

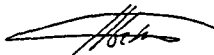
ПЫТАЛЕВ ИВАН АЛЕКСЕЕВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАРЬЕРОВ И ОТВАЛОВ,
ФОРМИРУЕМЫХ В ВИДЕ ЕМКостей ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

Специальность 25.00.22 – Геотехнология
(подземная, открытая и строительная)

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Магнитогорск – 2008

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор
Гавришев Сергей Евгеньевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Зотеев Олег Вадимович,

кандидат технических наук
Бишев Леонард Зиннатович

Ведущая организация – ОАО «Александринская горнорудная компания»

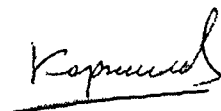
Защита диссертации состоится 19 ноября 2008 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д.212.111.02 при Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» по адресу: 455000, Челябинская область, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, малый актовый зал.

Тел.-факс: (3519) 29-84-26.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова.

Автореферат разослан «17» октября 2008 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор



С.Н. Корнилов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Основным направлением повышения технико-экономических показателей открытых горных работ в настоящее время является наращивание производственной мощности за счет использования высокопроизводительного оборудования и создания новых технологических схем разработки месторождений. При этом вскрышные породы и сформированные из них отвалы, а также выработанное карьерное пространство рассматриваются как отходы. Затраты на выемку вскрышных пород и формирование отвалов на строительных карьерах составляют до 15% от общих затрат, а на рудных карьерах, особенно при добыче руд цветных металлов, – до 90%.

В то же время проблема размещения промышленных отходов сейчас представляет собой одну из самых актуальных и жизненно важных для России экономических и экологических проблем. На территории страны накоплено свыше 80 млрд т промышленных отходов, ежегодно их образуется еще до 5 млрд т. Данная проблема может быть решена, прежде всего, за счет использования в качестве емкостей для размещения промышленных отходов карьерных выемок и отвалов вскрышных пород.

Горнодобывающее производство подошло к новому этапу развития и способно поставлять на рынок не только добываемое полезное ископаемое, но и сформированные в процессе ведения горных работ техногенные георесурсы в виде емкостей для размещения промышленных отходов. Однако имеющийся практический опыт и научно-методическая база недостаточны для обоснования параметров и способов формирования карьеров и отвалов с целью их дальнейшего использования в виде емкостей для размещения промышленных отходов.

Одной из задач современного развития горных наук в свете комплексного освоения и сохранения недр Земли является расширение области использования техногенных георесурсов. Решение данной задачи возможно за счет эксплуатации сформированных в ходе горных работ пространств в качестве емкостей для размещения промышленных отходов. Поэтому обоснование параметров карьеров и отвалов вскрышных пород, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов, является актуальной научно-практической задачей.

Цель работы: разработка методики обоснования параметров карьеров и отвалов вскрышных пород, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов, позволяющих повысить экономическую эффективность горнодобывающих предприятий, увеличить срок их функционирования и снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Идея работы: использование показателя ценности выработанного карьерного пространства и отвалов вскрышных пород при определении параметров карьеров и отвалов, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов.



Предмет исследования: выработанное карьерное пространство и отвалы вскрышных пород.

Основные задачи исследования:

- анализ тенденции формирования и использования техногенных георесурсов при ведении открытых горных работ; источников и характеристик промышленных отходов, их влияния на окружающую среду;
- исследование способов формирования выработанного карьерного пространства и отвалов в виде емкостей для размещения промышленных отходов с изоляцией последних и обеспечением устойчивости откосов;
- обоснование схем формирования карьера и отвала в виде емкостей для размещения промышленных отходов, разработка методики расчета их параметров;
- разработка математического метода расчета ценности карьеров и отвалов, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов;
- экономическое обоснование целесообразности формирования отвалов вскрышных пород в виде емкостей для размещения промышленных отходов; технико-экономическая оценка предлагаемых технологических решений.

Методы исследования: анализ опыта строительства и эксплуатации полигонов для размещения промышленных отходов, экономико-математическое, трехмерное параметрическое моделирование и обработка результатов исследований на ЭВМ с использованием специализированных программных комплексов.

Научные положения, представленные к защите:

1. Определение параметров карьеров и отвалов вскрышных пород должно осуществляться с учетом перспективы размещения в них промышленных отходов различных классов опасности. Карьеры и отвалы, сформированные в виде емкостей для размещения промышленных отходов, являются новым видом продукции открытой геотехнологии, реализация которой обеспечивает повышение эффективности функционирования горнодобывающих предприятий.

2. Выработанное карьерное пространство рационально формировать в виде емкостей для размещения промышленных отходов V и IV класса опасности, а отвалы вскрышных пород – для отходов II, III и IV классов опасности. Соблюдение экологических требований в этом случае достигается без сооружения технологически сложных противодиффузионных экранов в карьере и создания глиняных экранов при изолировании откосов и основания отвалов.

3. Ценность выработанного карьерного пространства и отвалов вскрышных пород, формируемых в виде емкостей, зависит от вместимости, допустимого класса опасности размещаемых в них отходов и затрат на их формирование. Повышение ценности достигается изменением схемы вскрытия карьера за счет сооружения внутрикарьерных площадок, обеспечивающих создание первоначального фронта работ; схем формирования отвалов путем создания дополнительного яруса, либо использования его существующего откоса; применением технологии подготовки и сооружения изолирующего слоя, учитывающей класс опасности размещаемых отходов.

Научную новизну работы составляют:

1. Математический метод расчета ценности выработанного карьерного пространства и отвалов вскрышных пород, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов, основанный на оценке вместимости данных емкостей, классе опасности размещаемых отходов и расстоянии их транспортирования.

2. Методика определения параметров карьеров и отвалов, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов различных классов опасности с учетом ценности данных объектов.

3. Зависимости приращения глубины карьера от коэффициента, учитывающего ценность карьера и отвалов, позволяющие определять эффективную глубину ведения открытых горных работ с учетом использования выработанного карьерного пространства и отвалов вскрышных пород в виде емкостей для размещения промышленных отходов.

Достоверность положений, выводов и рекомендаций подтверждается представительностью и надежностью исходных данных; сопоставимостью результатов, полученных различными методами исследований; положительными результатами применения методических положений диссертации при ликвидации карьеров «Западный» и «Восточный» горы Дальняя ГОП ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Личный вклад автора состоит в разработке методики обоснования параметров карьеров и отвалов, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов; разработке схем и алгоритма выбора способов формирования карьеров и отвалов в виде емкостей для размещения промышленных отходов, создании метода расчета ценности карьеров и отвалов.

Практическая ценность работы заключается в обосновании схем формирования выработанного карьерного пространства и отвалов вскрышных пород в виде емкостей для размещения промышленных отходов; разработанном аналитическом способе определения параметров отвалов; способе создания противофильтрационных экранов из материалов прудковой зоны хвостохранилищ.

Реализация рекомендаций. Результаты исследований использованы при разработке рекомендаций по ликвидации карьеров «Западный» и «Восточный» горы Дальняя горно-обогатительного производства ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат».

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и получили одобрение на международном научном симпозиуме «Неделя горняка» (г. Москва, 2007, 2008 гг.); IV международной научно-технической конференции «Комбинированная геотехнология: развитие физико-химических способов добычи» (г. Сибай, 2007 г.); конференции «Проблемы открытой разработки месторождений полезных ископаемых» (г. Екатеринбург, 2007 г.).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 6 печатных работах. Из них 3 в изданиях, аннотированных ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения, изложенных на 147 страницах машинописного текста, содержит 38 рисунков, 20 таблиц, список литературы из 106 наименований и 2 приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе проведен анализ тенденции формирования и использования техногенных георесурсов, источников, характеристик и способов размещения промышленных отходов, а также состояния современной методической базы комплексного использования техногенных георесурсов.

Анализ становления и развития открытых горных работ показывает, что на всем историческом протяжении добыча полезных ископаемых из недр Земли может быть условно разделена на четыре основных этапа, не считая использования только ручного труда. Данные этапы не являются явно выраженными во времени, но позволяют проследить тенденции комплексного освоения недр. На начальном этапе в разработку вовлекались крупные месторождения полезных ископаемых с высоким содержанием основного компонента и использованием высокопроизводительного горно-транспортного оборудования. В дальнейшем произошло освоение технологии добычи попутных компонентов совместно с основным. По мере развития научных подходов к ведению открытых горных работ стало возможным вовлечение в разработку мелких и средних по запасам месторождений, а также освоение комплексных месторождений. При этом выработанное карьерное пространство и отвалы горных пород по-прежнему являлись отходами производства, на которые приходилась основная доля в себестоимости продукции. На современном этапе повышение эффективности горнодобывающих предприятий возможно не только за счет наращивания производственных мощностей. Одним из возможных способов использования карьерного пространства и отвалов вскрышных пород является их формирование в виде емкостей для размещения промышленных отходов, однако это требует изменения подхода к ведению открытых горных работ.

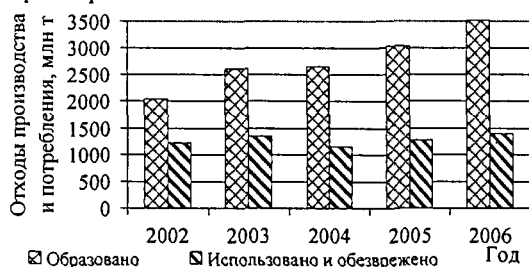


Рис. 1. Динамика образования и обезвреживания отходов производств и потребления в Российской Федерации

На сегодняшний день в Российской Федерации функционируют более 28 тыс. предприятий, являющихся источниками загрязнения окружающей среды (рис. 1). На земной поверхности площадью более 500 тыс. га размещены отходы добывающей и перерабатывающей отраслей.

На каждой стадии преобразования исходного сырья происходит образование и накопление отходов, причем класс опасности последних по мере переработки повышается. Про-

мышленные отходы либо складываются на земной поверхности, либо используются в качестве сырья для производства продукции другими предприятиями. Кроме того, в традиционном представлении отходы горного производства требуют дополнительных затрат на рекультивацию, которые включаются в себестоимость продукции, что сказывается на конкурентоспособности и экономической эффективности предприятия.

Совместное размещение отходов добывающей и перерабатывающей промышленности позволит снизить себестоимость продукции, расширить область освоения техногенных георесурсов.

Вопросам комплексного освоения недр и рационального использования природных ресурсов посвящены многочисленные работы ведущих ученых: академиков АН СССР и РАН Н.В. Мельникова, В.В. Ржевского, К.Н. Трубецкого, профессоров М.И. Агошкова, А.И. Арсентьева, С.Е. Гавришева, В.А. Галкина, О.В. Зотева, С.А. Ильина, В.В. Истомина, В.С. Коваленко, И.И. Русского, М.В. Рьльниковой, И.В. Шадруновой, Г.В. Секисова, Г.А. Холоднякова, В.С. Хохрякова и других ученых.

Вместе с тем, в отечественной практике горных работ расширение области применения способов формирования техногенных георесурсов для размещения промышленных отходов сдерживается недостаточной проработанностью вопросов, связанных с: использованием отвалов и карьеров в виде емкостей; разработкой способов изоляции отходов в теле отвалов и выработанном карьерном пространстве; обеспечением требуемого коэффициента запаса устойчивости откосов карьеров и отвалов, формируемых в виде емкостей. Решение этих задач позволит повысить эффективность и конкурентоспособность горнодобывающих предприятий, снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Во второй главе исследованы способы формирования выработанного карьерного пространства и отвалов в виде емкостей для размещения промышленных отходов; способы их изоляции, обеспечения устойчивости откосов карьера и отвала, формируемых в виде емкостей; обосновано сооружение противофильтрационного экрана из материалов прудковой зоны хвостохранилищ.

Рассматривается вопрос целесообразности использования выработанного карьерного пространства в виде емкости для размещения промышленных отходов низкого класса опасности. Осуществить засыпку карьера невозможно без дополнительных мероприятий. В связи с этим на стадии проектирования и реконструкции карьеров необходимо предусмотреть площадки для создания первоначального фронта работ по отсыпке промышленных отходов. Для размещения отходов высокого класса опасности необходимо создание изоляционных экранов, предотвращающих проникновение загрязняющих веществ в окружающую среду. Однако в этом случае практически исключается возможность ликвидации последствий непредвиденных чрезвычайных ситуаций, следовательно, в карьере целесообразно размещать отходы только низкого класса опасности.

Рассмотрено использование пород отвала для сооружения емкостей, назы-

ваемые картами, за счет формирования дамб по периметру. Карты в плане следует выполнять вытянутой формы при соотношении сторон от 1:1,5 до 1:4 с целью сокращения открытой поверхности отходов.

Формирование отвалов вскрышных пород в виде емкостей для размещения промышленных отходов требует дополнительных затрат, в первую очередь связанных с увеличением площади его основания и расстояния транспортирования пород. Сократить площадь возможно увеличением высоты и изменением соотношения сторон основания отвала. Предприятия, образуя отходы, обязаны их разместить на отведенной для этого территории. В результате происходит отчуждение земель под многочисленные отвалы. При формировании единого отвала объемом, равным сумме двух отвалов той же высоты с сопоставимыми физико-механическими свойствами, происходит сокращение суммарной площади (рис. 2). Данные зависимости получены на основе многофакторной формулы, разработанной ВНИМИ.

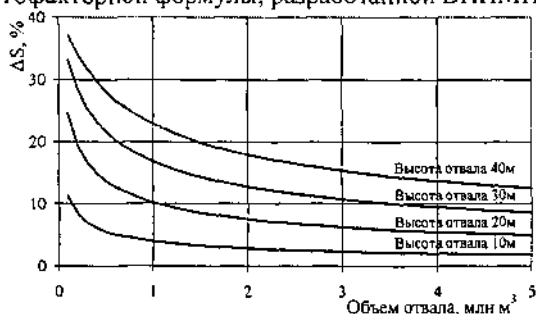


Рис. 2. Сокращение площади (ΔS) при формировании одного отвала вместо двух

при формировании промышленных отходов выполняют противодиффузионные экраны. Наиболее распространенным материалом для их сооружения являются глина и суглинки, которые, как правило, присутствуют в достаточном количестве при разработке месторождений полезных ископаемых.

Противодиффузионные экраны способны эффективно работать только в устойчивой, надежной конструкции. В выработанном карьерном пространстве контролировать целостность изоляционного материала практически невозможно, в связи с чем на стадиях проектирования необходимо предусматривать технологические решения, позволяющие избежать повреждения экрана. При формировании отвала в виде емкостей, вследствие небольшой его высоты и пологих углов откосов карт, обеспечивать и контролировать целостность экрана значительно проще. В работе автором классифицированы противодиффузионные экраны и условия их применения.

В работе обоснован способ сооружения противодиффузионного экрана из материалов донных отложений прудковой зоны хвостохранилищ. В хвостохранилищах накоплены значительные объемы мелкодисперсных хвостов, величина которых достигает десятки миллионов тонн и коэффициент филь-

Формирование отвала вскрышных пород в виде емкостей приводит к увеличению площади горного отвода, но позволяет сократить суммарную территорию для размещения промышленных отходов нескольких предприятий.

Функцию предотвращения проникновения загрязняющих веществ в окружающую среду при размещении

рации которых составляет 10^3-10^7 см/с. Намывные хвостохранилища, как правило, находятся в непосредственной близости от мест добычи пелезных ископаемых, их высота достигает 50 – 70 м. Это позволяет применять дешевый сифонный способ подачи гидросмеси, используя разность геодезических высот, или напорный гидротранспорт с использованием типовых земснарядов. При изменении консистенции твердого к жидкому в интервале 1:5 – 1:7 дальность принудительного гидротранспортирования может достигать 5 – 7 км.

Данный способ позволяет отказаться от традиционных технологий сооружения противофильтрационных экранов из грунтов – глин и суглинков, применение которых требует дополнительных затрат на подготовку материала, а также отчуждения земель различного назначения в случае разработки карьеров по их добыче.

Обеспечение целостности экранов сводится к обеспечению устойчивости откосов карьеров и отвалов. В работе классифицированы способы обеспечения требуемого коэффициента запаса устойчивости откосов карьеров и отвалов (табл. 1), которые позволяют формировать их в виде емкостей для размещения промышленных отходов с требуемым запасом прочности.

Таблица 1

Способы обеспечения требуемого коэффициента запаса устойчивости откосов карьеров и отвалов, формируемых в виде емкостей для размещения отходов

	Группа способов	Условия применения	Класс опасности отходов	Объект
Технические мероприятия	1. Механическое укрепление: контрфорсы, железобетонные сваи, железобетонные подпорные стенки	Сильнотрещиноватые, рыхлые увлажненные породы, легко ветривающиеся скальные и полускальные породы	V, IV, III	Карьер, отвал
	2. Упрочнение пород с применением: цементации, нагнетания укрепляющих растворов из полимерных материалов	Трещиноватые скальные породы с трещинами, свободными от глинистых материалов, крупнозернистые и мелкозернистые пески	IV, III, II	Карьер, отвал
	3. Изолирующие и защитные покрытия: набрызгбетон по металлической сетке, смолизация	Сильнотрещиноватые породы, склонные к интенсивному ветриванию, песчаные и гравелистые откосы	II	Отвал
Технологические мероприятия	4. Обеспечение минимального коэффициента запаса устойчивости: ускоренная выемка горной массы и размещение отходов в карьере	Крепкие скальные, необводненные породы, карьеры с небольшим периодом отработки запасов	V, IV	Карьер
	5. Комбинированное укрепление пород – сочетание механического укрепления с упрочнением или изоляцией	Сложные инженерно-геологические условия	III, II	Отвал

Сокращения затрат на создание карьерного пространства и возведения отвалов вскрышных пород в виде емкостей с целью размещения промышленных отходов и обеспечение максимального экономического эффекта от экс-

платации данных объектов достигается выбором на стадии проектирования рационального способа их формирования. Это обуславливает необходимость разработки методики определения параметров карьеров и отвалов, метода расчета их ценности, а также алгоритма выбора способа формирования в виде емкостей для размещения промышленных отходов.

В третьей главе разработаны экономико-математический метод расчета ценности карьеров и отвалов, схемы и методика определения их параметров при формировании в виде емкостей для размещения промышленных отходов.

Автором разработан экономико-математический метод расчета ценности выработанного карьерного пространства и отвала вскрышных пород, сформированных в виде емкостей для размещения промышленных отходов.

Ценность выработанного карьерного пространства, руб.:

$$C_{в.к.п} = k_{дл} \cdot \sum_{t=1}^T V_{в.к.п} \cdot \rho \cdot C_{н.отх} \cdot \eta_t - C_1 - C_2, \quad (1)$$

где $k_{дл}$ – доля нормативной платы при размещении промышленных отходов на специализированных полигонах и площадках (нами принято $k_{дл} = 0,7$); $V_{в.к.п}$ – объем выработанного карьерного пространства, м³; ρ – плотность отходов, т/м³; $C_{н.отх}$ – ставка платы за размещение i -го отхода в пределах установленных лимитов, руб./т; t – шаг моделирования, годы ($t=1, 2, \dots, T$); T – период формирования емкости, лет; η_t – коэффициент дисконтирования; C_1 – затраты на складирование отходов в карьерном пространстве, руб.; C_2 – затраты на вспомогательные мероприятия, обеспечивающие размещение отходов, руб.

$$C_1 = \sum_{t=1}^T (Z_{тр} + Z_{тр.к} + Z_{ф.о.к}) \cdot \eta_t, \quad (2)$$

где $Z_{тр}$ – затраты, связанные с транспортированием отходов от источника их образования до места их размещения в карьере, руб.; $Z_{тр.к}$ – затраты, связанные с транспортированием отходов по карьере до места их размещения, руб.; $Z_{ф.о.к}$ – затраты, связанные с отсылкой отходов в карьере, руб.

Ценность отвала, формируемого в виде емкости для размещения промышленных отходов, руб.:

$$C_{о-п} = k_{дл} \cdot \sum_{t=1}^T V_{в.м} \cdot \rho \cdot C_{н.отх} \cdot \eta_t - C_o - C_{п.э} - C_{э.к} - C_{тр}, \quad (3)$$

где $V_{в.м}$ – объем в теле отвала для размещения отходов, м³; C_o – затраты на формирование отвала в виде емкости, руб.; $C_{п.э}$ – затраты на формирование противофильтрационного экрана, руб.; $C_{э.к}$ – экологические выплаты за размещение отвальных пород, руб.; $C_{тр}$ – затраты, связанные с транспортированием отходов от источника образования до отвала, сформированного в виде емкости, руб.

$$C_o = \sum_{t=1}^T (k_{ф.о} \cdot Z_{ф.о} + Z_{зем}) \cdot \eta_t, \quad (4)$$

где $Z_{ф.о}$ – затраты на формирование традиционного отвала, руб.; $k_{ф.о}$ – коэффициент увеличения затрат на формирование отвала в виде емкости в сравнении с традиционным отвалом (1,17-1,35); $Z_{зем}$ – выплаты за занимаемую землю, руб.

В результате проведенных исследований установлено, что при увеличении класса опасности отходов с V-го на IV-й ценность выработанного карьерного пространства и емкостей в теле отвала возрастает более чем в 15 раз, а с IV-го на III-й - в 2 раза. Изменение ценности обусловлено нормативами плат за размещение отходов производств и потребления.

При размещении отходов V-го класса опасности в карьере экономически эффективное расстояние транспортирования не превышает 1,5 км при использовании автомобильного транспорта и 6 км - железнодорожного транспорта, в отвале размещение - неэффективно. При размещении отходов IV-го класса опасности в карьере расстояние транспортирования увеличивается соответственно до 12 и 48 км, а при размещении в отвале составляет 7 и 32 км. Ценность карьера и отвала, равная нулю, означает, что при реализации данных объектов затраты на их формирование в виде емкостей для размещения промышленных отходов полностью окупятся.

На стадии проектирования карьера необходимо предусмотреть использование внутрикарьерных площадок для временного формирования внутреннего отвала (рис. 3, а), а также сооружение площадок примыкания в конце стационарных съездов через каждые 2-4 уступа размером, зависящим от применяемого оборудования и достаточным для создания первоначального фронта работ по отсыпке отходов (рис. 3, б). Каждый горизонт выработанного карьерного пространства предлагается рассматривать как карту для размещения промышленных отходов. В случаях, когда размеры карты не позволяют осуществлять безопасное размещение отходов, предлагается использовать материалы внутреннего отвала для разделения горизонта на необходимое количество карт.

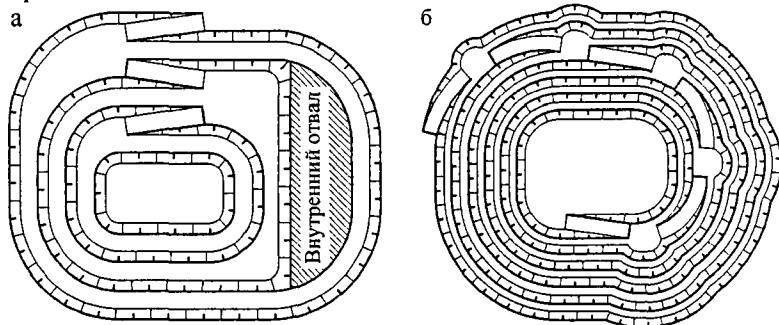


Рис. 3. Формирование карьерного пространства в виде емкостей для размещения промышленных отходов

Если разработка месторождения полезных ископаемых осуществляется при отсутствии источника промышленных отходов, но прогнозируется его появление, целесообразно вскрышные породы складировать в отвал таким образом, чтобы с минимальными затратами преобразовать их в емкости для размещения отходов введенного в эксплуатацию промышленного предприятия (рис. 4, а).

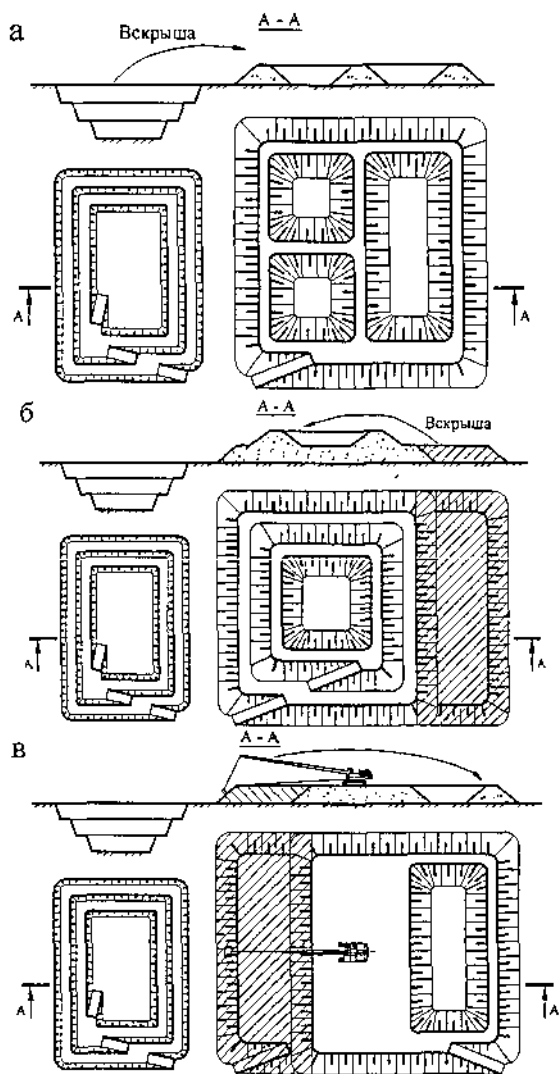


Рис. 4. Схема формирования отвалов вскрышных пород в виде емкостей

вала, по существующим транспортным коммуникациям.

Выбор способа формирования отвала и карьера в виде емкостей для размещения промышленных отходов определяется стадией функционирования горнодобывающего предприятия, источниками промышленных отходов и ценностью данных емкостей в соответствии с разработанным алгоритмом (рис. 5).

При полной обработке запасов месторождения, размещение промышленных отходов возможно с использованием существующих отвалов вскрышных пород. Формирование емкостей целесообразно осуществлять двумя способами:

1 – на отвале, с использованием материалов самого отвала, то есть в одной его части укрепляются откосы и формируется площадка, на которой будут сооружаться емкости для размещения отходов (рис. 4, б).

2 – рядом с отвалом, используя откос (рис. 4, в). Для создания емкостей осуществляется перевалка части вскрыши существующего отвала и формирование с ее использованием емкости вдоль одного из откосов. При этом целесообразно обеспечить минимальную ширину вала поверху, достаточную лишь для обеспечения одностороннего проезда автотранспортных средств, так как заполнение емкости будет осуществляться со стороны основного отвала,

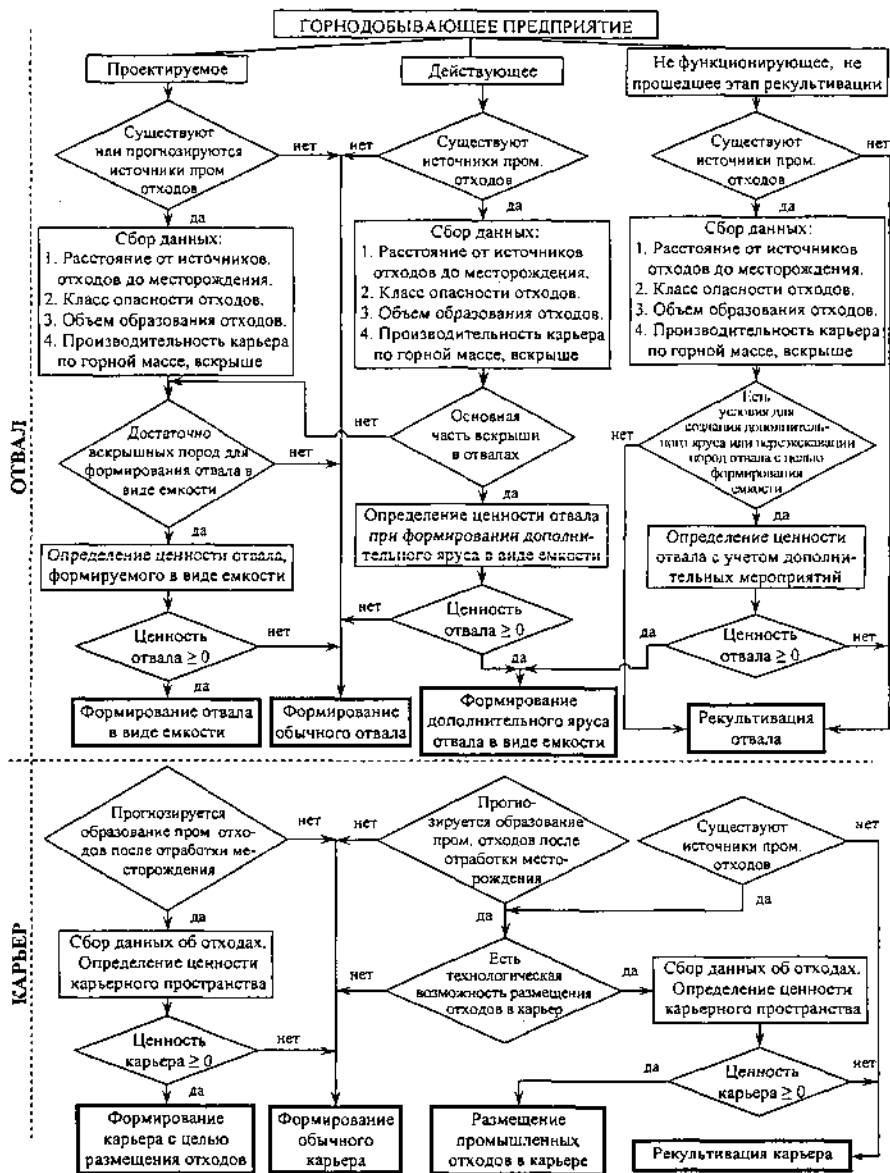


Рис. 5. Алгоритм выбора способа формирования отвала и карьера в виде емкостей для размещения промышленных отходов

В работе предложена математическая модель определения параметров отвалов вскрышных пород, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов (рис. 6). Данная модель позволяет определить высоту

$$V_{\text{з.д}} = \frac{1}{3} M_{\text{з.д}} (A'' B'' + \sqrt{A'' B'' \cdot A''' B'''} + A''' B'''); \quad (8)$$

$$V_{\text{з.в}} = (A' + L_{\text{з.в}}) \cdot (B' L_{\text{з.в}}) \cdot M_{\text{з.в}}. \quad (9)$$

Объем вскрышных пород для сооружения карты определяется по формуле

$$V_{\text{вск.п}} = V_o - V_{\text{м.з}} - V_{\text{отх}} + V_{\text{о.п}}, \quad (10)$$

где V_o – объем карты, м³; $V_{\text{о.п}}$ – объем вскрышных пород над отходами, м³.

$$V_o = \frac{1}{3} h \cdot (A^{IV} B^{IV} + \sqrt{A^{IV} B^{IV} \cdot A^V B^V} + A^V B^V); \quad (11)$$

$$V_{\text{о.п}} = (A' + L_{\text{о.п}} + L_{\text{з.в}}) \cdot (B' + L_{\text{о.п}} + L_{\text{з.в}}) \cdot (M_{\text{о.п}} + M_{\text{з.в}}) - V_{\text{з.в}}. \quad (12)$$

Обоснование параметров карьера на стадии проектирования разработки месторождения осуществляется на основе граничного коэффициента вскрыши.

Развивая идею В.С. Хохрякова, предложившего определять граничный коэффициент вскрыши с учетом попутных полезных ископаемых, предлагается дополнительно учитывать ценность выработанного карьерного пространства и отвалов вскрышных пород, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов. Это позволит расширить область комплексного использования недр при освоении месторождений полезных ископаемых открытым способом. В связи с этим формула расчета граничного коэффициента вскрыши будет следующей:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C_{\text{п}} - C_{\text{и}} + k_{\text{п}} \mu_{\text{п}} + k_{\text{з}} \cdot (C_{\text{к.п}} + C_{\text{о.п}})}{C_{\text{в}}}, \quad (13)$$

где $C_{\text{п}}$ – допустимая себестоимость добычи полезного ископаемого на данном месторождении, руб./м³; $C_{\text{и}}$ – себестоимость добычи полезного ископаемого открытым способом без учета затрат на вскрышные работы, руб./м³; $C_{\text{в}}$ – себестоимость вскрышных работ, руб./м³; $k_{\text{п}}$ – отношение объемов попутно добываемого и основного полезных ископаемых; $\mu_{\text{п}}$ – оптовая цена 1 м³ попутно добываемого полезного ископаемого, руб.; $C_{\text{к.п}}$ – удельная стоимость емкости карьерного пространства при размещении промышленных отходов, руб./м³; $C_{\text{о.п}}$ – удельная стоимость емкостей отвала, сформированного для размещения промышленных отходов, руб./м³; $k_{\text{з}}$ – коэффициент, учитывающий ценность карьера и отвалов, сформированных для размещения промышленных отходов, приводит удельные показатели стоимости карьера и отвала к ценности, рассчитанной по разработанному экономико-математическому методу с учетом затрат на их формирование и транспортирование отходов.

$$C_{\text{к.п}} = k_{\text{д}} \cdot \rho \cdot C_{\text{н.отх}}; \quad (14)$$

$$C_{\text{о.п}} = k_{\text{д}} \cdot \rho \cdot C_{\text{н.отх}} \cdot k_{\text{е}}, \quad (15)$$

где $k_{\text{е}}$ – коэффициент вместительности (емкости) отвала (0,36-0,57) в зависимости от объема вскрышных пород (1-12 млн т).

Наибольшее распространение в практике получило определение конечной глубины карьера по контурному коэффициенту вскрыши. Экономически

предельно допустимым значением глубины считается значение, при котором контурный коэффициент вскрыши равен граничному. Учет ценности карьерного пространства и отвалов вскрышных пород, формируемых в виде емкости для размещения соответственно промышленных отходов V и IV класса опасности, позволяет увеличить глубину карьера в среднем на 25% (рис. 7).

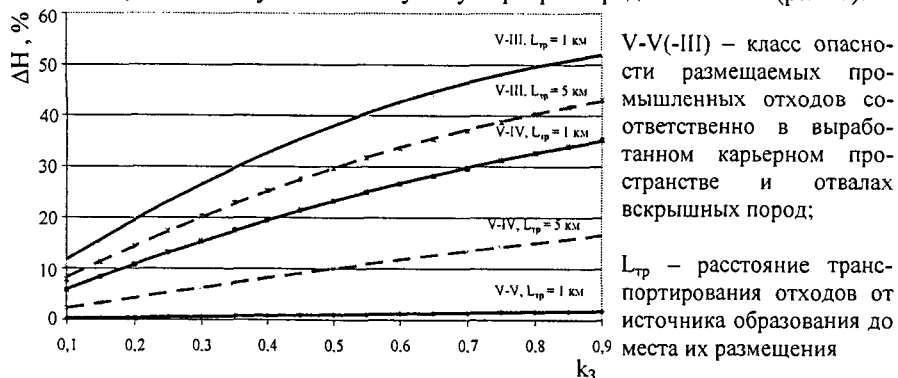


Рис. 7. Зависимость приращения глубины карьера (ΔH) от коэффициента, учитывающего ценность карьера и отвалов, сформированных для размещения отходов (k_3)

Таким образом, обоснование параметров и способы формирования карьеров и отвалов в виде емкостей для размещения промышленных отходов необходимо осуществлять на основе расчета ценности данных емкостей, что позволит получить максимальный экономический эффект при разработке месторождения, сократить негативную экологическую нагрузку в регионе и обеспечить комплексное освоение недр.

В четвертой главе экономически обоснована целесообразность формирования отвала горных пород в виде емкости для размещения промышленных отходов и произведен расчет ценности выработанного карьерного пространства и отвалов вскрышных пород ряда месторождений Челябинской и Оренбургской областей при размещении в них промышленных отходов.

Формирование отвалов вскрышных пород в виде емкостей для размещения промышленных отходов ведет к росту затрат, связанных с увеличением расстояния транспортирования породы по поверхности отвала, так как занимаемая им площадь земли возрастает в среднем на 35%, а также к увеличению платы за занимаемую внешними отвалами землю. В результате расчетов выявлено, что суммарное приращение затрат на формирование отвала в виде емкостей для размещения промышленных отходов, в сравнении с формированием обычного отвала, находится в диапазоне от 17 до 35%, в зависимости от объема вскрышных пород. Однако данные затраты составляют не более 42% от прибыли, получаемой при размещении промышленных отходов IV класса опасности.

В работе рассмотрены варианты размещения промышленных отходов IV класса опасности в ряде месторождений Челябинской и Оренбургской областей. Рекомендовано вместо ликвидации промплощадки на базе месторожде-

ния «Барсучий лог» осуществить размещение в выработанном карьерном пространстве и отвалах вскрышных пород промышленных отходов IV класса опасности предприятий, находящихся в г. Гай. При этом ежегодный расчетный экономический эффект в течение 10 лет составит 7,6 млн руб.

Аналогичные рекомендации были разработаны для месторождений «Гранитный», «Западный», «Восточный» и «Малый Куйбас». Результаты, которые могут быть получены при реализации рекомендаций, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Расчетный экономический эффект от внедрения рекомендаций на месторождениях

Месторождение	Объект	Удельная ценность, руб./м ³	Ценность, млн руб.	Расчетный годовой экономический эффект, млн руб.
«Барсучий Лог»	Карьер	5,46	57,76	5,78
	Отвал	2,08	18,33	1,8
«Гранитный»	Карьер	410,2	3 279,3	409,9
«Западный», «Восточный»	Карьер	66,8	18 165,6	270,1
	Отвал	12,5	111,6	6,2
«Малый Куйбас»	Карьер	123,7	6 726,5	258,7
	Отвал	10,8	65,2	6,5

Формирование отвалов вскрышных пород и карьерного пространства при ведении открытых горных работ в виде емкостей для размещения промышленных отходов позволяет значительно повысить эффективность функционирования горного предприятия, а в большинстве случаев продлить срок его существования за счет предоставления на рынок новых видов продукции, в частности емкостей для размещения промышленных отходов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации, являющейся законченной квалификационной работой, дано новое решение актуальной научно-практической задачи повышения эффективности функционирования горнодобывающего предприятия за счет разработки методики обоснования параметров карьеров и отвалов, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов, на основе установленных зависимостей ценности данных емкостей. Основные научные и практические результаты работы сводятся к следующим выводам:

1. В результате анализа функционирования большинства отечественных горнодобывающих предприятий установлено, что отвалы вскрышных пород, складированные на поверхности земли, практически не используются, так же как и выработанное карьерное пространство, при этом затраты на их формирование на рудных карьерах, особенно при добыче руд цветных металлов, составляют до 90% от общих затрат. Промышленные предприятия ежегодно образуют значительное количество отходов, в связи с чем использование карьеров и отвалов в качестве емкостей для их размещения является перспективным направлением повышения эффективности функционирования горнодобывающих предприятий и снижения экологической нагрузки на природную среду.

2. Классифицированы противofильтрационные экраны и условия их применения при формировании карьеров и отвалов в виде емкостей, позволяющие размещать промышленные отходы II – V классов опасности, обеспечивающие предотвращение проникновения загрязняющих веществ в окружающую среду, в соответствии с предъявляемыми требованиями.

3. Обоснован способ сооружения противofильтрационного экрана из материалов донных отложений прудковой зоны хвостохранилищ, который позволяет отказаться от традиционных технологий сооружения противofильтрационных экранов, предполагающих использование в качестве изолирующего материала природных грунтов – глины и суглинков. При расположении хвостохранилищ на расстоянии 5 – 7 км возможно создание противofильтрационного экрана на подотвальных площадях при гидроизоляции дна и откосов бортов отработанных карьеров, предназначенных для размещения промышленных отходов.

4. Классифицированы способы обеспечения требуемого коэффициента запаса устойчивости откосов карьеров и отвалов, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов, по принципу технических и технологических мероприятий. Применение данных способов позволяет сократить площади земель, нарушенные открытыми горными работами, в среднем на 10 – 15%, обеспечить целостность противofильтрационных экранов, а также запаса прочности конструкций в целом.

5. Разработан экономико-математический метод определения ценности отвала и карьера, формируемых в виде емкостей для размещения промышленных отходов, позволяющая определять целесообразность использования данных объектов. Разработан алгоритм выбора способа формирования отвала и карьера в виде емкостей для размещения промышленных отходов с целью повышения эффективности функционирования горнодобывающего предприятия.

6. Предложены схемы формирования карьеров и отвалов в виде емкостей с целью размещения существующих, текущих и прогнозируемых промышленных отходов, предусматривающие:

- сооружение площадок примыкания в конце стационарных съездов через каждые 2-4 уступа размером, зависящим от применяемого оборудования и достаточным для создания первоначального фронта работ по отсыпке отходов;
- непосредственное формирование отвалов в виде емкостей из текущей вскрыши при ведении открытых горных работ;
- формирование на отвале дополнительного яруса из материалов самого отвала. Для этого укрепляются его откосы с целью обеспечения необходимого коэффициента запаса устойчивости, и формируется площадка, на которой будет ярус в виде емкостей для размещения промышленных отходов;
- перевалку части вскрыши существующего отвала и формирование с ее использованием емкости вдоль одного из откосов.

7. Разработан аналитический метод определения параметров карьеров и отвалов вскрышных пород с учетом ценности формируемых емкостей для размещения промышленных отходов. При размещении промышленных отхо-

дов V и IV классов опасности соответственно в выработанном карьерном пространстве и отвале вскрышных пород, удаленных на расстояние не более 5 км от места образования отходов, данный метод позволяет увеличить эффективную глубину ведения открытых горных работ до 11%. При тех же условиях, но расстоянии транспортирования отходов не более 1 км, - до 25%.

8. В работе обоснована целесообразность использования отвалов вскрышных пород и выработанного пространства карьеров «Гранитный», «Восточный», «Западный» и «Малый Куйбас» для размещения сталеплавильных шлаков. Ценность выработанного пространства карьеров соответственно составит 3,2, 11,3, 6,8 и 6,7 млрд руб. В работе также обосновано формирование отвалов из текущих вскрышных пород месторождения «Малый Куйбас» в виде емкостей для размещения промышленных отходов IV класса опасности. Удельная ценность отвалов составит 10,8 руб./м³. Для карьеров «Западный» и «Восточный» разработаны рекомендации по реформированию существующих отвалов с целью размещения промышленных отходов IV класса опасности. Удельная ценность отвалов в среднем составит 12,5 руб./м³.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

В изданиях, аннотированных ВАК:

1. Пыталев, И.А. Расширение области рационального использования техногенных георесурсов / Гавришев С.Е., Заляднов В.Ю., Пыталев И.А. // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М. : МГГУ, 2006. - № 9. - С. 252-258.

2. Пыталев, И.А. Перспективные направления использования отвалов и выработанного карьерного пространства / Гавришев С.Е., Пыталев И.А. // Вестн. МГГУ. - 2007. - № 4. - С. 10-14.

3. Пыталев, И.А. Обоснование технологии создания водонепроницаемых экранов с использованием донных отложений хвостохранилищ / Гавришев С. Е., Мельников И.Т., Мельников И. И., Пыталев И.А. // Горный информационно-аналитический бюллетень. - М. : МГГУ, 2008. - № 9. - С. 379-383.

В прочих изданиях:

4. Пыталев, И.А. Защита подземных вод при складировании отходов обогащения горно-обогатительных комбинатов / Мельников И.Т., Мельников И.И., Пыталев И.А. // Водные и лесные ресурсы России: проблемы и перспективы использования, социальная значимость: Сборник статей Всерос. науч.-практ. конференции / Под ред. В.В. Арбузова. – Пенза, 2006. – С. 41-44.

5. Пыталев, И.А. Основные виды и перспективные направления использования техногенных георесурсов / Гавришев С.Е., Заляднов В.Ю., Пыталев И.А. // Комбинированная геотехнология: развитие физико-химических способов добычи: Материалы междунар. науч.-техн. конференции, г. Сибай, 2007. – Магнитогорск: МГТУ, 2007. – С. 60-62.

6. Пыталев, И.А. Использование выработанного карьерного пространства и формируемых отвалов для складирования промышленных отходов / Пыталев И.А. // Промышленные и бытовые отходы: проблемы хранения, захоронения, утилизации, контроля : Сборник статей XI Междунар. науч.-практ. конференции / Под ред. В.В. Арбузова. – Пенза, 2007. – С. 47-50.

14

Подписано в печать 30.09.2008.

Формат 60x84 1/16.

Бумага тип. № 1.

Плоская печать.

Усл. печ. л. 1,00.

Тираж 100 экз.

Заказ 720.

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