

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГОРНАЯ АКАДЕМИЯ УКРАИНЫ

На правах рукописи

ГУМЕНИК Илья Львович

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ
РАЗРАБОТКОЙ И ПОТРЕБЛЕНИЕМ
ПОПУТНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
НА КАРЬЕРАХ УКРАИНЫ**

Специальности: 05.15.03 «Открытая разработка
месторождений полезных ископаемых»

11.00.11 «Охрана окружающей среды
и рациональное использование природных ресурсов»

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



00755972 (Z)

AB 37.258

Робота виконана в Государственной горной академии Украины.

Науцний консультант – доктор технічних наук, професор, лауреат
Государственных премий Украины
Новожилов Михаил Галактионович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Близнюков Виктор Григорьевич;
доктор технических наук, профессор
Прокопенко Василий Иванович;
доктор технических наук
Шпортько Валентин Петрович

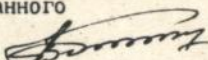
Ведущая организация – Институт проблем природопользования и
экологии Национальной академии наук
Украины /г.Днепропетровск/.

Зашита состоится "29" ноября 1994 г. в 14⁰⁰ часов
на заседании специализированного совета Д 03.06.01 при Государст-
венной горной академии Украины.

Адрес: 320600, ГСП, г.Днепропетровск, пр.К.Маркса, 19.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Автореферат разослан " _____ " _____ 1994 г.

Ученый секретарь специализированного
совета, канд.техн.наук, с.н.с.  А.В.Зберовский

ЛННБ ім. В. Стефаніка
АН України

АВ - 5-1.258
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Реализация намеченного в Украине курса на повышение эффективности общественного производства и усиление социальной ориентации в развитии народного хозяйства неразрывно связана с решением проблемы рационального использования природных ресурсов. Проводимая в стране экономическая реформа направлена на создание хозяйственного механизма, основанного на преимущественном применении экономических методов и стимулов, и предполагает широкое внедрение рыночных отношений. К числу сфер, где необходимо использовать как экономические, так и административные методы управления, относится добыча и использование минерального сырья. Это вызвано тем, что состояние окружающей среды во всех горнопромышленных регионах Украины характеризуется как кризисное. Причина заключается не только в высокой концентрации горных разработок на ограниченной территории, но и в высокой степени их отходности. Выход попутных продуктов и отходов производства составляет более 1,5 млрд. т в год. Около 40% из них образуется при открытой разработке месторождений, большая часть которых представлена попутными продуктами горнодобывающих предприятий Никопольского марганцеворудного, Криворожского железорудного, Предкарпатского сероносного и Днепровского бурогоугольного бассейнов. Использование же попутного минерального сырья составляет всего 3-5%. Поэтому обоснованное вовлечение его в минерально-сырьевую базу горнопромышленных регионов позволит на такую же величину уменьшить количество крупнотоннажных отходов. Тогда отпадает необходимость в строительстве новых специализированных карьеров по добыче аналогичного сырья. Использование попутных полезных ископаемых (ПИИ) по оценкам специалистов позволит сократить объем добываемой горной массы на 20-25% и снизить себестоимость горнодобывающей продукции на 10-15%.

В настоящее время и в будущем объемы добычи ППИ при открытой разработке месторождений будут превышать народнохозяйственную потребность в их утилизации. В этой связи уже сейчас необходимо предусмотреть возможность раздельного складирования каждого вида сырья и разработать способы сохранения его качественных характеристик на будущее, т.е. осуществить целенаправленное формирование техногенного месторождения (ТМ). При этом на территориях горнопромышленных регионов необходимо осуществлять специальное экологическое управление добычей основного и попутного минерального сырья.

В этой связи, создание научных основ управления добычей и потреблением попутных полезных ископаемых на карьерах Украины является актуальной научной проблемой, имеющей большое народнохозяйственное и социальное значение.

Цель работы - создание теоретических основ управления разработкой и потреблением попутных полезных ископаемых на карьерах при комплексном освоении месторождений минерального сырья Украины.

Идея работы заключается в том, что комплексное освоение месторождений карьерами должно базироваться на оптимальных решениях по технологии селективной выемки ППИ и формированию из них ТМ, разработке организационного механизма экологического управления использованием и размещением основного и попутного минерального сырья с приоритетным потреблением последнего.

Методология и методика исследований предмета и объекта включают в себя системный анализ взаимосвязей между задачами управления комплексным освоением месторождений, обобщение передовых достижений науки и практики, технико-экономический анализ, научное классифицирование, графоаналитический, экономико-математическое и имитационное моделирование, лабораторный и промышленный эксперименты.

Основные научные положения, защищаемые автором .

1. Основой интенсификации комплексного освоения месторождения разнородных минеральных ресурсов является то, что основные и попутные полезные ископаемые должны рассматриваться как равнозначные компоненты минерально-сырьевой базы горнопромышленного региона. При этом эффективность его освоения устанавливается по максимальному значению обобщенного горнотехнического показателя, имеющего параболическую зависимость от суммарной величины экономии минеральных, земельных и материальных ресурсов, полученной в результате отказа от строительства новых специализированных карьеров.

2. Управление потреблением полезных ископаемых следует производить на основе сквозного планирования объемов работ от их разведки до добычи и переработки; планирование должно базироваться на системе межотраслевых региональных балансов удовлетворения потребностей в каждом виде сырья с учетом замены традиционного сырья на ППИ в текущем периоде и формированием техногенных месторождений - на перспективу.

3. Достижение нормативной производительности комплексов горнотранспортного оборудования при селективной выемке попутных полезных ископаемых определяется выявленной областью их рационального применения. Нижний предел этой области представляет собой степень селекции выемочного оборудования, верхний - определяется его линейными параметрами во взаимосвязи с горногеологическими условиями залегания разрабатываемых ископаемых.

4. Полнота использования минерально-сырьевой базы региона обеспечивается путем разработки новых специальных технологических приемов формирования техногенных месторождений; технология их складирования должна базироваться на одновременном учете требований экологической чистоты, сохранения технологических свойств, обеспечения эффективности повторного извлечения.

5. На территориях горнопромышленных регионов необходимо осуществлять специальное экологическое регулирование добычей основного и попутного минерального сырья. Оно должно базироваться на разработанных экономико-математических моделях регионального рынка минерального сырья, учитывающих интересы производителей и потребителей сырья и возможность дотирования экологически чистых и ресурсосберегающих производств со стороны региональной администрации; при этом среднерыночная цена на минеральное сырье пропорциональна логарифму отношения спроса и предложения на данный вид сырья.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается применением фундаментальных положений теории и практики открытых горных работ и охраны окружающей среды; использованием апробированных методов математического и технико-экономического моделирования; сопоставимостью результатов теоретических исследований по определению производительности горнотранспортного оборудования при селективной выемке ППИ с натурными измерениями (расхождение не превышало 10-15%); экспериментальной проверкой результатов исследований в промышленных условиях, а также их внедрением как в государственные плановые документы и отдельные проекты, так и в технологии разработки на действующих карьерах крупнейших горных регионов Украины.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- предложена концепция переориентации минерально-сырьевой базы региона на использование ППИ, базирующаяся на: равнозначности ее составляющих - первичного сырья и ППИ; межотраслевом характере потребляемых ресурсов; взаимозаменяемости не только сырья, но и продукции, изготовляемой из него;
- сформулированы основные положения прогнозирования потребности народного хозяйства в минеральном сырье, основанные на еди-

ном методологическом подходе к составлению отраслевых и территориальных прогнозов, учитывающие избыточность отдельных видов сырья в горнопромышленных регионах и необходимость их складирования на перспективу путем создания ТМ;

- установлены закономерности изменения производительности горнотранспортного оборудования в зависимости от горнотехнических условий и мощности селективно разрабатываемых ППИ, позволяющие с учетом физико-механических свойств и условий залегания ППИ определять степень селекции выемочного оборудования, его тип и технологическую схему выемки;

- разработана классификация техногенных формирований с учетом их назначения, отличающаяся тем, что уже в период производства горных работ позволяет предусмотреть систему управления процессом ликвидации негативных экологических последствий при разработке месторождений;

- обоснованы основные принципы формирования ТМ, предложены критерии количественной оценки совместимости различных ППИ под воздействием окружающей среды при складировании в ТМ, учитывающие факторы выветривания, выщелачивания, карбонатизации, устойчивости по углу естественного откоса и величине усадки;

- установлены основные закономерности усадки различных ППИ при формировании ТМ, использование которых при расчетах обеспечивает горизонтальную поверхность его слоев;

- разработаны основные положения экономико-математического моделирования регионального рынка минерального сырья, использование которых позволяет осуществлять экологическое управление добычей основного и попутного минерального сырья в горнопромышленном регионе; определены основные функциональные взаимосвязи изменения среднерыночной цены на минеральное сырье в зависимости от спроса и предложения его на региональном рынке, установлен закон ее рас-

пределения;

- разработаны методические положения по оптимизации освоения минерально-сырьевых ресурсов горнопромышленного региона путем формирования схемы рационального использования и размещения минерального сырья, использование которой позволяет совершенствовать структуру баланса производства и потребления минерального сырья с учетом приоритетного использования ППИ.

Практическое значение работы:

- разработана методика формирования минерально-сырьевого баланса региона при использовании ППИ, в основу которой положена система сквозных прогнозов от разведки до добычи и переработки сырья, позволяющая формировать оптимальную структуру использования минерального сырья спецпредприятий и ППИ в условиях перехода к рыночным отношениям;

- выполнен цикл оптимизационных расчетов для альтернативных вариантов структуры баланса на примере минерально-сырьевой базы производства керамзитового гравия на территории Украины, что позволило предложить эффективный вариант развития его потребления и производства в текущем периоде и на перспективу;

- на основании предложенной систематизации залежей ППИ и установленных закономерностей влияния селективной выемки на эффективность работы различного горнотранспортного оборудования выявлены рациональные области его использования при разработке технологии селективной выемки ППИ для конкретных горногеологических условий месторождений горнодобычных регионов Украины;

- разработана методика и создана установка для экспериментального моделирования воздействия окружающей среды на заскладированные в ТМ ППИ, отличающаяся тем, что интенсификации процесса способствует механическое перемешивание пород с искусственно нарушенной структурой, а также борботаж углекислого газа; установлено,

что для получения достоверной информации достаточно 5 часов эксперимента;

- обоснованы критерии эффективности создания ТМ, позволяющие на различных стадиях оценить технологическую и экономическую возможность формирования ТМ определенного типа, а также определить объемы и виды ПШИ, которые должны складироваться в ТМ в заданной последовательности, в определенный интервал времени, выбранным технологическим приемом. Разработана технология формирования ТМ из одного, двух, трех и четырех ПШИ с использованием мобильного оборудования, техники циклического и непрерывного действия;

- впервые разработана последовательность формирования рынков минерального сырья с приоритетным использованием ПШИ на региональных уровнях различного масштаба и предложена экономико-математическая модель его формирования, использование которой позволяет обеспечить необходимой информацией всех заинтересованных в минеральном сырье субъектов хозяйствования, а также региональные административные органы управления;

- разработаны конкретные схемы рационального использования и размещения минерального сырья Никопольского марганцеворудного, Криворожского железорудного, Предкарпатского сероносного и Днепровского бурогоугольного бассейнов с учетом приоритетного использования ПШИ; установлено, что технологически возможные объемы добычи ПШИ до 2010 г. составляют около 1,5 млрд.м³, в т.ч. объем складирования их в ТМ для использования на перспективу может составить более 100 млн.м³.

Апробация работы. Основные положения работы и ее отдельные разделы докладывались и получили одобрение на координационных совещаниях институтов соисполнителей заданий 02.01.НЗ и 02.01.Н4 (Алма-Ата, 1987, 1988 гг.); на Всесоюзных научно-технических кон-

ференциях по проблемам комплексного освоения месторождений полезных ископаемых (Москва, 1985, 1987, Донецк, 1987 г., Днепропетровск, 1989 г.); на республиканских конференциях (Таллин 1980 г., Днепропетровск, 1983, 1992, 1993 гг., Киев, 1985, 1986, 1988 гг., Усть-Каменогорск, 1989 г., Ивано-Франковск, 1992 г.); на научно-технической конференции "Экологические проблемы горного производства" (Москва, 1993 г.) и на I Международной научно-технической конференции "Проблемы экологического мониторинга и охраны труда" (Севастополь, 1993 г.); на технических советах ИнГОКа, СевГОКа, МГОКа, РПО и ЯПО "Сера", ПО "Александрияуголь", в институтах НИГРИ, Криббаспроект, Джгипроруда, Гиредмет, НИПИСера, ИПКОН РАН, МГИ, ГИГХСе, СОПС НАН Украины, ИГТМ НАН Украины.

Личный вклад автора в разработку научных результатов, вынесенных на защиту, состоит в формулировании цели, научных положений и задач исследований, разработке концепции переориентации минерально-сырьевой базы горнопромышленного региона на использование попутных полезных ископаемых, теоретическом обосновании технологических решений по селективной выемке ППИ и разработке основных принципов формирования ТМ, разработке экономико-математической модели формирования регионального рынка минерального сырья и методических положений по формированию схемы рационального использования и размещения минерального сырья горнопромышленного региона, внедрении результатов исследований в государственные и отраслевые нормативные и методические документы, а также при разработке конкретных технологических схем селективной выемки ППИ и формированию из них ТМ в крупнейших горнодобывающих регионах Украины.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 102 работы, в том числе 14 авторских свидетельств и получен 1 патент.

Объем, структура работы. Диссертация состоит из введения, восьми глав и заключения, изложенных на 288 страницах машинописного текста, содержит 45 рисунков и 52 таблицы, библиографический список использованных источников из 171 наименований и приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Оценка изученности проблемы комплексного освоения месторождений и создания методологических основ повышения эффективности горного производства показала, что значительный вклад в ее решение внесен коллективами Днепропетровского, Криворожского, Ленинградского, Московского, Свердловского и др. горных вузов, а также научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов: ИГД им. А.А.Скочинского, ИПКОН РАН, УкрНИИпроекта, НИИГМА, ГИГХСА, ИГТМ НАН Украины, ИПЭ НАН Украины, СОПС НАН Украины, ИГД АН Республики Казахстан, Южгипроруды, Центрогипрошахта, Гипроруды, ИГД СО РАН, АНХ СССР. Особое место среди этих работ по теоретической и практической значимости занимают труды академиков М.И.Агошкова, Н.В.Мельникова, В.В.Ржевского, докторов технических наук М.Г.Новожилова, Е.Ф.Шешко. Существенный вклад в решение этой проблемы внесли В.П.Аксенов, Ю.И.Анистратов, Ю.А.Астафьев, Ю.И.Беляков, В.Г.Близнюков, В.Ф.Бызов, К.Е.Виницкий, В.Д.Горлов, Ф.Г.Грачев, А.Ю.Дриженко, В.С.Мищенко, М.Е.Певзнер, В.И.Прокопенко, Е.И.Панфилов, Г.В.Секисов, Л.И.Солодовник, П.И.Томаков, К.Н.Трубецкой, В.Н.Уманец, Г.А.Холодняков, А.В.Хохряков, В.С.Хохряков, Ю.А.Чернегов, М.С.Четверик, А.Г.Шапарь, В.П.Шпортько и др.

Этими и другими исследованиями были заложены фундаментальные основы теории открытых горных работ в области комплексного освоения месторождений полезных ископаемых. Менее полно представлены исследования, посвященные разработке методов регулирования исполь-

зования ППИ в условиях рыночных отношений. Эти работы отражают два направления исследований. Во-первых, разрешение острейшего экономического кризиса при использовании природных ресурсов (А.А.Голуб, А.А.Арбатов, О.Ф.Балацкий, К.Г.Гофман, И.З.Каганович и др.), во-вторых, — обоснование комплексного использования ресурсов из отходов (О.И.Бент, Г.С.Карпов, Г.Т.Кирокосян, М.К.Клубничкин, М.Э.Кябси, В.С.Мищенко, Д.В.Яковец и др.).

Анализ имеющегося значительного мирового опыта регулирования использования минерально-сырьевых ресурсов показал, что существует две области регулирования: государственная (исследования Е.Домар, А.Маршалль, Ф.Перру, А.Пигу и др.) и государственная с дополнением системой стимулирования (исследования У.Баумоль, А.Низ, А.Фриман и др.).

Таким образом, анализ состояния проблемы показывает, что существуют значительные резервы в эффективном использовании ППИ, что в соответствии с целью позволило сформулировать следующие задачи исследований:

1. Разработать основные методологические положения переориентации развития минерально-сырьевой базы различных отраслей народного хозяйства горнопромышленного региона на использование ППИ.
2. Разработать методологию прогнозирования потребности народного хозяйства региона в минеральном сырье с учетом ППИ.
3. Установить основные закономерности изменения производительности горнотранспортного оборудования в зависимости от горно-технических условий и мощности селективно разрабатываемых ППИ, разработать рациональную технологию их селективной выемки.
4. Обосновать основные принципы формирования техногенных месторождений, разработать технологию складирования минерального сырья, обеспечивающую минимальный ущерб окружающей среде, сохран-

ность промышленных свойств сырья и эффективную повторную выемку.

5. Разработать последовательность формирования регионального рынка минерального сырья и методические положения по оптимизации освоения минерально-сырьевых ресурсов региона путем обоснования схем рационального использования и размещения минерального сырья в текущем периоде, а также для складирования его в ТМ на перспективу.

Комплексное использование ППИ является одним из важнейших элементов оптимизации функционирования сырьевой базы в рамках общей стратегии рационального использования минеральных ресурсов. Особое значение решение этой проблемы имеет в отдельных регионах, где высокая концентрация горных разработок на ограниченной территории всегда вызывает острые экологические проблемы.

В соответствии с этим возникает необходимость создания концепции экологически обоснованной стратегии и тактики освоения минерально-сырьевой базы Украины в целом и отдельных ее горнопромышленных регионов.

Предлагаемый методологический подход к оптимизации освоения минерально-сырьевой базы основывается на следующих принципах: равнозначности обеих ее составляющих – первичного сырья и ППИ; избыточности в конкретных видах ППИ по отдельным регионам, когда ежегодный объем их попутной добычи значительно превышает планируемый текущий объем потребления; взаимозаменяемости не только сырья, но и продукции, изготовленной из него; прогноз объемов добычи ППИ базируется на перспективных планах и прогнозе развития производства по основным видам полезного ископаемого. Их разведка, добыча и переработка должны рассматриваться в единой технологической цепи с основным полезным ископаемым.

Общая схема формирования структуры оптимального баланса выглядит следующим образом.

1. Выполняются оценочные расчеты базовой цены на данный вид сырья.

2. Выполняется построение таблицы рейтингов производственных связей. Рейтинг производственной связи имеет смысл сводного показателя технологических и экономических характеристик потребляемого сырья. Каждой характеристике приписывается весовой коэффициент, отражающий значимость этого параметра для потребителя.

3. Выполняется распределение заказов на поставку сырья. Заказы распределяются на основании рейтингов производственных связей, учитывающих в том числе и транспортные издержки. Лучшим считается поставщик с максимальным рейтингом.

Формирование оптимального баланса производства и потребления минерального сырья осуществляется последовательным отбором пар "поставщик-потребитель" с наибольшим значением рейтинга связи. Отобранная по этому признаку пара проверяется по объему поставок и потребления. Итерации перебора выполняются до тех пор, пока не будет исчерпан спрос или предложение на поставку сырья.

Для реализации предложенной методики формирования оптимального баланса разработана имитационная модель, позволяющая установить рейтинг j -го поставщика по отношению к i -му потребителю

$R_{ij} = N_{ij} Q_j$, где N_{ij} - нормированная величина общих затрат

$$N_{ij} = \frac{m_{i,j} \times (Z_{oij}) - Z_{oij}}{m_{i,j} \times (Z_{oij}) - m_{i,j} (Z_{oij})} Z_{oij};$$

Z_{oij} - общая стоимость единицы объема сырья франко-потребитель
 $Z_{oij} = Z_i + Z_{trij}$, Z_i - цена сырья; Z_{trij} - расходы на транспортирование единицы объема сырья от j -го поставщика i -му потребителю; Q_j - рейтинг потребительских свойств сырья j -го поставщика

$$Q_j = \frac{\sum_{z=1}^L \dot{j}_{zj} B_{zj}}{\sum_{z=1}^L B_{zj}},$$

\dot{j}_{zj} - нормированная величина качественно-технологических параметров сырья j -го поставщика

$$\dot{j}_{zj} = \frac{\max(K_{zj}) - K_{zj}}{\max(K_{zj}) - \min(K_{zj})},$$

B_{zj} - потребительские свойства j -го поставщика; K_{zj} - показатель качества j -го поставщика.

Реализация имитационной модели баланса производства и потребления минерального сырья осуществляется с использованием разработанного комплекса программы, состоящего из четырех программных модулей и командного файла. Выполненный с его использованием цикл оптимизационных расчетов альтернативных вариантов структуры баланса на примере минерально-сырьевой базы производства керамзитового гравия на территории Украины позволил обосновать эффективный вариант развития производства керамзитового сырья в текущем периоде и на перспективу. Установлено, что наиболее рациональным является добыча его как основного на Орловском месторождении и как попутного на месторождениях ОГОКа и МГОКа.

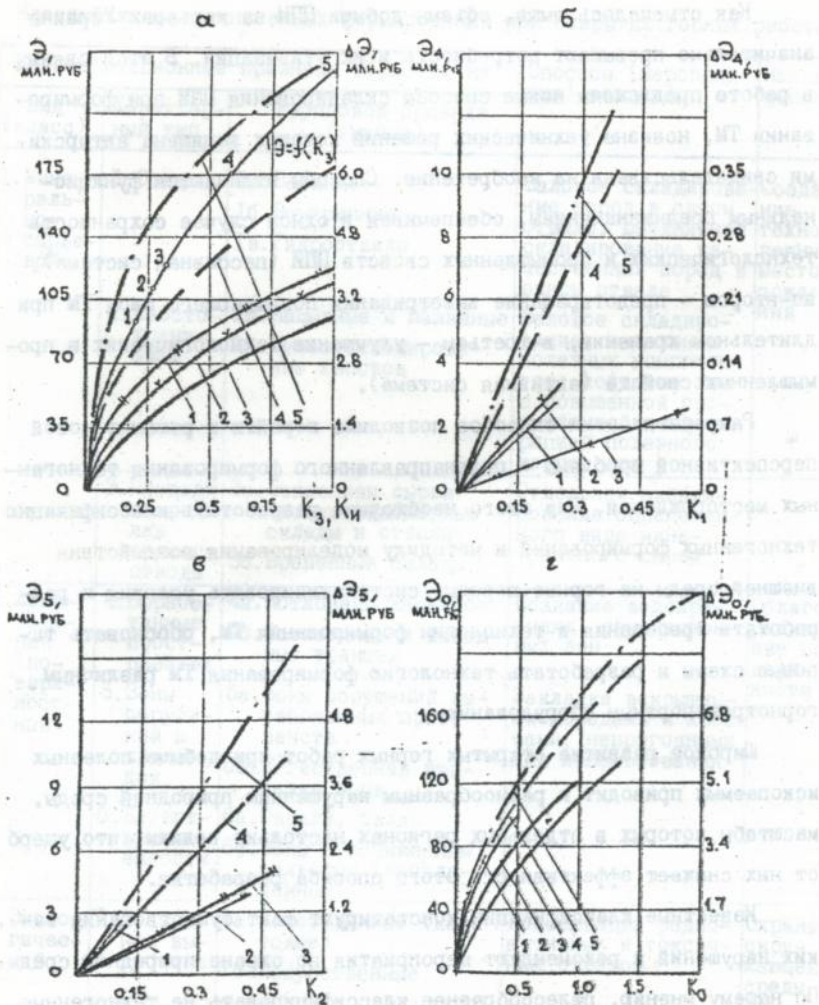
Вовлечение в переработку ПШИ позволяет отказаться от строительства новых специализированных карьеров. При этом основными экономическими показателями, обуславливающими эффективность использования ПШИ являются уменьшение капитальных затрат на приобретение оборудования для специализированных карьеров \mathcal{E}_1 и на производство горнокапитальных работ \mathcal{E}_2 , эксплуатационных затрат \mathcal{E}_3 , затраты на земельные отводы под карьеры \mathcal{E}_4 и отвалы \mathcal{E}_5 . В работе обоснована сопоставимость экономических показателей со следующими

горнотехническими показателями: изменение площадей соответственно под карьеры $K_1 = f(\vartheta_1)$ и отвалы $K_2 = f(\vartheta_2)$, степень использования минерального сырья $K_3 = f(\vartheta_1 + \vartheta_2 + \vartheta_3)$. Общая эффективность комплексной разработки месторождения оценивается обобщенным горнотехническим показателем $K_0 = f(K_1, K_2, K_3) \rightarrow \max$, а суммарный экономический показатель $\vartheta_0 = f(\vartheta_1 + \vartheta_2 + \vartheta_3 + \vartheta_4 + \vartheta_5) = f(K_0) \rightarrow \max$.

Приведенная методика позволяет оперативно и с достаточной степенью точности определить эффективность при отказе от строительства специализированных карьеров и комплексном освоении месторождения. На рисунке представлены зависимости изменения экономических показателей освоения месторождений от горнотехнических для условий Кривбасса при использовании скальных пород для производства щебня, из которого видно, что максимальный экономический эффект будет получен при комплексном использовании ППИ СевГОКа.

Особую актуальность при комплексном освоении месторождений приобретают вопросы попутной добычи сырья из пластов малой мощности или сложным строением залежи, расположенных в толще вскрышных пород. Выемка этих пород селективно приводит к существенному изменению технологии разработки и ее параметров.

В этой связи для горнотехнических условий месторождений Украины выявлены закономерности и зависимости влияния попутной добычи на параметры разработки, что позволило установить степень селективности для различных типов выемочного оборудования: техники циклического действия (ЭКГ-5А, ЭКГ-8И, ЭКГ-12,5 - 2,4-3,1 м; ЭШ-10/70, ЭШ-14/75, ЭШ-15/90 - 0,5-1,2 м); роторных экскаваторов (с невдвигной стрелой - 4-5 м, с выдвигной - 2-3 м); мобильного оборудования (погрузчики и скреперы - 0,1-1,5 м). Это позволило определить рациональные области применения технологических схем селективной разработки ППИ при различном сочетании горнотранспортного оборудования.



Зависимость изменения экономических показателей комплексного освоения месторождений от горнотехнических: 1, 2, 3, 4, 5 - соответственно для ЛГОКа, ИнГОКа, НКГОКа, ЦГОКа и СевГОКа

Как отмечалось выше, объемы добычи ППИ на карьерах Украины значительно превышают потребность в их утилизации. В этой связи в работе предложены новые способы складирования ППИ при формировании ТМ, новизна технических решений которых защищена авторскими свидетельствами на изобретение. Способы отличаются функциональным назначением, обеспечивая в одном случае сохранность технологических и промышленных свойств ППИ (пассивная система), во-втором – предотвращение выветривания покрывающего слоя ТМ при длительном хранении, в-третьем – улучшение технологических и промышленных свойств (активная система).

Разработка этих способов позволила перейти к решению новой перспективной проблемы – целенаправленного формирования техногенных месторождений. Для этого необходимо разработать классификацию техногенных формирований и методику моделирования воздействия внешней среды на горные породы, систематизировать условия и разработать требования к технологии формирования ТМ, обосновать типовые схемы и разработать технологию формирования ТМ различным горнотранспортным оборудованием.

Широкое развитие открытых горных работ при добыче полезных ископаемых приводит к разнообразным нарушениям природной среды, масштабы которых в отдельных регионах настолько велики, что ущерб от них снижает эффективность этого способа разработки.

Известные классификации констатируют факт существования таких нарушений и рекомендуют мероприятия по охране природной среды. По нашему мнению, целесообразнее классифицировать не техногенные нарушения, а техногенные формирования, так как при этом можно управлять процессом их создания в соответствии с основным назначением. Все возможные техногенные формирования в процессе ведения открытых горных работ или после их завершения предлагается разделить на три вида: минерально-сырьевые, ландшафтные, экологические (таблица).

Классификация техногенных формирований при открытых горных работах

Классификационные признаки образования			Способы (мероприятия) создания	Назначение
Вид (класс)	Характерный тип	Групповой признак (группа)		
I. Минерально-сырьевой	1. Отвалы	1а. Внешние	Валовое складирование пород в одном отвале; раздельное складирование качественных пород в одном отвале Валовое складирование; выделение полезных компонентов; создание зон с повышенной промышленной концентрацией полезного компонента	Создание техногенных месторождений
		1б. Внутренние		
	1в. Гидроотвалы			
	2. Хвостохранилища	2а. Намывные и наливные 2б. Сухое складирование хвостов		
II	3. Площади в пределах горного отвода	3а. Запасники сырья (полустационарные склады и отвалы) 3б. Временные склады	Отдельное складирование определенного вида минерального сырья	
II. Ландшафтный (поверхностный)	4. Выработанные пространства	4а. Котлованы карьеров	Создание водохранилищ, рекреационных зон	Облагораживание поверхности
		4б. Остаточные и въездные траншеи		
	5. Зоны обрушений и просадок	5а. Зоны обрушений выработанных пространств	Закладка вскрышными породами и хвостами, непригодными для использования	
		5б. Естественная просадка почв		
	6. Естественные емкости	6а. Овраги, балки	Создание хвостохранилищ и рекреационных зон	
		6б. Зоны с пониженным рельефом (заболоченным)		
III. Экологический	7. Подземные выработки	7а. Естественные (карстовые)	Консервация радиоактивных и токсичных отходов	Охрана окружающей среды
		7б. Искусственные		
	8. Земли, непригодные для использования	8а. Площади с почвами, непригодными для землепользования	Землевание	
8б. Поверхности внешних и внутренних отвалов		Создание хвостохранилищ и рекреационных зон		
8в. Поверхности хвостохранилищ				

Предлагаемая классификация характеризует сущность техногенных формирований и позволяет уже в процессе ведения горных работ предусмотреть систему управления процессом ликвидации определенных негативных последствий от разработки месторождений. Первый вид формирований должен быть развит наиболее широко. Его назначение - охрана недр путем создания ТМ из ППИ.

Для количественной оценки совместимости различных типов ППИ при складировании их в одном ТМ разработан критерий, использование которого позволит установить иерархическую систему (ряд) их совместимости.

Предложена трехбалльная оценочная таблица совместимости различных типов ППИ, в которой в зависимости от интенсивности изменения химических и физических свойств, каждому типу ППИ присваиваются соответствующие оценочные баллы.

Учитывая трудность оценки физико-механических и химических изменений ППИ сразу по 4 параметрам (выветривание, выщелачивание, карбонатизация и усадка) предложено производить ее по суммарному баллу изменений.

Приведенные критерии позволяют отнести конкретное ППИ к той или иной группе - устойчивые, неустойчивые и средней устойчивости. Их оценка базируется в основном на анализе химического состава и физико-механических свойств пород с ненарушенной структурой, что позволяет лишь прогнозировать изменение их свойств.

При проектировании ТМ необходимо четко представлять, каким образом будут изменяться складированные различные типы ППИ от воздействий на них окружающей среды. В этой связи разработан экспериментальный метод моделирования этих процессов. При моделировании исследуемая проба подвергалась воздействию насыщенного раствора углекислого газа в воде, получаемого непрерывным борботированием его в реакционном объеме.

В процессе эксперимента осуществлялось непрерывное механическое перемешивание исследуемой пробы в среде агентов выветривания. И еще одно принципиальное отличие разработанной методики от применявшихся ранее: вместо образцов с ненарушенной структурой исследовались предварительно измельченные пробы. Таким способом имитировалось механическое разрушение пород в процессе технологического цикла.

Выполненный цикл исследований по предложенной методике на специально созданной установке позволил установить влияние продолжительности эксперимента на изменение свойств различных ППИ. При этом установлено, что для большинства из них для получения достоверных результатов достаточно 4-5 часов эксперимента. На основании полученных при моделировании закономерностей изменения свойств ППИ разработаны рекомендации по последовательности их складирования при формировании ТМ в различных горнодобывающих регионах Украины.

Одними из основных требований при формировании ТМ являются обеспечение минимального разубоживания каждого складированного ППИ на контакте друг с другом и создание условий для эффективного их повторного извлечения. При этом очевидно, что усадка заскладированных ППИ будет различна, что затруднит обеспечение вышеизложенных требований к формированию ТМ, так как при этом не будет обеспечена горизонтальная поверхность его слоев. В этой связи предложена методика расчета процессов усадки различных ППИ при совместном складировании их в одном ТМ, использование которой позволит сформировать горизонтальную поверхность ТМ (его слоев).

Рассмотрим процесс усадки ТМ с течением времени. Естественно предположить, что величина усадки Δh пропорциональна промежутку времени Δt , давлению P и высоте ТМ h , в данный момент времени.

Высота ТМ изменяется в пределах от h_0 (высота в момент отсыпки $t = 0$) до h_{\min} (высота в момент $t \rightarrow \infty$). Следовательно, в любой произвольный момент времени t_i максимальная величина усадки, которая может происходить, начиная с этого момента до $t \rightarrow \infty$ будет равна $h_i - h_{\min}$, т.е. $-dh = k\rho(h_i - h_{\min})dt$, где k - коэффициент пропорциональности, Па⁻¹сек⁻¹.

Решая это дифференциальное уравнение с учетом начальных условий, получим уравнение поверхности отвала в зависимости от времени t .

$$h_t(x, t) = \frac{x \operatorname{tg} \alpha_0}{\rho_0} \left[(\rho_0 - 1) e^{-k\gamma \operatorname{tg} \alpha_0 t} + 1 \right],$$

где α_0 - угол естественного откоса при $t = 0$; ρ_0 - коэффициент разрыхления; γ - удельный вес складываемых пород.

Тогда уравнение поверхности сложенного "n" типов пород

$$h_n(x, t_i) = \sum_{i=1}^n \frac{\varphi_i(x)}{\rho_{oi}} \left[(\rho_{oi} - 1) e^{-k_i \gamma t_i \sum_{j=1}^n \varphi_j(x)} + 1 \right],$$

где t_i - промежуток времени от начала отсыпки i -го типа ППИ до рассматриваемого момента времени; $\varphi_i(x)$ - уравнение поверхности i -го типа ППИ, находящейся в ТМ на расстоянии x от начала отсчета.

Задача заключается в том, чтобы поверхность ТМ после окончательной усадки была бы горизонтальной, т.е.

$$\sum_{i=1}^n \frac{\varphi_i(x)}{\rho_{oi}} \left[(\rho_{oi} - 1) e^{-k_i \gamma t_i \sum_{j=1}^n \varphi_j(x)} + 1 \right] = \text{const}$$

Решая последнее с помощью ЭВМ относительно $\varphi_i(x)$ ($i = \overline{1, n}$) получим множество уравнений $\varphi_i(x)$, при которых окончательная поверхность отвала будет представлена горизонтальной плоскостью.

На основании выполненных исследований в работе обоснованы типовые технологические схемы формирования ТМ, учитывающие возможные сочетания различных видов ППИ при складировании их в одно- или двухъярусные ТМ, а также эффективную технологию повторной отработки. В основу их типизации положены следующие признаки: количество компонентов, технологический тип, количество ярусов. Это позволило приступить к разработке технологии формирования ТМ с использованием различного горнотранспортного оборудования. При этом сформулированы первоочередные задачи исследований в области формирования и последующей отработки ТМ минерального сырья: обеспечить эффективное пространственное размещение ТМ; сформировать рациональную структуру ТМ на основе эффективного размещения ППИ; обеспечить качество ППИ, исключить их смешивание; предотвратить физическое, химическое и механическое выветривание ППИ; исключить или сократить до минимума негативные экологические последствия при формировании, хранении ППИ и освоении ТМ; обеспечить высокие технико-экономические показатели производства горных работ при формировании и отработке ТМ.

При решении данных задач важное значение приобретают вопросы классификации и систематизации ТМ, условий и способов их формирования.

Для этого на основе многофакторного анализа, учитывающего организационные, геологические, технологические, горнотехнические и экономические признаки выполнена систематизация условий создания ТМ. Выделены три основных класса условий создания: назначение ТМ, условия его формирования и последующей разработки.

Приоритетность выделенных классов установлена на основе системного анализа признаков, позволяющего рассмотреть многообразие учитываемых факторов как в рамках подсистемы (класса), так и системы в целом. Более высокий иерархический уровень первого класса

объясняется тем, что на данном этапе обосновывается основной признак - назначение ТМ. Без его установления нельзя рассматривать условия формирования, которые, в свою очередь, являются определяющими для условий последующей разработки.

В первом классе выделены три группы (создание сырьевой базы; складирование отходов производства; рекультивация карьеров, отвалов, хвостохранилищ, непродуктивных земель), отражающие различия в назначении ТМ, что определяет их конструктивный вид - подгруппы (например, для группы I - внешние и внутренние отвалы, склады и т.д.), в соответствии с видом и физико-механическими свойствами складированных пород - характеристики (например, ПШИ, некондиционные полезные ископаемые и т.д.).

Во втором классе рассмотрены четыре группы (порядок размещения пород, количество складированных пород, расположение ТМ и срок хранения), отражающие основные требования к условиям формирования ТМ, что определяет выбор способа складирования (подгруппа) и его характеристику.

В третьем классе выделены две группы, отражающие условия последующей разработки ТМ (форма ТМ и способы разработки), которые определяются подгруппами (выдержанная или невыдержанная форма; селективная или валовая выемка пород) и характеристиками (форма заходки и забоя, последовательность отработки слоев).

Необходимо отметить, что в каждом конкретном случае при оценке перспектив создания ТМ должна решаться оптимизационная задача, позволяющая определять объемы и виды попутно добываемого минерального сырья, которое должно поступить в ТМ и укладываться в заданной последовательности, в определенный интервал времени, выбранным технологическим приемом.

Выбор оптимального варианта основан на применении различных критериев эффективности в зависимости от назначения ТМ, условий

формирования и разработки.

В качестве критерия оценки создания ТМ I группы принимается максимум разницы между ценностью заскладированного сырья и затратами на создание ТМ, т.е.

$$Z = \sum_{i=1}^n (C_i M_i - Z) \rightarrow \max,$$

где C_i - оптовая цена i -го вида ППИ; M_i - коэффициент учета фактора времени при сроке T отработки запасов ТМ; Z - затраты на создание ТМ.

Для ТМ второго класса критерием является снижение потерь и разубоживания ППИ при отработке ТМ, что достигается снижением площади контакта укладываемых разновидных ППИ, т.е.

$$S = \sum_{i=1}^{s-1} (S_{\text{ск}} - P \sum_{j=1}^s h_j \text{ctg} \alpha_j) \rightarrow \min,$$

где S - площадь поверхности контакта двух смежных ППИ; $S_{\text{ск}}$ - площадь основания ТМ; P - периметр основания ТМ; h_j - мощность i -го слоя ППИ; α_j - угол естественного откоса ППИ.

Для ТМ третьего класса критерием является достижение максимального коэффициента извлечения, т.е. $K_{\text{из}} = \frac{m_s - m_n}{m_s} \rightarrow \max$ где m_s - вертикальная мощность слоя; m_n - толщина теряемого слоя.

Существующие нормы технологического проектирования открытых горных работ и технологические схемы их производства практически не учитывают вопросов целенаправленного формирования ТМ, хотя при этом необходимо предусмотреть ряд отмеченных выше особенностей. В этой связи в работе обоснована и разработана технология формирования ТМ из одного, двух, трех и четырех ППИ с использованием техники циклического и непрерывного действия, а также мобильного оборудования (погрузчики, скреперы, рыхлители). Доказана возможность и эффективность их формирования блочным, послойным, траншейным и комбинированным способами.

Выбор эффективного оборудования для разработки ТМ определяется условиями залегания компонентов ТМ (количества ППИ, их пространственного размещения, мощности и т.д.), от рельефа места расположения ТМ, климатических условий, ценности занятых под ТМ земель. Наибольшие сложности возникают при необходимости первоочередной выемки ППИ, находящихся под слоем других ППИ при послойном их размещении в толще ТМ. В этой связи обоснована технология разработки ТМ различным горнотранспортным оборудованием, отличающаяся применением специальных технологических приемов, позволяющих производить выемку нижележащих ППИ из 2-х и 3-х компонентных ТМ без привлечения дополнительного оборудования.

Важной задачей является установление базовых пропорций перспективного использования в пределах одного региона сырья, производимого на специализированных предприятиях и ППИ. В современных условиях форсированного перехода к рыночному хозяйству данная задача может быть решена путем разработки информационной экономико-математической модели и последующей реализацией ее на ЭВМ. В общем виде задача может быть представлена следующим образом.

В некотором регионе имеется N_c поставщиков и N_d потребителей минерального сырья. N_c из них являются специализированными. N_d получают сырье попутно, не нанося дополнительного ущерба экологии региона, что дает им определенные преимущества с точки зрения регионального руководства, отслеживающего экологическую ситуацию в регионе.

Поскольку производственная деятельность любого производственного предприятия сводится к извлечению максимальной прибыли, то весьма важными регулирующими рычагами являются штрафы и дотации. Обозначим через X_i , где $i = 1, 2, \dots, N$, величину дотации, если $X_i > 0$, или штрафа, если $X_i < 0$, которыми можно стимулировать производственную деятельность i -го поставщика. Штрафы и дотации,

которые регулируют деятельность потребителей, обозначим через ψ_j , где $j = 1, 2, \dots, M$. Запишем данную задачу на формальном языке.

Найти векторы $\bar{X} = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ и $\bar{Y} = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_m)$, минимизирующие целевую функцию

$$\left[\sum_{i=1}^N \sum_{\ell=1}^K \alpha_{i\ell} q_{i\ell} (\Pi_{i\ell}(\bar{C}_\ell(\bar{Y}), S_{i\ell}(x_i))) - Q \right]^k \rightarrow \min,$$

при условиях:

$$\sum_{i=1}^N q_{i\ell} > Q_\ell, \ell = \overline{1, K}; \quad q_{i\ell} \leq q_{i\ell}^*, i = \overline{1, N}; \quad q_{i\ell} \geq 0$$

$$\sum_{i=1}^N x_i + \sum_{j=1}^M \psi_j \leq H; \quad x_i > -x_i^*; \quad \psi_j > -\psi_j^*$$

$$\sum_{i=1}^N \sum_{\ell=1}^K \Pi_{i\ell}(\bar{C}_\ell(\bar{Y}), S_{i\ell}(x_i)) \cdot (1+E)^t \geq \bar{\Pi}_i,$$

где $\Pi_{i\ell}$ - прибыль, получаемая i -ым предприятием от реализации ℓ -го вида сырья; $\bar{\Pi}_i$ - прибыль i -го предприятия, обеспечивающая заданный уровень рентабельности; $q_{i\ell}$ - годовой объем сырья ℓ -го вида или качества, реализованный на данном региональном рынке i -м поставщиком; $\alpha_{i\ell}$ - безразмерный эмпирический коэффициент, характеризующий степень важности производства того или иного объема $q_{i\ell}$ ℓ -го вида сырья i -м производителем; \bar{C}_ℓ - среднерыночная цена единицы реализованного ℓ -го вида сырья в данном регионе, которая может зависеть от финансовых возможностей потребителей, от транспортных затрат $\sum \psi_j$ на транспортирование единицы сырья от i -го поставщика j -му потребителю и конечно же от величины финансовых дотаций \bar{X} ; $S_{i\ell}$ - себестоимость единицы сырья ℓ -го вида для i -го поставщика, которая включает и величину компенсации экологического ущерба, наносимого i -м предприятием; Q - суммарный запланированный объем всех K видов сырья, который необходимо произвести и реализовать на региональном рынке.

$Q_{\ell} = \sum_{i=1}^N q_{i,\ell}$ - суммарный объем ℓ -го вида сырья, реализованный всеми поставщиками; $\bar{q}_{i,\ell}$ - максимально возможный объем ℓ -го вида сырья, который ограничен технологическими возможностями i -го производителя; N - общая сумма предпочтений и штрафов, которыми располагает администрация данного региона; \bar{x} и \bar{y} - величины, ограничивающие максимально возможные штрафы поставщиков и потребителей, не допуская их разорения; T - срок окупаемости соответствующих капиталовложений на производство продукции из ППИ; E - коэффициент, учитывающий эффективность получения прибыли от времени t .

Поскольку основным показателем, определяющим поведение целевой функции, является прибыль, то прежде всего необходимо решить вопрос о том, как изменяется среднерыночная цена \bar{C} , по которой фактически реализуется сырье в зависимости от спроса на него.

Закон распределения этой цены с учетом совместного действия как зависимых, так и не зависимых друг от друга факторов достаточно хорошо согласуется с распределением Пуассона:

$$P_z = \frac{(\lambda C)^z}{z!} e^{-\lambda C},$$

где λ - параметр пуассоновского распределения, равный среднему количеству (математическому ожиданию) совокупных факторов, одновременно влияющих на повышение рыночной цены данного вида сырья; z - количество факторов, действующих одновременно в данный момент.

Цена, соответствующая вероятности P_z , при этом будет равна

$$C_z = C_0 + z \Delta C,$$

где C_0 - минимальная цена; ΔC - дискретная величина, на которую повышается цена реализуемого продукта при действии одного удорожающего фактора.

Зависимость среднерыночной цены от объема сырья, поступившего на рынок, определим, применяя "теорему о среднем" к плотности пуассоновского распределения

$$\bar{C} = \bar{C}_0 \left(\ln \frac{Q}{Q^*} + 1 \right),$$

где \bar{C}_0 - среднерыночная цена данного вида сырья при сбалансированности спроса и предложения; Q^* , Q - объемы сырья, необходимые потребителям (спрос) и производимые поставщиками (предложение). Таким образом среднерыночная цена на минеральное сырье поступившее на региональный рынок от всех поставщиков пропорциональна логарифму отношения спроса и предложения на данный вид сырья.

Решение задачи осуществляется в соответствии с моделирующим алгоритмом регионального рынка сырья (стр. 28), в котором $Q_{c(i)}$ - массив объемов сырья, требующихся потребителям; $Q_{n(j)}$ - массив объемов сырья, выставяемого на продажу поставщиками; $Ц_{\min \text{ отп}}(j)$ - массив минимально допустимых для поставщиков отпускных цен; $Ц_{\max \text{ зак}}(i)$ - массив максимально допустимых для потребителей закупочных цен; $Д_{\max \text{ отп}}(j)$ - массив максимально допустимых дотаций поставщикам из бюджета на единицу продаваемого сырья; $Д_{\max \text{ зак}}(i, j)$ - матрица максимально допустимых дотаций на единицу закупаемого сырья, предусмотренная из бюджета каждому i -му потребителю для заключения сделки с каждым j -м поставщиком; $ПК_{\min \text{ пост}}(j, k)$, $ПК_{\max \text{ пост}}(j, k)$ - матрицы соответственно минимально и максимально возможных для поставщиков значений качественных признаков сырья; $ПК_{\min \text{ потр}}(i, k)$, $ПК_{\max \text{ потр}}(i, k)$ - матрицы соответственно минимально и максимально допустимых для потребителей значений качественных признаков сырья; $ЗТ(i, j)$ - матрица транспортных затрат на доставку по железной дороге I м³ сырья от каждого поставщика к каждому потребителю, $ЗТ(i, j) = a + b \cdot L(i, j)$, a , b - константы, $L(i, j)$ - матрица расстояний от каждого i -го потребителя до каждого j -го поставщика; $Ц_{\text{зак}}^{(3)}(i, j)$ - откорректированная закупоч-

$$O_{c \text{ реал.}}(i) = \sum_{j=1}^{N_{bc}} O_{c(i,j)} ; \quad K_{об}(i) = \frac{O_{c \text{ реал.}}(i)}{O_c(i)} , \quad i = \overline{1, N_A}$$

$$O_{пр \text{ реал.}}(j) = \sum_{i=1}^{N_A} O_{c(i,j)} ; \quad K_{c \text{ реал.}}(j) = \frac{O_{пр \text{ реал.}}(j)}{O_{пр}(j)} , \quad j = \overline{1, N_{bc}}$$

$$K_{c \text{ реал. б.}} = \sum_{j=1}^{N_{bc}} O_{c(i,j)} / \sum_{j=1}^{N_{bc}} O_{пр}(j) , \quad i = \overline{1, N_A}$$

$$K_{c \text{ реал. с.}} = \sum_{j=N_{bc}+1}^{N_{bc}} O_{c(i,j)} / \sum_{j=N_{bc}+1}^{N_{bc}} O_{пр}(j) , \quad i = \overline{1, N_A}$$

$$CO_{\text{реал.}} = \sum O_{c \text{ реал. б.}} / \sum O_{c \text{ реал. с.}}$$

ДАНО

ОГРАНИЧЕНИЯ

$$O_c(i) , \quad i = \overline{1, N_A}$$

$$O_{пр}(j) , \quad j = \overline{1, N_{bc}}$$

$$Ц_{\min \text{ отп.}}(j) , \quad j = \overline{1, N_{bc}}$$

$$Ц_{\max \text{ зак.}}(i) , \quad i = \overline{1, N_A}$$

$$\Delta_{\max \text{ отп.}}(j) , \quad j = \overline{1, N_{bc}}$$

$$\Delta_{\max \text{ зак.}}(i, j)$$

$$L_c(i, j) , \quad i = \overline{1, N_A} ; j = \overline{1, N_{bc}}$$

$$\left. \begin{aligned} PK_{\min \text{ пост.}}(j, k) &> PK_{\min \text{ потр.}}(i, k) \\ PK_{\max \text{ пост.}}(j, k) &< PK_{\max \text{ потр.}}(i, k) \end{aligned} \right\} , k = \overline{1, N_{ак}}$$

$$Ц_{\max \text{ зак.}}(i) + \Delta_{\max \text{ зак.}}(i, j) > Ц_{\min \text{ отп.}}(j)$$

$$+3T(i, j) - \Delta_{\max \text{ отп.}}(i, j) , \quad i = \overline{1, N_A} ; j = \overline{1, N_{bc}}$$

$$Ц_{\text{зак.}}(i, j) < Ц_{\text{зак.}}(i, j+1)$$

$$\text{Если } Ц_{\text{зак.}}^{(5)}(i, j) > Ц_{\max \text{ зак.}}(i, j) ,$$

$$\text{то } \Delta_{\text{зак.}}^{(5)}(i, j) \leq \Delta_{\max \text{ зак.}}(i, j) , \quad i = \overline{1, N_A} , j = \overline{1, N_{bc}}$$

ная цена на сырье; $Q_{с\text{ реал.}}(i)$ - общий объем реальных поставок сырья, которые удалось закупить каждому потребителю на рынке; $K_{об}(i)$ - коэффициенты обеспеченности сырьем каждого потребителя; $Q_{пр.\text{ реал.}}(j)$ - общий объем сырья, который удалось продать каждому поставщику; $K_{с\text{ реал.}}(j)$ - коэффициент реального спроса на сырье каждого поставщика; $K_{с\text{ реал. В}}$ - коэффициент реального спроса на сырье, произведенное попутно; $K_{с\text{ реал. С}}$ - коэффициент реального спроса на сырье, произведенное специально; $CO_{\text{реал.}}$ - соотношение объемов реализованного попутного и специального сырья. При этом количество всех потребителей $i = \overline{1, N_A}$, всех поставщиков попутно производимого сырья $j = \overline{1, N_B}$, всех поставщиков специально производимого сырья $j = \overline{(N_B+1), N_{BC}}$, все существенные качественные признаки сырья $k = \overline{1, N_{ок}}$.

Для реализации модели на ЭВМ разработан программный комплекс, осуществляющий пакетный режим обработки задачи. Учитывая, что реализация данной модели для реально существующих условий, ввиду отсутствия рыночных отношений, невозможна, то ее апробация была произведена для условий прогнозируемого рынка керамзитового сырья в пределах Украины, что позволило подтвердить правильность изложенного подхода.

Расчеты по приведенному алгоритму позволяют:

- региональной администрации - определить оптимальные величины дотации и штрафов производителям и потребителям, стимулирующие приоритетное использования ППИ в максимальном объеме;
- потребителям - выбрать наиболее благоприятных поставщиков;
- поставщикам - прогнозировать возможную величину прибыли и на основании этого определять оптимальные объемы производства минерального сырья.

Для совершенствования существующей структуры баланса производства и потребления минерального сырья с учетом приоритетного использования ППИ предложен методологический подход к оптимизации освоения минерально-сырьевых ресурсов горнопромышленного региона,

базирующийся на: разработанной концепции переориентации минерально-сырьевой базы на использование ППИ; предложенном методе прогнозирования потребности в минеральном сырье; сформулированных конкретных задачах для каждого субъекта хозяйствования, заинтересованного в использовании минерального сырья в условиях формирования в Украине рыночных отношений. На основании данного методологического подхода разработаны методические положения по формированию схемы рационального использования и размещения минерального сырья горнопромышленного региона, использование которых позволяет определить потенциально-возможные объемы добычи ППИ исходя из технических, технологических особенностей и ограничений селективной выемки и складирования их в ТМ при существующих системах разработки на карьерах.

"Схема..." представляет собой составную часть "Схемы развития и размещения производительных сил Украины и ее экономических районов", что предопределяет цель, задачи и методику ее формирования.

Целью схемы, как территориального прогноза, является сопоставление потребности в минеральном сырье и источников ее удовлетворения, как из специально добываемого сырья, так и ППИ крупнейших горнодобывающих регионов Украины.

Прогноз должен ориентировать хозяйственную деятельность предприятий различных отраслей промышленности и строительства на эффективное межотраслевое использование местных минеральных ресурсов, с учетом социально экологических последствий, то есть на интересы

в части комплексного и сбалансированного ее развития. Основные задачи схемы: 1) обеспечение единого подхода к народнохозяйственному, отраслевому и территориальному планированию использования минерально-сырьевых ресурсов с учетом экологического фактора; 2) формирование соотношения потребления отдельных видов минерального сырья исходя из принципов замещения сырья спецпредприятий сырьем ППИ.

Каждая "Схема..." должна содержать определенную последовательность формирования: анализируется состояние и перспективы развития и размещения предприятий - потребителей сырья, аналогичного рассматриваемому виду ППИ; анализируются состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы этих предприятий; осуществляется прогноз потребления минерального сырья и предлагаются пути приоритетного использования ППИ.

С учетом изложенного в работе обоснованы конкретные "Схемы..." и предложения по переориентации развития минерально-сырьевой базы для горнопромышленных регионов Никопольского марганцеворудного, Криворожского железорудного, Предкарпатского сероносного и Приднепровского бурогоугольного бассейнов.

Реализация результатов исследований. Основные результаты исследований использованы в государственных и отраслевых нормативных и методических документах, в т.ч. в Комплексной программе "Научно-технический прогресс и его социально-экономические последствия на период до 2005 г. по Украинской ССР", раздел "Минерально-сырьевой комплекс". Частично использованы при выполнении задания 02.01.Н4 "Разработать требования к нормам по проектированию разработки техногенных месторождений" (Постановление ГКНТ СССР от 10.03.86 № 56) и этапа 04.02.ЦДП, утвержденной Постановлением Госплана СССР № 58 от 28.04.87 г.

Предложения по интенсификации использования ППИ горнодобывающих регионов Украины дважды докладывались на заседаниях Республиканской ведомственной комиссии по экономии и рациональному использованию материальных ресурсов при Совмине Украины (1988, 1989 гг.), где были одобрены и послужили основой для выдачи соответствующих поручений Республиканским Госплану, Госснабу, Минстройматериалов и др. для их использования.

Предложения по оценке использования уровня сырья из горно-промышленных отходов приняты "Межведомственным научным советом по проблемам научно-технического и социально-экономического прогнозирования" при Президиуме АН УССР и Госплане УССР для разработки раздела "Вторичные ресурсы" "Комплексной программы научно-технического прогресса Украинской ССР на 1991-2010 гг." и СОПС АН Украины при разработке "Схемы развития и размещения производительных сил Украинской ССР и экономических районов на период до 2005 г."

Нормы экологического права по установлению статуса отдельных территорий как зон экологического бедствия включены в проект закона Украины "О статусе территории определенной как зона экологического бедствия".

Технологические решения по селективной выемке и формированию техногенных месторождений использованы в проектах реконструкции и поддержания производственной мощности ряда карьеров институтами Джгипроруда (г. Харьков), Кривбасспроект (г. Кривой Рог), НИПСера (г. Львов), институтом Гипрогражданпромстрой Госстроя Украины.

Разработаны и внедрены технологии селективной выемки тальковых сланцев на карьере ИнГОКа, неогеновых глин на Центральном карьере ЯПО "Сера", палевожелтых суглинков на разрезе "Верболозовский" и песков на разрезе "Протопоповский" ПО "Александряуголь", а также сформировано техногенное месторождение из палевожелтых суглинков разреза "Верболозовский", утверждены запасы техногенно-

го месторождения глинистого сырья в объеме 12,8 млн.м³ на отвалах Южного и Центрального карьеров РПО "Сера". Полученный при этом реальный экономический эффект составил более 2 млн.руб (цены 1988 г.).

Разработаны и внедрены рациональные схемы размещения вскрышных пород при рекультивации карьеров ВДГМК. За эту разработку автор отмечен серебряной медалью ВДНХ СССР (1987 г.). Экономический эффект составил 594,5 тыс.руб. (цены 1988 г.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации сформулированы и обоснованы положения, совокупность которых представляет теоретическое обобщение и решение крупной научной проблемы создания технологических и организационных основ управления разработкой и потреблением ППИ на карьерах при комплексном освоении месторождений минерального сырья Украины. Решение проблемы имеет важное народнохозяйственное значение в области рационального использования минерального сырья не только для Украины, но и для других регионов с развитой горнодобывающей промышленностью, так как позволяет обосновать стратегию развития минерально-сырьевой базы, рационального использования и размещения основного и попутного минерального сырья в отдельных регионах с приоритетным потреблением последнего.

Основные результаты, выводы и рекомендации заключаются в следующем.

I. Разработана концепция переориентации минерально-сырьевой базы региона на использование ППИ и предложен механизм ее реализации, базирующийся на принципах: равнозначности ее составляющих - первичного сырья и ППИ; межотраслевом характере потребляемых ресурсов; взаимозаменяемости не только сырья, но и продукции, изгото-

товленной из него. Это позволило обосновать стратегию развития добывающих и перерабатывающих отраслей в направлении ресурсосбережения.

2. Разработана методика формирования минерально-сырьевого баланса региона при использовании ППИ, в основу которой положена система сквозных прогнозов от разведки до добычи и переработки сырья, позволяющая формировать оптимальную структуру использования минерального сырья спецпредприятий и ППИ в условиях перехода к рыночным отношениям. Выполненный с ее использованием цикл оптимизационных расчетов для альтернативных вариантов структуры баланса на примере минерально-сырьевой базы производства керамического гравия на территории Украины позволил предложить эффективный вариант развития его производства и потребления в текущем периоде и на перспективу. Установлено, что наиболее рациональным является добыча его как основного на Орловском месторождении и попутного на месторождениях ОГОКа и МГОКа. При этом возможно отказаться от строительства 9 специализированных карьеров.

3. Выявлены основные закономерности влияния селективной выемки на эффективность эксплуатации различного горнотранспортного оборудования, что позволило установить степень селекции для техники циклического действия (ЭКГ-5А, ЭКГ-8И, ЭКГ-12,5 - 2,4-3,1 м; ЭШ-10/70, ЭШ-14/75, ЭШ-15/90 - 0,5-1,2 м), техники непрерывного действия (экскаваторы с неподвижной стрелой - 4-5 м, с выдвижной - 2-3 м), мобильного оборудования (погрузчики и скреперы - 0,1-1,5 м). На основании предложенной систематизации залежей ППИ и установленных закономерностей определены рациональные области использования названного оборудования при разработке технологических схем для селективной выемки ППИ для конкретных горногеологических условий месторождений Украины.

4. Разработана классификация техногенных формирований с учетом их назначения (минерально-сырьевые, ландшафтные, экологические), отличающаяся тем, что уже в период производства горных работ позволяет предусмотреть систему управления процессом ликвидации негативных последствий при разработке месторождений.

5. Разработаны принципы целенаправленного формирования ТМ, основанные на:

- предложенных новых способах складирования нескольких разновидностей ППИ, позволяющих обеспечить экологическую безопасность и сохранить или улучшить их технологические и промышленные свойства, а также создать простую и эффективную технологию выемки заскладированных ископаемых;

- предложенных критериях количественной оценки совместимости различных ППИ под воздействием окружающей среды в зависимости от назначения технологических схем складирования, учитывающих факторы выветривания, усадки, устойчивости по углу естественного откоса. Их использование позволяет интегрально оценить разные по интенсивности факторы изменения свойств заскладированных ППИ и производить выбор оптимального варианта, при котором изменение их свойств будет минимальным;

- разработанной методике экспериментального моделирования воздействия окружающей среды на заскладированные ППИ;

- разработанной методике расчета процессов усадки ППИ при складировании в ТМ, позволяющей устанавливать не только величину усадки в каждой характерной точке ТМ, но и сформировать горизонтальную поверхность его слоев, что обеспечивает минимальное разубоживание ППИ на контакте друг с другом и создание условий для эффективного их повторного извлечения;

- разработанной систематизации условий создания ТМ, учитывающей организационные, геологические, технологические и горнотехни-

ческие факторы, использование которой позволяет дать объективную оценку возможностей и особенностей их формирования;

- обоснованной возможности и эффективности формирования ТМ блочным, послынным траншейным и комбинированным способами с использованием применяемого на карьерах горнотранспортного оборудования;

- предложенной технологии повторной разработки ТМ, отличающейся применением специальных технологических приемов, позволяющих производить выемку нижележащих ППИ из двух и трех компонентных ТМ без привлечения дополнительного оборудования.

6. Впервые предложена последовательность и экономико-математическая модель поэтапного формирования рынков минерального сырья с приоритетным использованием ППИ на региональных уровнях различного масштаба, использование которых позволяет обеспечить необходимой информацией всех заинтересованных в минеральном сырье субъектов хозяйствования (производителей, потребителей, переработчиков, разработчиков технологий выемки и переработки ППИ, предпринимателей-посредников, региональную администрацию и т.д.)

7. Разработаны методические положения по оптимизации освоения минерально-сырьевых ресурсов горнопромышленного региона и конкретные схемы рационального использования и размещения минерального сырья Никопольского марганцеворудного, Криворожского железорудного, Предкарпатского сероносного и Днепровского бурогоугольного бассейнов с учетом приоритетного использования ППИ. Установлено, что технологически возможные объемы добычи ППИ в этих регионах до 2010 г. составляют около 1,5 млрд.м³, в т.ч. объем складирования их в ТМ для использования на перспективу может составить 100 млн.м³.

8. Разработаны и внедрены: технологические схемы селективной выемки ППИ на карьерах ИнГОКа и ЯПО "Сера", на разрезах ПО "Александряуголь"; рациональные схемы размещения вскрышных пород при рекультивации карьеров ВДГМК (автор настоящих исследований за эту

разработку в 1987 г. отмечен серебряной медалью ВДНХ СССР). Общий реальный экономический эффект составил более 2,5 млн. руб. (цены 1988 г.).

Основные положения диссертации опубликованы в 102 работах, в т.ч. 14 авторских свидетельств и 1 патент на изобретения. Важнейшие из них:

1. Гуменик И.Л. Добычные работы на карьерах Роздольского горнохимического комбината // Брошюра. -ЦБТИ МХП УССР. -Киев. -1970. -18 с.

2. Пчелкин Г.Д., Гуменик И.Л., Ефремов М.В. Применение роторных экскаваторов на открытых горных работах // Брошюра. -ЦБТИ МХП УССР. -Киев. -1970. -22 с.

3. Новожилов М.Г., Пчелкин Г.Д., Гуменик И.Л. Методические основы применения ЭВМ для решения технико-экономических задач // Алгоритмизация горнотехнических расчетов при открытой разработке месторождений: Учебн. пособие /Под ред. М.Г.Новожилова. -Днепропетровск. -1975. -Гл. I. -С. 4-17.

4. Гуменик И.Л. Выбор основного горнотранспортного оборудования при комбинированной системе разработки горизонтальных месторождений // Применение ЭВМ при решении горно-технических задач: Учебн. пособие /Под ред. М.Г.Новожилова. -Днепропетровск. -1976. -Гл. 3. -С. 43-54.

5. Гуменик И.Л. Определение производственной мощности карьера (при неограниченных запасах полезного ископаемого) // Применение ЭВМ при решении горно-технических задач: Учебн. пособие /Под ред. М.Г.Новожилова. -Днепропетровск. -1976. -Гл. 9. -С. 83-97.

6. Гуменик И.Л., Матвеев А.С. Использование вскрышных пород и отходов обогащения на ГСКах Кривбасса // Высокопроизводительные глубокие карьеры: Моног. /Под ред. М.Г.Новожилова. -М.: Недра, 1984. -Гл. 10. -С. 169-180.

7. Гуменик И.Л. Анализ факторов, влияющих на вскрытие Подорожненского месторождения // Сб. "Сера Предкарпатья". - Львов: Каменяр. - 1967. - С. 79-98.

8. Новожилов М.Г., Пчелкин Г.Д., Гуменик И.Л. Исследование условий рационального сочетания параметров вскрышной заходки роторного экскаватора // Изв. Вузов. Горный журнал. - 1969. - № 4. - С. 26-30.

9. Гуменик И.Л., Матвеев А.С., Корх О.Д. Рациональное размещение отвалов и складирование вскрышных пород при комплексном освоении месторождений полезных ископаемых // Изв. Вузов. Горный журнал. - 1981. - № 5. - С. 14-19.

10. Новожилов М.Г., Гуменик И.Л., Панасенко А.И. Рациональное развитие и размещение производства стеновой керамики в регионе // Изв. Вузов. Горный журнал. - 1983. - № 2. - С. 23-26.

11. Оценка эффективности комплексного освоения месторождений Кривбасса / Новожилов М.Г., Гуменик И.Л., Матвеев А.С., Маевский А.М. // Изв. Вузов. Горный журнал. - 1985. - № 6. - С. 37-42.

12. Гуменик И.Л., Матвеев А.С., Червинский В.В. Классификация физико-химической совместимости при складировании горных пород в одном отвале // Разработка рудных месторождений: Респ. межвед. науч.-техн. сб. - 1985. - Вып. 39. - С. 74-75.

13. Гуменик И.Л., Новожилов М.Г., Матвеев А.С. Проблемы комплексного использования минерального сырья при открытой разработке полезных ископаемых // Горный журнал. - 1987. - № 3. - С. 14-17.

14. Эффективность складирования отходов горного производства на внутренних отвалах карьеров Марганецкого ГОКа / Гуменик И.Л., А.С. Матвеев, В.А. Сиротюк и др. // Горный журнал. - 1987. - № 5. - С. 57-60.

15. Гуменик И.Л., Матвеев А.С., Панасенко А.И. Классификация техногенных формирований при открытых горных работах // Горный жур-

нал. -1988. -№ 12. -С. 53-56.

16. Гуменик И.Л. Целенаправленное формирование техногенных месторождений как условие охраны недр. // Охрана недр и комплексное использование минерального сырья в железорудной промышленности. -М. -1989. -С. 53-56.

17. Вацурин В.М., Гуменик И.Л., Махиня В.В. Бурый уголь: и топливо и сырье // Коммунист Украины. -1989. -№ 1. -С. 50-55.

18. Гуменик И.Л. Расчет процесса усадки отвалов при формировании техногенных месторождений // Изв. Вузов. Горный журнал. -1990. -№ 10. -С. 32-36.

19. Гуменик И.Л. О комплексном освоении месторождений минерального сырья Украины // Известия ДГИ. -М., 1990. -Вып. 1. -С.68-71.

20. Гуменик И.Л. Пути интенсификации использования минерально-сырьевых ресурсов горнодобывающих регионов // Сб. научн. тр. -Днепропетровск: ДГИ. -1990. -Вып. 2. -С. 71-75.

21. Гуменик И.Л., Хомасуридзе В.Д., Ковалев А.Р. Влияние срока существования ТМ на выбор эффективного направления рекультивации // Изв. Вузов. Горный журнал. -1991. -№ 12. -С. 23-27.

22. Гуменик И.Л., Студинский Н.М., Ковалев Р.А. Зависимость эффективности рекультивационных работ от параметров ТМ // Изв. Вузов. Горный журнал. -1991. -№ 4. -С. 27-29.

23. Гуменик И.Л., Сиротюк В.А. Разработка технологической схемы раздельной доставки ППИ при разработке глубоких горизонтов месторождений Кривбасса // Metallургическая и горнорудная промышленность. -1991. -№ 2. -С. 49-51.

24. Гуменик И.Л. Особенности моделирования воздействия внешней среды на горные породы при формировании техногенных месторождений // Metallургическая и горнорудная промышленность. -1993. -№ 1. -С. 50-52.

25. Гуменик И.Л. Математическая модель регионального рынка сырья в условиях комплексного освоения месторождений // Изв. Вузов. Горный журнал. -1993. -№ 12. -С. 40-46.

26. Регулирование природопользования в экоризисных горнопромышленных регионах /Гуменик И.Л., Решетилова Т.Б., Райхель Б.Л., Салли В.И. // Металлургическая и горнорудная промышленность. -1993. -№ 2. -С. 39-42.

27. Гуменик И.Л. Разработка ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий на базе формирования техногенных месторождений минерального сырья // Сб. "Экологические проблемы горного производства". -М.: Недра. -1993. -С. 32-34.

28. Гуменик И.Л. Концепция переориентации минерально-сырьевой базы Украины на попутные полезные ископаемые // Уголь Украины. -1994. -№ 4. -С. 23-25.

29. А.с. 937721 СССР, МКИ³, Е 21 С 41/00. Способ совместно-раздельного складирования вскрышных пород // Гуменик И.Л., Матвеев А.С., Мнушкин И.И., Червинский В.В. (СССР). -№ 2972156; Заявл. 03.07.80; Опубл. 23.06.82. -Бюл. № 23 // Открытия. Изобретения. -1982.

30. А.с. 1043303 СССР, МКИ³, Е 21 С 31/00; Е 21 F 5/11; В 65 G 3/00. Способ хранения минерального сырья в отвале /Гуменик И.Л., Матвеев А.С., Мнушкин И.И., Червинский В.В. (СССР). -№ 3397240. Заявл. 05.02.82; Опубл. 23.09.83. -Бюл. № 35 // Открытия. Изобретения. -1983.

31. А.с. 1046512 СССР, МКИ³, Е 21 С 41/02. Способ складирования горных пород ярусами /Гуменик И.Л., Матвеев А.С., Мнушкин И.И., Корх О.Д. (СССР). -№ 3457928/22-03; Заявл. 21.06.82; Опубл. 07.10.83. -Бюл. № 37 // Открытия. Изобретения. -1983.

32. А.с. 1066184 СССР, МКИ³, Е 21 F 5/00. Состав для закрепления пылящих поверхностей полиминеральных систем /Гуменик И.Л.,

Мнушкин И.И., Матвеев А.С., Егоров П.А., Жабо В.В., Сиротюк В.А., Машина А.Г. (СССР). - № 3538834; Заявл. 11.01.83; Опубл. 15.12.83. -Бюл. № 43 // Открытия. Изобретения. -1983.

33. А.с. 1170243 СССР, МКИ³, F 26 В 3/28, 3/02. Способ утилизации глиносодержащих отходов горного производства /Гуменник И.Л., Матвеев А.С., Мнушкин И.И., Корх О.Д., Мищенко А.С., Машина А.Г. (СССР). - № 3553094. Заявл. 17.02.83; Опубл. 01.04.85. -Бюл. № 28 // Открытия. Изобретения. -1985.

34. А.с. 1260528 СССР, МКИ³, E 21 C 41/00. Способ возведения ограждающих дамб хвостохранилищ на внутренних отвалах горизонтальных месторождений /Гуменник И.Л., Матвеев А.С., Сиротюк В.А. (СССР). - № 3827083; Заявл. 19.12.84; Опубл. 30.09.86. -Бюл. № 36 // Открытия. Изобретения. -1986.

35. А.с. 136649 СССР, МКИ³ E 21 F 5/06. Состав для закрепления пылящих поверхностей полиминеральных систем /Гуменник И.Л., Мнушкин И.И., Матвеев А.С., Сиротюк В.А. (СССР). - № 4087326; Заявл. 15.07.86; Опубл. 15.01.88. -Бюл. № 2 // Открытия. Изобретения. -1988.

36. А.с. 1502702 СССР, МКИ³ E 02 D 3/10. Карта для обезвоживания глинистых суспензий /А.С.Матвеев, И.Л.Гуменник, Ф.А.Мечкань, В.Г.Мищенко, В.Г.Должук. (СССР). - № 4293495; Заявл. 03.08.87; Опубл. 23.08.89. -Бюл. № 31 // Открытия. Изобретения. -1989.

37. А.с. 1763666 СССР, МКИ³ E 21 C 42/26. Способ транспортирования при циклично-поточной технологии /Гуменник И.Л., Сиротюк В.А., Ковалев Р.А. (СССР). - № 4856683; Заявл. 13.08.90; Опубл. 23.09.92. -Бюл. № 35 // Открытия. Изобретения. -1992.

38. Пат. 3852. Украина. Способ створення ложа шламсховища /Гуменник І.Л. (Україна). - № 94210007; Заявл. 15.02.93.

Всего по теме диссертации опубликовано 102 работы, в том числе 14 авторских свидетельств.

Личный вклад автора в работах, опубликованных в соавторстве (2, 3, 8, 10, 11, 13) - обработка научных данных, решение задач, анализ результатов решений; (6, 9, 12, 14, 15, 17, 21, 22, 23) - постановка задач, разработка методики исследований или экспериментов, анализ результатов; (29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38) - разработка существенных признаков изобретений.

ANNOTATION

GUMENIK I.L. Scientific bases of exploitation and consumption managing of following useful minerals. Dissertation for the degree of doctor of technical sciences in specialities 05.15.03 "Open-pit exploitation of mineral sites" and 11.00.11 "Environmental protection and rational utilization of natural resources". State Mining University of Ukraine, Dnepropetrovsk, 1994.

Theoretical bases of exploitation and consumption managing of following useful minerals in the open-pits of Ukraine are defended. It was established that complex industrial open pits exploitation of deposits has to be based on optimal solutions in technology of selective extraction and formation of technogenic sites and working-out of organizational mechanism for ecological direction of the use and distribution of the main and following minerals. The investigation results were used in state and branches normative and methodical documents. The technology of selective extraction of minerals and formation of technological sites in the open pits of Ukraine was put into industrial introduction. The real general economic effect was over 2,5 m roubles (in prices of 1988).

The scientific results are published in 102 works, including 14 author's certificates.

АННОТАЦІЯ

Гуменик И.Л. Научные основы управления разработкой и потреблением попутных полезных ископаемых на карьерах Украины. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям 05.15.03 "Открытая разработка месторождений полезных ископаемых" и 11.00.11 "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов", Государственная горная академия Украины, Днепропетровск, 1994.

Защищаются теоретические основы управления разработкой и потреблением попутных полезных ископаемых (ППИ) на карьерах Украины. Установлено, что комплексное освоение месторождений карьерами должно базироваться на оптимальных решениях по технологии селективной выемки ППИ и формированию из них техногенных месторождений (ТМ) и разработке организационного механизма экологического управления использованием и размещением основного и попутного минерального сырья. Результаты исследований использованы в государственных и отраслевых нормативных и методических документах. Осуществлено промышленное внедрение технологии селективной выемки ППИ и формирования ТМ на карьерах Украины. Реальный общий экономический эффект составил более 2,5 млн.руб. (цены 1968 г.). Опубликовано 102 научные работы, в т.ч. 14 авторских свидетельств на изобретения.

Ключові слова: попутні корисні копалини, техногенні родовища, технологія розробки, навколишнє середовище.

АВТОРЕФЕРАТ

Відповідальний за випуск А. В. Збровський.

Підрисано до друку 17.10.94. Форма- 60x84/16. Папір друкарський. Офсетний друк. Умови. друк.

арк. 2,56. Умови. фарб.-відб. 2,56. Тираж 120. Замовлення N 500. Замовлене.

Видавничо-поліграфічне орендне підприємство "Дніпро".

ВПОП "Дніпро". 320070, м. Дніпропетровськ, вул. Седова, 7.

AB 31.258

AB 31.258