наилучшие экономические показатели (табл.):

- 1. Производственная мощность предприятия 200 тыс.т./год.
- 2. Последовательность отработки: Восточно-Семеновское – Майское – Балта-Тау – Таш-Тау.
- 3. Структура предприятия: строительство единой промышленной площадки, единого рудного склада, собственной обогатительной фабрики.
- 4. Схемы вскрытия:
  - - месторождение Таш-Тау – рудовыдачная штольня и вентиляционный ствол;
  - - месторождение Балта-Тау – рудовыдачной наклонный съезд и вентиляционный вертикальный ствол;
  - - месторождение Восточно-Семеновское – рудовыдачной вертикальный ствол и вентиляционный шурф;
  - - месторождение Майское - рудовыдачной вертикальный ствол и вентиляционный шурф.
- 5. Системы разработки:
  - 1. мощность 2-3 м, угол падения 0-15 градусов - камерно-столбовая система разработки;
  - 2. мощность 3-15 м, угол падения 0-15 градусов - камерная система разработки с верхней подсечкой;

- 3. мощность 9-15 м, угол падения 70-85 градусов – камерная система разработки с магазинированием руды в очистном пространстве;
- 4. мощность 3-15 м, угол падения 20-55 градусов – камерно-столбовая система разработки с доставкой руды силой взрыва, приемной траншеей;
- 5. мощность 2-6 м, угол падения 60-75 градусов - камерная система разработки с магазинированием.

Таблица

Технико-экономические показатели отработки месторождений Сибайской группы в составе единой горнотехнической системы

Варианты финансирования	Показатели		
	Чистый дисконтированный доход, млн. руб	Срок окупаемости, годы	Индекс доходности
1. Собственные средства	322,9	6	2,11
2. Средства полученные за счет прибыли	215,5	8	2,44
3. Банковский кредит	251,9	6	1,66

На основе результатов расчета программы, собственник получает возможность оценки конечных экономических показателей освоения месторождений и выбора предпочтительного варианта финансирования проекта.

### Заключение

В диссертации, являющейся законченной квалификационной работой, дано решение актуальной научно-практической задачи формирования методических положений по обоснованию параметров горнотехнических систем при проектировании освоения подземным способом маломасштабных медноколчеданных месторождений Урала.

Результаты:

1. Анализ источников информации показал, что при постоянном дефиците цветных и благородных металлов, и устойчивой тенденции роста цен на них, являются невостребованными миллионы запасов ценных руд маломасштабных медноколчеданных месторождений. Повышение инвестиционного спроса на маломасштабные месторождения может быть обеспечено за счет снижения уровня издержек и сокращения срока окупаемости при их освоении.

2. В результате анализа условий залегания более 30 небольших медноколчеданных месторождений Урала установлено, что рассматриваемые георесурсы в подавляющем большинстве идентичны по основным группам признаков и залегают группами по 2+6 месторождений, при расстоянии между ними в пределах 3+15 км. Различие месторождений заключается в количестве рудных тел, объемах запасов, занимаемой площади и элементах залегания.

3. Снижение уровня издержек и сокращение срока окупаемости горнотехнической системы достигается при последовательном освоении группы маломасштабных месторождений, начиная с месторождения (базового), определяемого наименьшим сроком строительства рудника для его эксплуатации и наибольшей извлекаемой ценностью запасов. Базовое месторождение определяет местоположение единой для горнотехнической системы промышленной площадки и модульной обогатительной фабрики.

4. Сокращение затрат при подземной разработке достигается минимизацией количества выемочных участков в одновременной работе. Высокая производительность очистных забоев обеспечивается применением обоснованных конструкций систем подземной разработки и мобильных комплексов механизации производственных процессов.

5. Определена математическая зависимость для расчета производственной мощности подземного рудника, осуществляющего разработку рудных тел маломасштабного месторождения. При учете производительности и долевого участия рекомендованных систем разработки, минимального количества очистных забоев в одновременной работе, степени разведанности запасов, доли добычи руд при проведении подготовительно-нарезных выработок производственная мощность

горнотехнической системы на базе маломасштабных медноколчеданных месторождений составляет 200 тыс. т/год.

6. Обоснованы способы и схемы вскрытия маломасштабных медноколчеданных месторождений, обеспечивающие минимизацию капиталовложений. Предложены зависимости для определения рациональных областей применения способов вскрытия.

7. По результатам множественного регрессионного анализа экономических показателей и влияющих на них факторов получены математические зависимости для расчета величин капитальных и эксплуатационных затрат при освоении маломасштабных медноколчеданных месторождений. На основе полученных зависимостей разработан алгоритм для формирования рациональной структуры горнотехнической системы.

8. Разработанный программный продукт «Расчет экономических показателей горнотехнической системы при освоении группы маломасштабных медноколчеданных месторождений» позволяет определять состав группы месторождений и последовательность их освоения, исходя из начальных условий финансирования, руководствуясь искомыми технико-экономическими показателями.

9. Сформированные методические положения апробированы при обосновании параметров горнотехнической системы на базе месторождений Сибайской группы. Освоение группы месторождений в отличие от их обособленной разработки обеспечивает повышение в  $1,5 \div 2,5$  раза индекса доходности и чистого дисконтированного дохода, что способствует росту инвестиционного спроса на маломасштабные медноколчеданные месторождения.

**Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:**

1. Гоготин, А.А. Обоснование параметров горнотехнической системы при освоении малых медноколчеданных месторождений / Э.Ю. Мещеряков А.А. Гоготин, И.Т. Слащилин //Горный информационно - аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2006. - №9. – С. 280-283.

2. Гоготин, А.А. Особенности вскрытия и отработки медноколчеданного месторождения Таш-Тау /А.А. Гоготин // Материалы 62-й научно-технической конференции по итогам научно-исследовательской работы за 2002-2003 гг.: сб. докл. Т.1/ Под ред. Г.С. Гуна. –Магнитогорск, 2003. – С. 150.

3. Гоготин, А.А. Опыт проектирования и освоения малого медноколчеданного месторождения Таш-Тау /А.А. Гоготин // Комбинированная геотехнология: развитие способов добычи и безопасность горных работ: тезисы международной научно- технической конференции. Магнитогорск, 2003. – С. 30.

4. Гоготин, А.А. Проблемы освоения малых месторождений ценных руд подземным способом и пути их решения / Э.Ю. Мещеряков, А.А. Гоготин, Б.М. Габбасов. // Материалы 63-й научно-технической онференции по итогам научно-исследовательских работ за 2003-2004 годы.: сб. докл. Т.1/ Под ред. Г.С. Гуна. Магнитогорск, 2004. – С. 153-155.

5. Гоготин, А.А. Современные проблемы подземной геотехнологии и пути их решения./ Э.Ю. Мещеряков, А.А. Гоготин, Б.М. Габбасов // Молодежь и наука будущего: Сборник научных трудов. Магнитогорск, 2004 – С. 111-113

6. Гоготин, А.А. Сравнительная оценка вариантов вскрытия малых месторождений Южного Урала. /Э.Ю. Мещеряков, А.А. Гоготин // Материалы уральской горнопромышленной декады. – Екатеринбург, 2005 - С. 21.

7. Гоготин, А.А. Методика проектирования горнотехнических систем при освоении малых рудных месторождений./ Э.Ю. Мещеряков, А.А. Гоготин //Материалы 64-й научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ за 2004-2005 годы.: сб. докл. Т.1/ Под ред. Г.С. Гуна. Магнитогорск, 2006 – С. 216-220.

Подписано в печать 13.11.06.

Плоская печать.

Усл.печ.л.1,0.

Формат 60x84 1/16.

Тираж 100 экз.

Бумага тип.№ 1.

Заказ 773.

455000, Магнитогорск, пр. Ленина, 38  
Полиграфический участок ГОУ ВПО «МГТУ»

