

Государственный комитет РСФСР по делам науки
и высшей школы

Новочеркасский ордена Трудового Красного Знамени
политехнический институт имени Серго Орджоникидзе

На правах рукописи

ОГАНЕСЯН Армен Генрикович

**Система разработки с образованием пустот
и оптимизация ее параметров**

05.15.02 — Подземная разработка месторождений
полезных ископаемых

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Новочеркасск 1991

Работа выполнена в Ереванском политехническом институте.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор **Агабян Ю. А.**

Официальные оппоненты: заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор, доктор технических наук
Шестаков В. А.,
кандидат технических наук, начальник ПТО **Старцев Ю. Т.**

Ведущее предприятие: ПО «Армзолото»

Защита состоится « 7 » февраля 1992 г.
в ___ на заседании специализированного Совета Д 063.30.02 при Новочеркасском ордена Трудового Красного Знамени политехническом институте им. Серго Орджоникидзе по адресу: 346400, г. Новочеркасск, ГСП-1, ул. Просвещения, 132.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан « 29 » декабря 1991 г.

Упрощенно *Ср. С. Баранов* *И. В. Шестаков*
17.02.92 г. *Шестаков*

Ученый секретарь
специализированного Совета
кандидат технических наук

В. С. Баранов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Одними из важнейших задач, поставленных перед цветной металлургией, являются дальнейший рост объемов добычи руд цветных и редких металлов, повышение эффективности горного производства, охраны окружающей среды и комплексное освоение недр, что связано с усложнением горно-геологических условий, оказывающими влияние на техническую применимость системы разработки.

Назревшей необходимостью в комплексном освоении недр наблюдается тенденция к росту использования подземного пространства для размещения различных объектов народного хозяйства, что связано с расширением строительства подземных сооружений, играющих важную роль в дальнейшем наращивании экономического потенциала страны. В этой связи весьма актуальными следует считать исследования, направленные на формирование в процессе разработки мощных крутонадежных рудных тел искусственных пустот, с целью их последующего использования в различных отраслях народного хозяйства, что обеспечит рост экономической эффективности горного производства, улучшит экологическую ситуацию и позволит более экономно расходовать земельные ресурсы.

Цель работы. Создание технологии добычи руды с одновременным формированием подземных конструкций и пустот для их дальнейшего народнохозяйственного использования.

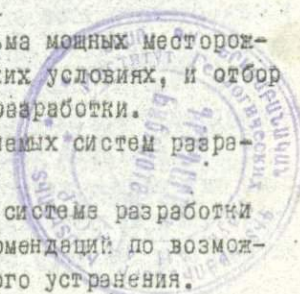
Идея работы состоит в том, что технология добычи руды рассматривается как средство образования подземных пустот, используемых впоследствии в различных целях народного хозяйства.

Достижение поставленной цели связано с решением следующих задач:

1. Анализ опыта отработки мощных и весьма мощных месторождений ценных руд в сложных горно-геологических условиях, и отбор на его основе технически применимых систем разработки.

2. Технико-экономический анализ применяемых систем разработки и выбор на его основе оптимальной.

3. Выявление недостатков в оптимальной системе разработки и разработка конкретных технологических рекомендаций по возможным мероприятиям для их полного или частичного устранения.



1933

4. Геомеханическое обоснование технологических рекомендаций с целью определения допустимых параметров конструктивных элементов системы разработки.

5. Создание оптимизационной экономико-математической модели с целью определения оптимальных параметров конструктивных элементов системы разработки.

6. Техникo-экономическое сравнение рекомендаций с известными решениями, определение их экономического эффекта и области применения системы разработки.

Методы исследований включают систематизацию информации, анализ, конструкторские проработки, аналитические, графо-аналитические методы и экономико-математическое моделирование с применением компьютерной техники.

Научные положения, разработанные лично диссертантом:

- выявлены закономерности влияния геометрических параметров камер на прочностные свойства несущих конструктивных элементов;

- выявлено, что на прочностные свойства стенок-диафрагм и заложённых камер влияют ширина камеры, высота подэтажа и мощность рудного тела;

- разработан способ образования подзаемных пустот, включающий оконтуривание рудного тела железобетонной плитой сверху, стенками со стороны висячего и лежащего боков, стенками-диафрагмами, отработку временного целика с оптимизацией параметров конструктивных элементов.

Научная новизна работы заключается в том, что:

- выявленная закономерность влияния геометрических параметров камер на прочностные свойства несущих конструктивных элементов, отличается тем, что она учитывает изменение расхода арматуры в плите и стенках и имеет параболическую зависимость;

- выявленное влияние ширины камеры, высоты подэтажа и мощности рудного тела на прочностные свойства стенок-диафрагм отличается тем, что зависимость прочности стенки-диафрагмы от ширины камеры имеет линейный характер, а заложённых камер от прочности стен-диафрагм - гиперболический;

- предложенная технология подземной разработки отличается тем, что мощные крутопадающие рудные тела в пределе этажа оконтуриваются железобетонной плитой сверху, стенками со стороны висячего и лежащего боков и разделяется искусственными стенками-

Диафрагмами на отдельные выемочные участки, которые в последующем отрабатываются более производительными и дешевыми системами, оставляя открытыми в определенном порядке отдельные камеры.

Новизна научных положений подтверждена одним авторским свидетельством СССР.

Достоверность научных положений работы обеспечивается применением апробированных геомеханических расчетных методов, использованием различных методов и сходимостью их результатов.

Практическое значение работы заключается в разработке новой технологии добычи руды с образованием подземных пустот для эксплуатации мощных и весьма мощных месторождений в сложных горно-геологических условиях, что сокращает расход дорогостоящих твердеющих смесей, повышает интенсивность и эффективность системы, снижает себестоимость добычи руды, улучшает экологическую ситуацию, а также позволяет использовать подземные пустоты в различных отраслях народного хозяйства, а применение рекомендованного варианта системы разработки нисходящими слоями с частичной твердеющей закладкой - повышает устойчивость искусственной кровли, сокращает расход дорогостоящих твердеющих смесей, улучшает условия поддержания и качество заполнения выработанного пространства.

Реализация результатов разработки состоит в применении на Зодском руднике системы разработки с образованием подземных пустот и варианта системы разработки нисходящими слоями с частичной твердеющей закладкой.

Среднегодовой экономический эффект от применения системы разработки с образованием подземных пустот (с учетом эффекта реализации пустот) составил 587,28 тыс.руб., а от применения варианта системы разработки нисходящими слоями, с частичной твердеющей закладкой - 136 тыс.руб.

Рекомендации по системам разработок приняты для реализации в проекте.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава, научных работников и аспирантов Ереванского политехнического института (г.Ереван, 1988-1990 гг.); 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, 1990г.).

Публикации. По теме диссертации опубликованы 4 статьи и получено одно авторское свидетельство СССР.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав и заключения, изложенных на 121 странице машинописного текста, и содержат 20 рисунков, 5 таблицы, список литературы из 76 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Исследованию вопросов комплексного освоения недр, геомеханического обоснования и оптимизации параметров конструктивных элементов систем подземной разработки большое внимание уделено в работах Л.Д.Шевякова, М.Д.Агошкова, Д.М.Бронникова, Ю.А.Агабалина, С.Г.Борисенко, А.А.Борисова, В.И.Борд-Компонеица, С.В.Ветрова, П.И.Городецкого, Г.Е.Гулевича, Б.П.Дробота, В.Р.Именитова, А.А.Иливицкого, В.П.Кравченко, М.Н.Слепцова, А.Л.Требукова, М.Н.Цигалова, В.А.Щестакова и др.

В то же время недостаточное внимание уделено исследованиям, связанным с целенаправленным созданием подземных пустот в процессе разработки месторождений. Это направление, представляющее собой одну из неотъемлемых задач проблемы комплексного освоения недр, может считаться особенно перспективным при разработке мощных месторождений (рудных тел) ценных руд с неустойчивыми вмещающими породами и рудами (сложные горно-геологические условия).

Анализ опыта отработки мощных и весьма мощных месторождений ценных руд, близких по горно-геологическим условиям к Зодскому (неустойчивые вмещающие породы и руды), показывает, что технически наиболее приемлемыми для таких условий являются системы разработки слоевым обрушением и нисходящими слоями с твердой закладкой.

Технико-экономическое сравнение вышеуказанных систем разработки, в том же обстоятельстве, что, несмотря на длительное применение и настойчивые попытки усовершенствовать системы слоевого обрушения не привели к положительным результатам, по-

зволили в качестве оптимальной выбрать систему разработки нисходящими слоями с твердеющей закладкой. Применение последних, по сравнению с системами слоевого обрушения, позволяет получить более высокую производительность и значительно лучшие условия труда при использовании самоходных машин, с обеспечением низких потерь и разубоживания руды. Кроме того, эти системы обладают значительной гибкостью и резервом повышения эффективности разработки. Это объясняется тем, что твердеющей закладке (с учетом возможности армировки) можно придать практически любые необходимые физико-механические свойства, что позволяет конструировать различные способы поддержания выработанного пространства, изменять технологию ведения очистных работ.

С целью повышения эффективности подземной разработки предложена методика совершенствования технологий подземных горных работ, ключевыми аспектами которой являются выявление "узких мест" системы и разработка рабочих гипотез по возможным мероприятиям для полного или частичного устранения недостатков.

В этой связи определение возможных путей совершенствования системы разработки с нисходящей слоевой выемкой с твердеющей закладкой требует, в первую очередь, изучения недостатков системы: высокого расхода и стоимости закладочного материала на цементной основе; несовершенства технологии закладочных работ, сравнительно высокого расхода крепежного леса при некоторых вариантах; сравнительно низкой производительности труда рабочих забойной и подземной групп; высокой себестоимости добычи руд.

С помощью вышеизложенного принципа на примере Зодского рудника рекомендован один из возможных путей совершенствования системы нисходящими слоями с твердеющей закладкой при отработке мощных и весьма мощных рудных тел, предусматривающий расположение заходов в смежных слоях под углом друг к другу и армировку закладки нижней части каждой заходки, что в совокупности создает возможность отрабатывать нижележащий слой без крепежных рам и оставлять некоторые заходки в определенной последовательности (через две) неваложеными. Данное мероприятие, помимо улучшения условий поддержания и качества выполнения выработанного пространства, повышения устойчивости искусственной кровли, обеспечивает значительный экономический эффект за счет снижения расходов дорогостоящих твердеющих смесей и крепежного леса, повышения интенсивности добычи.

При современных высоких темпах развития горнодобывающей промышленности весьма важное значение приобретают вопросы повышения эффективности подземной разработки, охраны окружающей среды и комплексного освоения недр, которые требуют применения прогрессивных технологических решений на основе создания и внедрения новых, более эффективных систем разработки.

В решении проблемы комплексного освоения недр важное место занимает задача создания и использования подземного выработанного пространства, что может обеспечить рост экономической эффективности горного производства, улучшение экологической ситуации, более экономное расходование земельных ресурсов. В этой связи весьма актуальным и перспективным представляются проведенные технологические исследования, в результате чего доказана принципиальная возможность формирования в процессе разработки мощных и весьма мощных рудных тел при сложных горно-геологических условиях искусственных пустот, с целью их последующего использования в различных отраслях народного хозяйства (нефтегазохранилище, складские помещения, промышленные объекты, искусственные сельскохозяйственные угодья и так далее).

С этой целью создана новая комбинированная система разработки с образованием подземных пустот, сочетающая в себе гибкость систем нисходящей выемки с закладкой (первая стадия) и высокую производительность систем с подэтажной отбойкой (вторая стадия), что в совокупности обеспечивает высокие количественно-качественные показатели извлечения руды из недр, снижение расхода дорогостоящих закладочных смесей, повышение производительности труда и снижение себестоимости добычи по сравнению с системами с закладкой.

Сущность новой технологии разработки, признанной изобретением, заключается в следующем. Мощное крутопадающее рудное тело разделяется на отдельные блоки с длиной по простиранию и высотой этажа примерно 50+60 м. Подготовка блока заключается в проведении полевых откаточного 1 и вентиляционного 2 штреков, транспортного петлевого уклона 3, подэтажных штреков 4, ортозвезд 5 и блокового полевого рудоспуска 6 (рис.1).

После завершения подготовки приступают к отработке блока с одновременным формированием пустот, что достигается тем, что первоначально верхний слой блока, начиная от сбойки с уклоном, отрабатывают заходками 7 по простиранию рудного тела. После

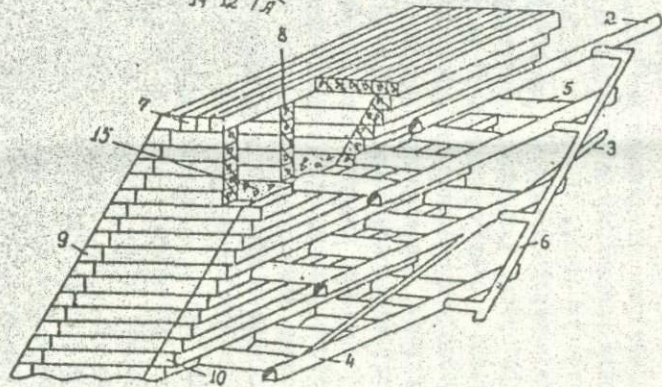
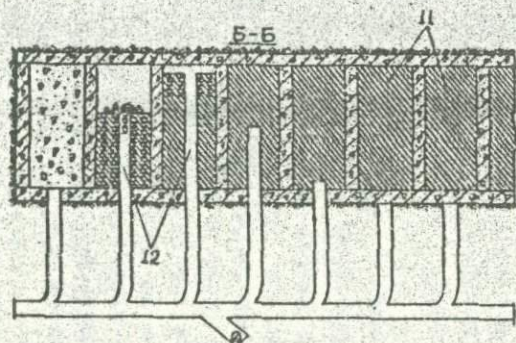
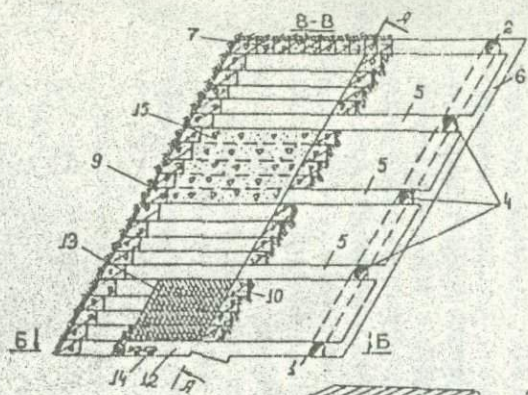
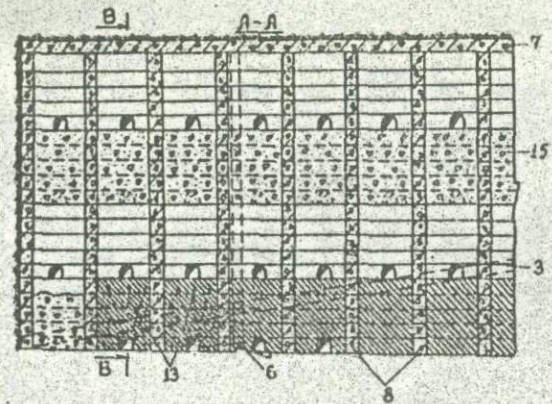


Рис. I. Комбинированная система разработки с образованием пустот.

полной отработки каждой заходки у её почвы устья навливают продольные арматуры, а на них (поперек) — монтажные арматуры, которые служат для объединения рабочих стержней. Затем отработанные заходки заполняются твердеющей смесью, тем самым создавая железобетонную плиту, состоящую из балок, которыми покрывают всю площадь верхнего сдоя. После сооружения индивидуальной поточной приступают к выемке руды заходками в поперечных стенках-диафрагмах, а также в стенках со стороны висячего 9 и лежачего 10 боков под уже созданной железобетонной плитой нисходящими горизонтальными слоями. В отработанных заходках со стороны висячего и лежачего боков также создают железобетонные балки, технология сооружения которых предусматривает предварительный монтаж железного каркаса вдоль стенок очистных заходок. Каркас также состоит из рабочих и монтажных стержней. Заходки в поперечных стенках-диафрагмах полностью заполняются высокопрочным закладочным материалом (бетон).

Рудные целики — будущие подземные пустоты II — шириной, равной расстоянию между стенками-диафрагмами, длиной, равной горизонтальной мощности рудного тела за вычетом толщины стенок со стороны висячего и лежачего боков, ограниченные сверху железобетонной плитой, а с боков — железобетонными стенками и стенками-диафрагмами, отработывают во вторую стадию, после достижения несущими стенками высоты подэтажа. Отработка этих рудных целиков ведется дешевыми, более производительными системами, такими, например, как с поэтажной отбойкой и торцевым выпуском руды. Нарезные работы для выемки рудных целиков заключаются в проведении буро-доставочного орта 12 в центре камеры, отрезного восстанавливающего и его расширения в отрезную щель на всю ширину камеры. Далее отбивают камерные запасы руды крутонаклонными (по восстановлению залежи) слоями на отрезную щель, отступая от неё. Обуривание слоя осуществляется на буро-доставочном орте веревки штанговых шпуров 13. Отбитую руду с помощью погрузочно-доставочных машин 14 доставляют по буро-доставочному орту и подэтажному штреку к блоковому рудоспуску.

После выемки руды в камерах первого подэтажа приступают к отработке камер нижележащего подэтажа, технология разработки которых предусматривает поочередную выемку руды системой с поэтажной отбойкой с торцевым выпуском и заполнением камер закладочным материалом 15 через орты-звезды. Перед закладкой

на почву каждой камеры нижележащего подэтажа устанавливают арматурный каркас, с целью обеспечения безопасности горных работ в камерах последующего подэтажа. С той же последовательностью и порядком отработываются запасы руды в камерах остальных нижележащих подэтажей.

Для определения допустимых параметров конструктивных элементов системы разработки с образованием подземных пустот исходным моментом является оценка горно-геологических особенностей разработки месторождения. В этой связи характерной особенностью Зодского месторождения является наличие неустойчивых руд и вмещающих пород, что приводит к многочисленным самообрушениям, возникающим в кровле горных выработок и, определяющих собой нагрузки на крепь. С помощью обобщения результатов визуальных и инструментальных наблюдений за развитием сводов обрушения установлено, что максимальная высота свода обрушения от половины ширины обрушения удовлетворительно описывается зависимостью:

$$h_{об} = 1,4966 a_{об}, \quad (I)$$

где $h_{об}$ - высота обрушения, м;

$a_{об}$ - половина ширины обрушения, м.

Это обстоятельство позволило неустойчивые породы или руды рассматривать как сильно трещиноватую среду, редко допускающую растягивающие напряжения, и к которой в механическом отношении применимы законы сыпучей среды. Механика такой среды применительно к горному производству разработана довольно хорошо многочисленными исследователями и имеются приближенные, но достаточно точные решения различных горнотехнических задач.

Для оценки величины нагрузок, ожидаемых на конструктивные элементы системы разработки с образованием пустот, предложен аналитический метод расчета, в котором использованы методы проф. М.М. Протодаьяконова (гипотеза свода естественного равновесия) и проф. А.А. Илизницкого (теория предельного равновесия). Предложенный метод позволяет с единых позиций решать все те вопросы, которые связаны с поддержанием выработанного пространства.

Геомеханические исследования, целью которых было выявление закономерностей, необходимых для определения допустимых параметров конструктивных элементов системы разработки с образованием пустот, проводились по трем направлениям.

I. Для определения необходимой прочности на сжатие искусст-

венных междуканальных стен-диафрагм, являющихся основными несущими элементами в пределах подэтажа, даны расчетные зависимости с учетом действия вертикального и бокового давлений. Причем, из двух значений, полученных в результате расчетов выбирается наибольшая величина.

2. Исследованиями обосновано поддержание выработанного пространства в пределах этажа с помощью искусственных подэтажных ленточных целиков, ориентированных по простиранию рудного тела. Они состоят из чередующихся между собой по простиранию рудного тела стен-диафрагм и заложённых камер.

3. С помощью методов расчета строительных конструкций решена задача поддержания открытых камер, которая предусматривала определение необходимого количества рабочей арматуры соответствующего диаметра для плит и стенок со стороны висячего и лежащего боков, при заданных прочностных свойствах закладочного материала (бетона) и стали.

Отличительной особенностью определения допустимых параметров конструктивных элементов системы разработки с образованием пустот является множественность решений, все из которых отвечают техническим или технологическим требованиям. Однако, очевидно, необходимо найти оптимальное решение.

Для объективного решения подобных задач необходимо располагать, в первую очередь, научно обоснованным критерием оптимальности.

В настоящее время можно считать доказанным, что решение оптимизационных задач следует осуществлять с использованием не среднеотраслевой цены, а замыкающих затрат. Тогда, учитывая вопросы эффективности капиталовложений, критерием оптимальности следует принять максимум дифференциальной ренты (разность между замыкающими и индивидуальными затратами) по отработке оцененных запасов. Однако, учитывая отсутствие замыкающих затрат, будем руководствоваться условной расчетной ценой.

Исходя из этого, постановка задачи о выборе оптимальных параметров конструктивных элементов системы разработки с образованием пустот в пределах одного этажа состоит в том, что требуется найти такие геометрические параметры конструктивных элементов системы разработки, при которых сверхнормативная прибыль от добычи руды обращается в максимум. Следовательно, целевая функция будет иметь следующий вид:

$$(I_{\text{ц}} - Z_{\text{пр}})Q_2 \rightarrow \max, \quad (2)$$

где $I_{\text{ц}}$ — извлекаемая ценность 1 т руды, рассчитанная по усредненной расчетной цене, руб/т;

$Z_{\text{пр}}$ — приведенные затраты на добычу и переработку 1 т руды, руб/т;

Q_2 — эксплуатационные запасы руды, т.

На основе экономико-математической модели с помощью программы, составленной на языке Бейсик, решена на ЭВМ задача определения оптимальных геометрических параметров конструктивных элементов системы разработки с образованием подземных пустот.

На основании полученных результатов построены графики зависимости сверхнормативной прибыли от добычи руды при применении системы разработки с образованием пустот (с учетом реализации последних) от ширины камеры, как наиболее существенного параметра (рис. 2). Причем, мощность рудного тела изменяется через 10 м ($m=10, 20$ и 30 м), высота подэтажа — $h_{\text{по}}=10, 15$ и 30 м, а остальные горнотехнические, геологические и экономические влияющие факторы фиксированы.

Анализ полученных результатов позволил установить:

1. При мощности рудного тела $m=10$ м оптимальными параметрами конструктивных элементов новой технологии подземной разработки являются — высота подэтажа $h_{\text{по}}=30$ м, ширина камеры $l_{\text{к}}=5$ м.

2. При мощности рудного тела $m=20$ м оптимальными параметрами являются: высота подэтажа $h_{\text{по}}=15$ м и ширина камеры $l_{\text{к}}=8,5$ м.

3. При мощности же рудного тела $m=30$ м, оптимальными параметрами конструктивных элементов рекомендованной системы разработки являются: высота подэтажа $h_{\text{по}}=15$ м и ширина камеры $l_{\text{к}}=9,5$ м.

Выявлено, что предложенная технология подземной разработки по сравнению с системой разработки нисходящими слоями с твердеющей закладкой обеспечивает довольно широкую область оптимальных значений параметров конструктивных элементов. Удельный экономический эффект (с учетом реализации пустот), в расчете на 1 т руды от применения системы разработки с образованием пустот при мощностях рудного тела $m=10, 20$ и 30 м, составляет соответственно 6,35; 9,79 и 11,25 руб/т.

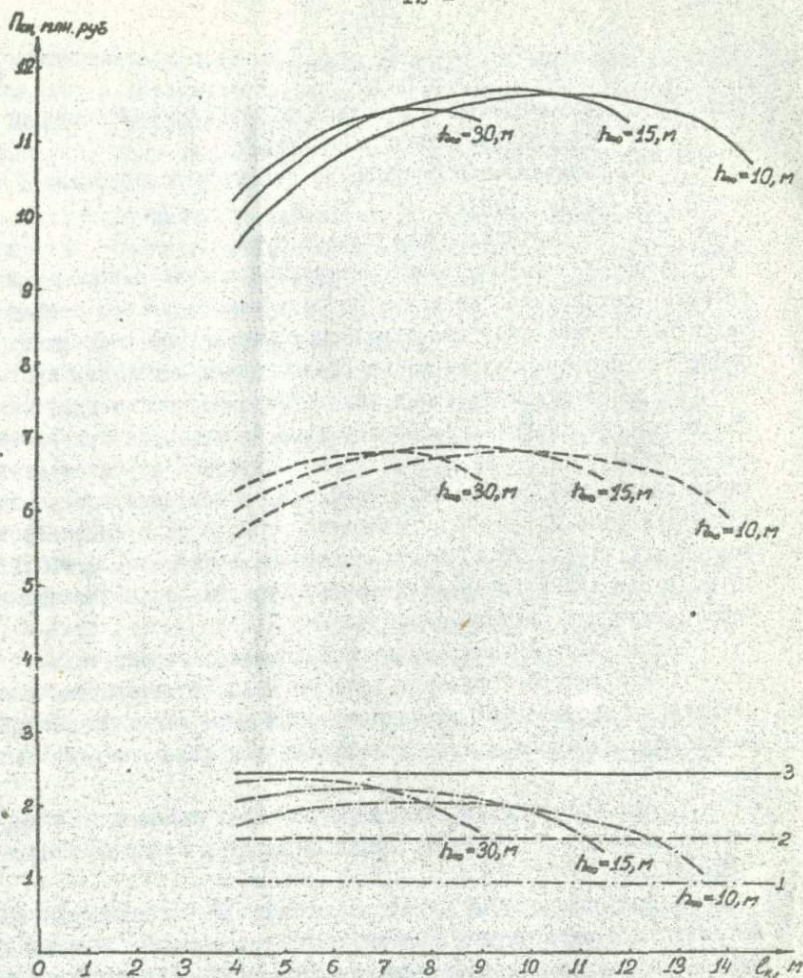


Рис. 2. Графики зависимости сверхнормативной прибыли от добычи руды при применении системы разработки с образованием пустот от ширины камеры (прямые 1, 2 и 3 – сверхнормативные прибыли от добычи руды при применении нисходящих систем с послойной разработкой с закладкой).

— $m=30$ м; - - - $m=20$ м; — · — $m=10$ м.

Установлено, что оптимальные параметры конструктивных элементов новой технологии подземной разработки, при мощностях рудного тела $m=10, 20$ и 30 м, обеспечивают создание подземных пустот с объемами, составляющими соответственно 14%, 25,5% и 29,3% от общего объема этажа, которые могут быть использованы в народном хозяйстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена актуальная научная задача совершенствования, развития и создания новой системы разработки мощных и весьма мощных месторождений ценных руд в сложных горно-геологических условиях.

Основные результаты диссертационной работы сводятся к следующему:

1. Анализ современного состояния исследуемого вопроса показывает, что в последние десятилетия в мировой практике горнодобывающей промышленности при подземной разработке месторождений со сложными горно-геологическими условиями и высокой ценностью руды все большее применение получают нисходящие системы с полой выемкой с закладкой, постепенно вытесняя систему слоевого обрушения.

2. Рекомендован один из возможных путей совершенствования системы нисходящими слоями с твердеющей закладкой при отработке мощных и весьма мощных рудных тел на примере Зодского рудника Армении, предусматривающий расположение заходок в смежных слоях под углом друг к другу и армировку закладки нижней части каждой заходки, что в совокупности создает возможность отрабатывать нижележащий слой без крепящих рам и оставлять некоторые заходки в определенной последовательности (через две) незаложенными. Данное мероприятие, помимо улучшения условий поддержания и повышения устойчивости искусственной кровли, сокращения расходов дорогостоящих твердеющих смесей, позволяет улучшить качество заполнения выработанного пространства.

3. В решении проблемы комплексного освоения недр важное место занимает задача создания и использования выработанного пространства, что может обеспечить рост экономической эффективности горного производства, улучшение экологической ситуации, более экономное расходование земельных ресурсов.

В этой связи весьма актуальными следует считать технологические исследования, в результате чего доказана принципиальная возможность формирования подземных пустот в процессе разработки мощных крутопадающих рудных тел в сложных горно-геологических условиях, для их последующего использования в различных отраслях народного хозяйства. С этой целью создана новая комбинированная система разработки, сочетающая в себе гибкость систем нисходящей выемки с закладкой (первая стадия) и высокую производительность систем с подэтажной отбойкой (вторая стадия), что в совокупности обеспечивает высокие количественно-качественные показатели извлечения полезного ископаемого из недр, снижение расхода дорогостоящих закладочных смесей и повышение производительности труда по сравнению с системами с закладкой.

4. Сущность новой технологии подземной разработки месторождений с формированием подземных пустот, признанной изобретением, заключается в предварительном создании в массиве рудного тела железобетонных плит, стенок со стороныисячего и лежащего боков, а также бетонных поперечных стенок-диафрагм путем применения системы разработки нисходящей слоевой выемки с закладкой. Огражденный сверху железобетонной плитой, а с боков - бетонными и железобетонными стенками временный рудный целик обрабатывается во вторую очередь системой разработки с подэтажной отбойкой, в результате чего формируется открытое выработанное пространство в виде камеры.

5. Проведенными геомеханическими исследованиями разработан аналитический метод расчета вертикальной и боковой нагрузок, приходящихся на конструктивные элементы комбинированной системы разработки с созданием подземных пустот.

Предложенная методика базируется на гипотезе свода естественного равновесия и теории предельного равновесия, что позволяет:

- определить необходимую прочность на сжатие искусственных междукамерных стен-диафрагм, являющихся основными несущими элементами в пределе этажа;

- определить необходимую прочность на сжатие заложенных камер каждого второго подэтажа, которые, наряду со стенками-диафрагмами, обеспечивают поддержание выработанного пространства в пределе этажа;

- определить необходимое количество рабочей арматуры соот-

ветствующего диаметра для плиты и стенок со стороны висячего и лежащего боков при заданных прочностных свойствах закладочного материала и стали, которые обуславливают поддержание камеры.

6. Для определения оптимальных геометрических параметров конструктивных элементов системы разработки с образованием подземных пустот составлена экономико-математическая модель, где критерием оптимальности принята сверхнормативная прибыль от добычи руды, так как подвергающиеся сравнению параметры конструктивных элементов предложенной технологии разработки и система разработки нисходящими слоями с твердеющей закладкой отличаются затратами и качеством производимой продукции.

7. На основе экономико-математической модели с помощью программы, составленной на языке Бейсик, решена на ЭВМ задача определения оптимальных геометрических параметров конструктивных элементов комбинированной системы разработки с созданием подземных пустот.

Решение данной задачи позволило установить:

а) при мощности рудного тела $m=10$ м наиболее выгодной является комбинированная система разработки с образованием пустот, имеющая высоту подэтажа $h_{\text{н}}=30$ м и ширину камеры $l_{\text{к}}=5$ м, что позволяет получить, по сравнению с системой разработки нисходящими слоями с твердеющей закладкой максимальный экономический эффект (6,35 руб/т). При этом, объем созданных подземных пустот составляет 14% от общего объема руды одного этажа;

б) при мощности рудного тела $m=20$ м оптимальными параметрами конструктивных элементов системы разработки являются: $h_{\text{н}}=15$ м и $l_{\text{к}}=8,5$ м, которые обеспечивают экономический эффект в размере 9,79 руб/т. Объем подземных пустот составляет при этом 25,5% от объема этажа;

в) при мощности рудного тела $m=30$ м оптимальными параметрами конструктивных элементов системы разработки являются: высота подэтажа $h_{\text{н}}=15$ м и ширина камеры $l_{\text{к}}=9,5$ м.

Данные размеры, по сравнению с системой разработки нисходящими слоями с твердеющей закладкой, позволяют достичь максимального экономического эффекта в пределе этажа в размере 11,25 руб/т, с объемом созданных подземных пустот 29,3% от общего объема одного этажа.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Агабалян Ю.А., Наджарян А.М., Оганесян А.Г. Повышение эффективности разработки крутопадающих рудных месторождений. //Промышленность, строительство и архитектура Армении, 1988.- № 9. -С.21-23.

2. Оганесян А.Г. Поиск путей совершенствования нисходящих систем разработки с твердеющей закладкой.//Пути повышения эффективности разработки месторождений полезных ископаемых: Межвуз.сб.науч.трудов ЕрПИ.-Ереван, 1989.- С.39-46.

3. Агабалян Ю.А., Оганесян А.Г. Перспективный вариант системы разработки нисходящими слоями с закладкой.//Пути повышения эффективности разработки месторождений полезных ископаемых: Межвуз.сб.науч.трудов ЕрПИ.-Ереван, 1989.-С.73-79.

4. А.С. I606696 /СССР/, E2IC 4I/16. Способ образования подземных пустот./Ю.А.Агабалян, Э.М.Акопов, С.М.Дургарьян, А.Г.Оганесян, А.А.Геворкян, А.М.Закарян и А.М.Наджарян (СССР). - № 4626758/3I - 0,3; Заяв.27.12.88; Опубл.15.II.90, Бюл. № 42.

5. Агабалян Ю.А., Оганесян А.Г. Новая технология подземной разработки месторождений с созданием подземных пустот.//Инф. листок. АрмНИИНТИ.- Ереван, 1990.- № 520I.-4 с.

Подписано в печать 13.12.91 г. Объем 1 п. л. Тир. 100 экз. Зак. 2183.

Тип. НПИ, 346400 г. Новочеркасск Рост. обл., ул. Просвещения, 132.

1933

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

2