

На правах рукописи

Сидаков Алихан Георгиевич



**ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ
СОСТОЯНИЕМ ХВОСТОХРАНИЛИЩ**

Специальность: 25.00.36 «Геоэкология»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Владикавказ - 2004

**Работа выполнена в Северо-Кавказском горно-
металлургическом институте (ГТУ)**

Научный руководитель:

канд. физ.- мат. наук, профессор Вагин Владимир Стефанович

Официальные оппоненты:

доктор техн. наук, профессор, Музаев Илларион Давыдович,

канд. техн. наук, доцент Каменецкий Е.С.

Ведущая организация — **ОАО «Кавказцветметпроект»**

Защита состоится **11 июня** 2004 г. в 13³⁰ час. на заседании диссертационного совета ДМ 212.246.04 в Северо-Кавказском горно-металлургическом институте (ГТУ) по адресу: 362021, Республика Северная Осетия-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44, факс. 74-99-45. С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Северо — Кавказского горно - металлургического института (ГТУ).

Автореферат разослан 30 апреля 2004 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,

кандидат технических наук, доцент



Алкацева В.М.

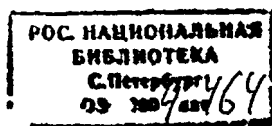
Общая характеристика работы

Актуальность работы. Сохранение экосистем окружающей природной среды от разрушительного влияния промышленных технологий является важнейшей проблемой современности. Одним из путей снижения техногенной нагрузки является управление состоянием природных ландшафтов в окрестностях хранилищ промышленных отходов. Разработка таких природоохранных технологий нуждается в оценке совокупности экологических, экономических и технологических факторов, которые проявляются нередко в течение неопределенно долгого времени. Оптимизация отношений элементов системы «окружающая среда - отходы» позволяет радикально снизить техногенную нагрузку на экосистемы региона с достижением экологического и экономического эффектов, поэтому является актуальной научной задачей.

Цель работы. Снижение техногенной нагрузки на экосистемы окружающей среды путем обоснования экологически корректных технологий управления состоянием хранилищ отходов.

Идея работы. Минимизация влияния токсичных отходов на окружающую среду при комбинировании технологий их утилизации с технологиями хранения.

Методы исследований. Обобщение и системный анализ опыта санации природно-промышленных ландшафтов, теоретические и аналитические исследования, физическое моделирование процессов, лабораторный эксперимент, обработка данных исследований с применением методов математической статистики и анализ результатов, технико-экономические расчеты эколого-экономической эффективности.



Научные положения, представляемые к защите:

1. Влияние отходов добычи и переработки минералов на окружающую среду природно-промышленных ландшафтов следует оценивать с учетом миграции вредных ингредиентов из массивов хранилищ минеральных отходов.
2. Радикальная защита экосистем окружающей среды обеспечивается при управляемом выщелачивании опасных ингредиентов из минеральных отходов с одновременным закреплением их массивов.
3. Выбор технологий управления состоянием хранилищ хвостов по экологическому критерию производится решением модели, целевой функцией которой является максимум прибыли, а переменными - соотношение ущерба от хранения отходов и компенсационных затрат на его предотвращение с учетом окупаемости затрат за счет товарной продукции из утилизируемых хвостов.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:

- представительностью информации о состоянии природной окружающей среды в регионах добычи и переработки минералов в регионах Северного Кавказа, России, СНГ и Зарубежья;
- применением методов математической статистики при обработке экспериментальных данных, результатов технико-экономического анализа и математического моделирования;
- опытом промышленного производства с использованием рекомендуемых технологий утилизации на технологически развитых предприятиях.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые для Северо-Кавказского региона разработаны научно-методические основы и критерии снижения опасности природно-промышленным ландшафтам от содержания хранилищ отходов, в том числе:

- в развитие существующих представлений предложена концепция эколого-экономического управления состоянием окружающей среды, отличающаяся возможностью снижения негативного влияния отходов в результате их утилизации и локализации;
- разработана модель экологической оценки, влияния интенсивного промышленного производства на экосистемы горного региона, отличающаяся комплексным учетом аспектов взаимодействия природных и техногенных факторов воздействия отходов на окружающую среду;
- сформулирована модель эколого-экономической оценки технологий управления состоянием хранилищ отходов, отличающаяся учетом возможности вовлечения их в переработку при необходимости;
- разработан механизм эколого-экономического управления состоянием окружающей среды посредством утилизации отходов и предложена методика оценки эффективности его функционирования.

Практическое значение работы:

- методика оценки эффективности утилизации отходов позволяет определить целесообразность технологий управления состоянием хвостохранилищ с уменьшением их негативного влияния на экосистему;
- нетрадиционные для региона методы и технологии утилизации отходов с извлечением полезных компонентов из отходов позволяют ком-

пенсировать затраты на санацию природно-промышленных ландшафтов.

Реализация работы. Исследования проводились в рамках комплексной программы «Экологически чистое горное производство», а также программ "Торы Осетии", "Недра Осетии". Их результаты приняты для проектирования новых технологий в РСО - Алания и КБР. На основе предложенных методик решен ряд задач по оптимизации пользования ландшафтами. Рекомендации по переработке отходов приняты для использования на рудниках Садонского СЦК. Материалы исследований используются в учебном процессе горных вузов, а также при дипломном и курсовом проектировании в Северо-Кавказском горно-металлургическом институте.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены и получили одобрение на научных семинарах кафедр «Обогащение полезных ископаемых», «Технология разработки месторождений», «Экология» (СКГТУ, 2000, 2002 г.г.), лаборатории «Геотехнология» (СКГТУ, 2002г.), технических советах Тырныаузского ВМК (г. Тырныауз, 2003 г.) и Садонского СЦК (п. Мизур, 2004 г.).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 9 статьях и разделах двух монографий.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, библиографического списка из 107 наименований. Работа изложена на 139 с. машинописного текста, включает 25 рисунков и 42 таблицы.

Основное содержание работы

Хранение промышленных отходов загрязняет атмосферу, гидросферу и сопровождается изъятием из биологического оборота. На 1000 т хвостов отводится примерно 0,1 га площади земли. Отходы минерального производства содержат химические элементы, извлечение которых в настоящее время экономически не рентабельно. Такие отходы представляют собой техногенные запасы для будущих времен.

Проблема хранения хвостов актуальна с экологической точки зрения. Восстановительная способность природы не справляется с возрастающим количеством и токсичностью отходов, что приводит к деградации экосистем окружающей среды.

Первое защищаемое положение. Влияние отходов добычи и переработки минералов на окружающую среду природно-промышленных ландшафтов следует оценивать с учетом миграции вредных ингредиентов из массивов хранилищ минеральных отходов.

Для доказательства этого положения анализом литературных данных установлено, что наиболее распространен метод рекультивации хвостохранилищ закреплением их стенок для предупреждения выноса токсичных ингредиентов за пределы хранилищ. При выборе способа закрепления хвостохранилищ ориентируются на создание покрытия, способного противостоять физическому воздействию. Это не уменьшает опасности природного выщелачивания хвостов в течение неопределенно длительного времени.

Опасность деградации окружающей среды увеличивается расчлененностью рельефа и изоляцией регионов. Так, в РСО-Алания токсич-

ные продукты выноса вредных веществ за пределы хвостохранилищ многократно превышают допустимые концентрации, а индекс загрязнения приближается к критическому для живого вещества уровню.

Эффективность физического закрепления хвостов обогащения моделировалась нами в лабораторных условиях. К хвостам в воздушно-сухом состоянии добавляли реагенты и фиксировали изменение их физических свойств. Хвосты Мизурской обогатительной фабрики представляют собой неоднородную массу с преобладанием фракции 0,25-0,1 мм (более 50 %). Установлено, что большая часть отходов инертна по отношению к реагентам и их соотношение на прочность закрепления элементов отвала влияет не существенно.

Упрочнение поверхности хвостохранилищ глиной, цементом, силикатами, битумом, посевом травы и т.п. лишь несколько уменьшает темпы переноса минеральных частиц в экосистемы окружающей среды, причем максимальное предохранение поверхности хвостохранилища от разрушения с образованием пыли достигается при использовании битума с добавками негашеной извести. Прочность такого закрепления достигает 0.5 МПа.

Учитывая перспективы возможного использования хвостов при прогрессе технологий в будущем, нами исследованы возможности новой технологии закрепления, которая включает операции с хвостами:

- предварительная геохимическая подготовка;
- консервация отвалов за счет создания изолирующих сред;
- контролируемое изменение состояния техногенных массивов.

Механизм упрочнения массива хвостохранилища исследован на стенде размерами: длина 2 м, ширина 2 м, высота 2,5 м с прозрачным изолирующим корпусом (рис.1). Масштаб моделирования 1:200. В качестве вяжущего компонента использован доломит Боснийского карьера.

Для образования изолирующей поверхности использованы хвосты, уложенные слоями. Верхний слой двухслойной секции образован отходами доломита. В нижнем слое засыпан инертный к серной кислоте измельченный алевролит с добавкой обожженной извести. Часть раствора и образующиеся в результате реакции кислые воды перетекают из верхнего в нижний слой, где под их воздействием образуется гашеная известь. В модели образованы каналы-скважины так, чтобы они были расположены в нижнем слое двухслойной секции вяжущих материалов.

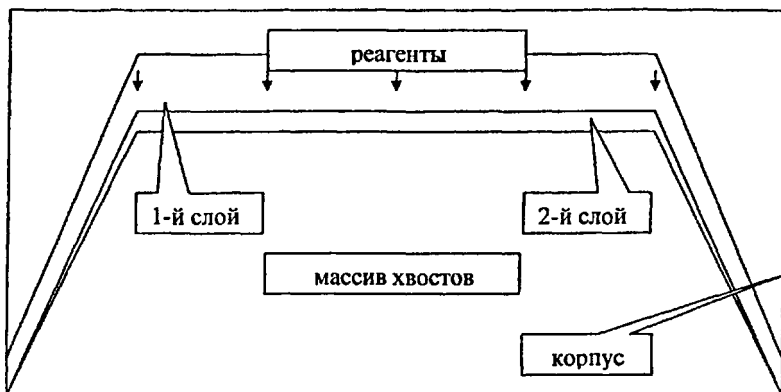


Рис. 1. Схема моделирования закрепления хвостов карбонатами

Состав доломита, %: Si O₂ – 2,16; Ca O – 30,92; Mg O – 21,99; Na₂O – 0,13; K₂O – 0,048; P₂O₅ – 1,26; S_{общ} – 0,0119; Al₂O₃ – 0,3; ППП – 43,01. Доломит содержал частиц размером – 20 +10мм – 79,3%; – 10 + 5мм – 18,3%; – 5 мм – 2,3%. Прочность гранул при одноосном сжатии 0,03 – 3,1 кг/см³. Влажность естественная – 5,7 %. Удельный вес – 2196 кг/м³. Насыпной вес – 1115 кг/м³. Из пробы просеиванием отобраны гранулы крупность до 5 мм.

Известь приготовили обжигом доломита в печи с температурой 1000°С. Партии доломита весом по 0,5 кг гасили в течение 12 часов, перемешивали с песком в соотношении по весу известь / песок = 1/3, изготавливали кубики с размером ребра 70 мм, выдерживали в течение 28 дней и испытывали при одноосном сжатии на прессе.

Верхний слой хвостов обрабатывали анолитом, аналогичным по составу кислым отвальным водам. Раствор попадал в расположенный под этим слоем нижний слой и участвовал в гашении извести. В результате на поверхности модели образовалось достаточно прочное изолирующее покрытие.

Так доказано, что применение доломитов и извести увеличивает прочность верхнего слоя массива при сокращении времени его твердения. В нижнем слое образуется материал, прочность которого сравнима с прочностью бетона. Прочность закрепления двухслойной конструкции зависит от времени, кислотности и соотношения компонентов (табл.1). Экспериментально установлено, что растворение, миграция и перераспределение элементов с упрочнением отвального массива уменьшает мобильность химических компонентов отходов.

Таблица 1

Прочность закрепления в зависимости от времени (сутки), МПа

Кислотность, pH	4.0			5.0			6.0		
	7	28	90	7	28	90	7	28	90
Соотношение 1/2/3, %	7	28	90	7	28	90	7	28	90
50/45/5	0.4	1.2	1.4	0.38	0.87	0.99	-	-	-
45/45/10	0.6	1.29	1.4	0.4	0.91	1.12	-	0.33	0.54
40/45/15	0.65	1.36	1.5	0.43	0.99	1.16	0.38	0.4	0.69
35/45/20	0.76	1.48	1.6	0.54	1.09	1.26	0.43	0.56	0.76
30/45/25	0.84	1.52	1.7	0.61	1.12	1.39	0.48	0.64	0.85

Примечание: 1-доломит; 2-алевролит; 3-известь

Второе защищаемое положение. Радикальная защита экосистем окружающей среды обеспечивается при управляемом выщелачивании опасных ингредиентов из минеральных отходов с одновременным закреплением их массивов.

Для установления закономерностей этого влияния измерено содержания ингредиентов в растворах на уровне почвы (табл.5).

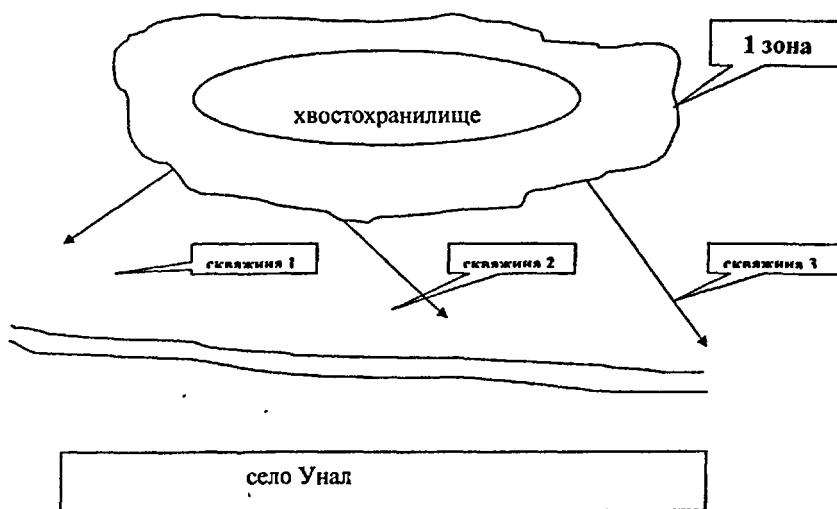


Рис.4. Исследование растекания растворов из хвостохранилища

Измерениями в трех станциях по периметру хвостохранилища (рис.4) установлено, что концентрация металлов превышает ПДК по свинцу в 40-50 раз, по цинку в 500-600 раз.

Таблица 5

Результаты металлометрических съёмок, мг/дм³

Станция, время года	рН	Содержание в пробах				Пиковое содержание	
		свинец		цинк		свинец	цинк
		величина	вариация	величина	вариация		
№ 1							
весна	7,8	5,8	17	5,9	19	8,5	5,9
осень	7,4	6,6	8	6,8	20	7,9	7,0
зима	7,0	7,5	12	7,3	11	9,3	8,0
№ 2							
весна	6,8	6,5	20	6,2	19	12,0	14,0
осень	6,9	7,9	7	7,0	5	14,0	20
зима	7,5	7,4	10	4,0	7	11,9	28,0
№ 3							
весна	7,2	7,2	9	8,1	18	10,5	14,0
осень	7,0	6,1	20	8,9	15	10,4	16,0
зима	6,8	8,0	11	10,0	20	22,6	8,0

Примечание: ПДК для свинца 4,2 мг/дм³, цинка 2,1 мг/дм³.

По результатам металлометрических съёмок сделаны выводы:

- покрытие хранилищ уменьшает интенсивность пылеобразования;
- на вынос металлов в экосистемы покрытие не влияет;
- хвосты подготавливаются для переработки в будущем.

Технологии с закреплением хвостов выщелачивания продуктами вторичной минерализации в течение 26 лет опробованы при разработке уранового месторождения «Бык» (Северный Кавказ) способом подземного шахтного выщелачивания. В качестве реагента применяли 3% водный раствор серной кислоты. По данным В.К. Бубнова хвосты вы-

шелачивания приобретали прочность 0,5-1,0 МПа. Прочность закрепления хвостов в процессе выщелачивания исследована нами на стенде размерами: длина 2 м, ширина 2 м, высота 0.2 м (рис.2).

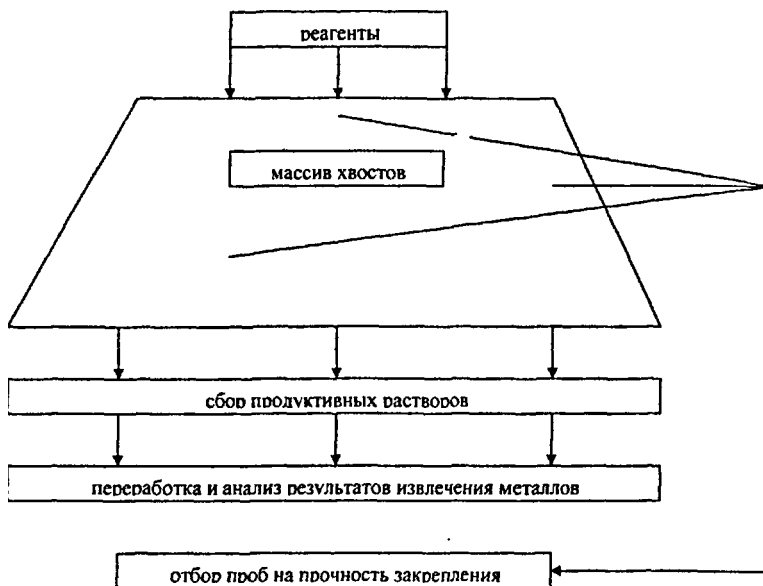


Рис. 2. Схема модели закрепления хвостов продуктами выщелачивания

Масштаб моделирования 1:200. Моделировали отвал размерами 200x200x20 м. Выщелачиваемые хвосты имели крупность $-80 + 6$ мм, объемный вес - 2,48 г/см³, насыпной вес - 1,43 г/см³, пористость - 9,8%, плотность - 90,2 %, водо- поглощение с увеличением размеров от 10 до 60 мм - 13 - 0,5%, зернистый состав с увеличением размеров от 5 до 80 мм, по весу - от 12,4 до 3,1 г и по проценту от 19,6 до 5,8. Крупные фракции проб были раздроблены до размеров - 25 мм и смешаны с мелкими. Из полученной смеси была сформирована модель объемом 0.8 м³.

Выщелачивали при температуре 18-20°C и давлении 760 мм рт. ст. Скорость фильтрации растворов поддерживалась на уровне 1,5-2 дм³/ч. Каждые 10 дм³ раствора отстаивались в течение 2-3 часов и опробовались. Через модель было пропущено 150 дм³ раствора (табл. 2). Хвосты извлекали, промывали, высушивали и взвешивали для определения извлечения по твердым остаткам. За время выщелачивания из хвостов было извлечено до 75 % цинка и более 50 % свинца.

Таблица 2

Выщелачивание металлов хвостов анолитом

Количество анолита, дм ³	Содержание в фильтрате, мг/дм ³	
	свинец	цинк
10	106	340
50	89,1	280
100	36,9	207
150	14,0	85,3

В результате физических и химических процессов в массивах хвостохранилищ химические элементы перемещаются из верхней части с низким содержанием в нижнюю часть с более высоким содержанием, где осаждаются. За счет гидратации частицы связываются друг с другом и закрепляют массив.

По завершению процесса выщелачивания часть хвостов из верхней, срединной и нижней частей модели заложили в формы и испытали через 7, 28 и 90 дней для определения прочности на одноосное сжатие. Параметры закрепления элементов хвостохранилища изменялись в зависимости от времени и места нахождения хвостов (табл. 3).

Таблица 3

Прочность химически закрепленных хвостов

Место отбора проб	Прочность в возрасте, МПа		
	7 дней	28 дней	90 дней
верх	нет	0.3	0.4
середина	нет	0.42	0.52
низ	0.26	0.67	0.77
средняя	-	0.46	0.56

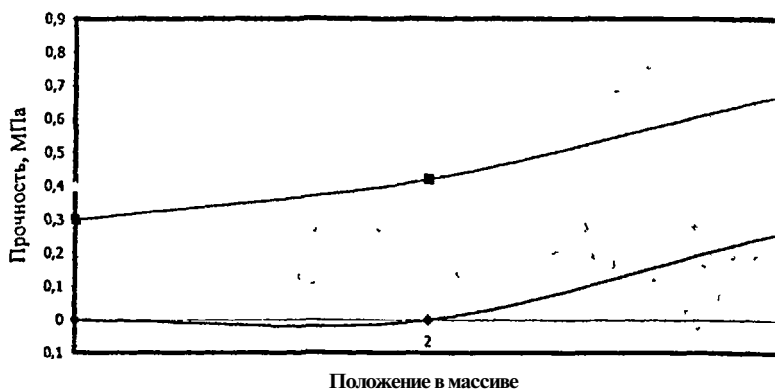


Рис.3. Прочность закрепления хвостов в массиве: 1-верх; 2-середина; 3-низ. Нижняя кривая: прочность в возрасте 7 дней; средняя -28 дней; верхняя - 90 дней.

Прочность закрепления хвостов в модели изменяется от 0.25 до 0.7 МПа (рис.3).

Активированные в процессах переработки хвосты подвергаются природному выщелачиванию, продукты которого определяют стабильность экосистем окружающей среды. Прочность закрепления массива альтернативными способами весьма различается (табл.4).

Таблица 4

Прочность закрепления в возрасте 28 дней

Технология закрепления массива	Прочность, МПа		
	минимум	максимум	средняя
Глиннизация	0.05	2 2	1.1
Цементация	0.22	6 6	1.7
Силикатизация	0.1	10	3.2
Битумизация	0.1	2	1.2
Комбинированная с добавкой ПВА	0.1	3.3	1.4
Закрепление травами	появление пленки		
Карбонатизация	0.3	1.5	0.8
Химическое закрепление	0.3	0.46	0.67

Третье защищаемое положение. Выбор технологий управления состоянием хранилищ хвостов по экологическому критерию производится решением модели, целевой функцией которой является максимум прибыли, а переменными - соотношение ущерба от хранения отходов и компенсационных затрат на его предотвращение с учетом окупаемости затрат за счет товарной продукции из утилизируемых хвостов.

Хвостохранилище представляет собой техногенное месторождение сырья с низким содержанием полезных компонентов и высоким содержанием вредных примесей, эксплуатация которого эффективна при условии:

$$Z_n < Z_k + Z_s, \quad (1)$$

где Z_n - затраты на переработку хвостов; Z_k - затраты на консервацию хвостохранилищ; Z_3 - затраты на восстановление качества окружающей среды.

Хранение хвостов безопасно, если техногенное возмущение экосистемы не превышает уровня, при котором биота сохраняет свою способность к самовосстановлению после снятия техногенной нагрузки:

$$Y_{oc} < \Sigma ПЖС, \quad (2)$$

где Y_{oc} — комплексный ущерб экосистемам от хвостохранилища; $\Sigma ПЖС$ — интегральный предел жизнеспособности биоты.

До техногенного воздействия хвостохранилища на окружающую среду экосистема характеризуется величиной \mathcal{E}_n (природная), а затем \mathcal{E}_r (техногенная): Величина деградации экосистемы вследствие влияния хвостов (Y_3):

$$Y_3 = (\mathcal{E}_n - \mathcal{E}_r) k_p, \quad (3)$$

где k_p - коэффициент региональных условий.

Показатель устойчивости экосистемы к воздействию (Y_3):

$$Y_3 = 1 - (\mathcal{E}_n - \mathcal{E}_r) k_p \quad (4)$$

Эффективность вариантов управления массивами хвостохранилищ и состоянием окружающей среды определяется решением модели:

$$\begin{aligned} \Pi = \sum_{p=1}^P \sum_{o=1}^O \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^T \sum_{f=1}^F \sum_{a=1}^A \{ (M_{ey} \Pi_{ny} + Q_y \Pi_{ay}) \} - \sum_{j=1}^3 [K(1 + E_{ny}) + E_q + E_x] \\ - [(M_c \Pi_m + Q \Pi_q) + Q_r \Pi_r] k_c k_y k_q k_r k_6 k_7 k_8 k_9 \rightarrow \max \end{aligned} \quad (5)$$

где P - продукты утилизации хвостов; O - виды хвостов; Π - процессы переработки хвостов; T - время переработки; F - фазы существования хранилищ; N - стадия использования хвостов; M_{ey} - количество металлов из отходов; Π_{ny} - цена металлов; Q_y - количество восстановленных

эффектов; Π_{qu} - цена утилизированных веществ; E_q - коэффициент процентной ставки на кредит для утилизации; E_x - коэффициент процентной ставки на кредит для производства металлов; E_{ny} - коэффициент процентной ставки на экологию; M_e - количество потерянных металлов; Π_m - цена потерянных металлов; Q - количество потерянных эффектов; Π_q - цена потерянных полезных веществ; Q_r - количество эффектов поражения среды; 3 - затраты на управление; K - затраты на управление хранилищами; K_c - коэффициент самоорганизации хвостов; K_y - коэффициент утечки продуктов выщелачивания; K_r - коэффициент дальности утечки растворов; K_b - коэффициент влияния на биосферу; K_r - коэффициент влияния загрязнения на соседние регионы; $K_{\text{вр}}$ - коэффициент реализации опасности со временем; K_r - коэффициент риска поражения окружающей среды от неучтенных факторов.

В предлагаемой нами классификации (табл. 6) систематизированы технологии управления состоянием хвостохранилищ. Она отличается от ранее известных тем, что в качестве основного критерия принят показатель выноса реагентов в природу.

Для оптимизации решений по хранению или вовлечению в хозяйственный оборот омертвленного сырья предложена методика, которая позволяет еще на стадии проектирования учесть многоплановые аспекты влияния хранилищ хвостов на экосистемы окружающей среды, применяя возможности информационных технологий (рис.5).

Таблица 6

Классификация способов управления хвостохранилищами

Принцип	Вариант	Достоинства	Недостатки
1. Упрочнение верхнего слоя	глинизация	малые затраты, наличие материалов	малая прочность
	цементация	высокая прочность	высокие затраты
	силикатизация	высокая прочность	Сложность
	карбонатизация	простота, надежность, утилизация карбонатов	сложная расконсервация
	биозакрепление	простота и доступность	в комбинации
	кольматация без извлечения металлов	простота, надежность, утилизация отходов	загрязнение металлами и солями
2. Упрочнение всего массива	без извлечения металлов	простота, надежность, утилизация продуктов электрохимии, экологичность	не используется возможность утилизации с получением товара
	с извлечением металлов	простота, окупаемость, экологичность	нет

Реализация рекомендуемой технологии управления состоянием хвостохранилищ в определенных условиях обеспечивает прибыль за счет экологической составляющей.

Для условий РСО-Алания эколого-экономическими расчетами определено, что управление состоянием хвостохранилищ по безотходной технологии может обеспечить прибыль, сравнимую с показателями основного производства (табл.7).

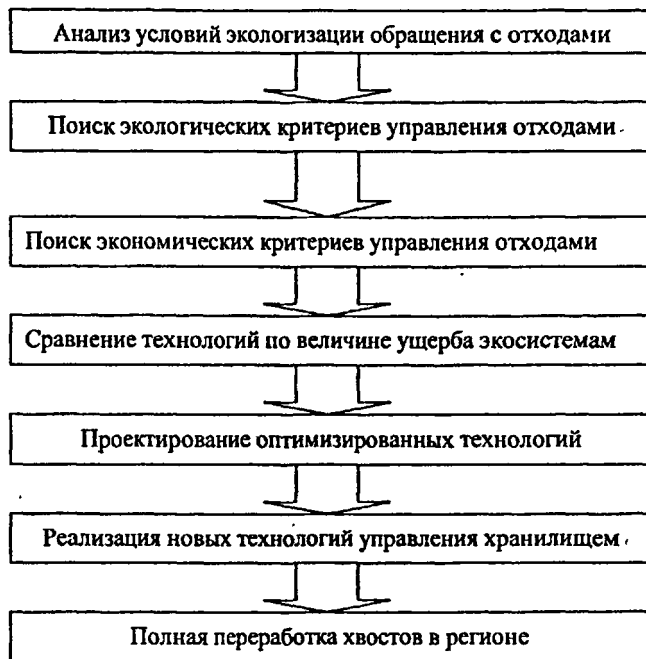


Рис. 5. Схема выбора способа управления состоянием хранилища

При условии полного извлечения полезных компонентов из отходов добычи и переработки руд можно не только окупить понесенные расходы, но и обеспечить прибыль. Фактическая эффективность будет больше расчетной, потому что размеры штрафов за нанесенный окружающей среде ущерб ни в коей мере не соизмерим с действительным ущербом экосистемам.

Таблица 7

Показатели переработки хвостов обогащения и металлургии

Статьи	Хвосты обогащения		Хвосты металлургии	
	1 т	всего	1 т	Всего
запасы хвостов, тонн	-	5000000	-	3000000
продукты: металлы	0.1	500000	0.2	600000
флюсы	0.1	500000	-	-
пески	0.05	250000	0.05	150000
иловые	0.03	150000	0.03	90000
всего продукция, т. руб	1.25	1500000	0.28	840000
затраты КВ, т. руб	0.1	500000	0.1	300000
затраты МЗ, т. руб	0.05	250000	0.05	150000
прибыль, т. руб	0.15	750000	0.3	390000
1 комплекс, тыс. т/год	-	500	-	500
число комплексов	-	2	-	1
срок переработки, лет	-	5	-	6
штрафы, тыс. руб/год	-	15000	-	15000
прибыль, тыс. руб./год	0.153	765000	0.135	405000

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации дано решение актуальной научно-практической задачи, включающее выявление закономерностей процессов загрязнения окружающей среды хранящимися на земной поверхности отходами и разработку системы защиты экосистем посредством комбинирования технологий утилизации хвостов и технологий управления состоянием хранилищ.

Основные теоретические результаты, практические выводы и рекомендации:

1. Влияние отходов добычи и переработки минералов на окружающую среду природно-промышленных ландшафтов следует оценивать с учетом миграции вредных ингредиентов из массивов хранилищ минеральных отходов.
2. Техногенная нагрузка на экосистемы окружающей среды снижается путем использования экологически корректных технологий управления состоянием хранилищ отходов.
3. Радикальная защита экосистем окружающей среды обеспечивается при управляемом выщелачивании опасных ингредиентов из минеральных отходов с одновременным закреплением их массивов.
4. Выбор технологий управления состоянием хранилищ хвостов по экологическому критерию осуществляется решением модели, целевой функцией которой является максимум прибыли, а переменными - соотношение ущерба от хранения отходов и компенсационных затрат на его предотвращение с учетом окупаемости затрат.
5. Концепция эколого-экономического управления состоянием окружающей среды отличается возможностью снижения негативного влияния отходов в результате их утилизации и локализации.
6. Модель экологической оценки влияния интенсивного промышленного производства на экосистемы горного региона отличается учетом взаимодействия природных и техногенных факторов воздействия технологий на окружающую среду.

7. Методика оценки эффективности утилизации отходов позволяет определять целесообразность технологий управления состоянием хвостохранилищ с уменьшением их негативного влияния на экосистему.

8. Прибыль от утилизации отходов с извлечением полезных компонентов из отходов компенсируют затраты на санацию природно-промышленных ландшафтов.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Сидиков А.Г. Управление состоянием хвостохранилищ рудников РСО-Алания // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: Международная конференция. - М.: РУДН. -2002.- С.335-336.

2. Голик В.И., Гегуев С.М., Сидиков А.Г., Цидаев Т.С. Эколого-технологические проблемы горного производства Северного Кавказа // Колыма.-2002.- №2. -С. 51-53.

3. Голик В.И., Гегуев С.М., Сидиков А.Г., Цидаев Т.С., Сатцаев А.М. Перспективы комбинированной разработки техногенных месторождений Садона // Колыма. -2002. -№3. -С 35-39.

4. Голик В.И., Гегуев С.М., Сидиков А.Г., Сатцаев А.М. Экологические аспекты утилизации хвостов обогащения // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: Международная конференция. - М.: РУДН.- 2002.- С182-184.

5. Воробьев А.Е., Голик В.И., Сидиков А.Г. Сатцаев А.М. Использование эффекта самоорганизации при управлении состоянием отвалов

// Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: Международная конференция,- М.: РУДН. -2002.- С.87-88.

6. Габараев О.З., Джанаев М.И., Этезов И.Х., Сидаков А.Г. Исследование геомеханических свойств породной закладки в условиях объемного сжатия //Горный инф.-аналит. бюллетень. - М.: МГГУ.- 2001.- №11. - С.211-213.

7. Сидаков А.Г. /В кн.: Голик В.И., Хадонов З.М., Габараев О.З. Управление технологическими комплексами и экономическая эффективность разработки рудных месторождений. - Владикавказ: Терек, 2001. - 500 с.

8. Сидаков А.Г. /В кн.: Хулелидзе К.К., Голик В.И., Хадонов З.М. Экономика и управление технологическими комплексами при выщелачивании металлов.- Владикавказ: Терек, 2001. - 254 с.

9. Сидаков А.Г., Гегуев С.М., Цидаев Т.С., Сатцаев А.М. Управление состоянием хвостохранилищ нагорных рудников// Колыма.-2002.- № 4. - С. 37-40.

Ю.Вагин В.С., Сидаков А.Г. Моделирование процессов управления состоянием хранилищ хвостов обогащения // Международная конференция по информационным технологиям.- Владикавказ. -2003. -С. 125-129.

И. Вагин В.С., Сидаков А.Г., Голик В.И. Экологические аспекты повторной разработки техногенных месторождений //Вестник МАНЭБ. - С - Пб.- Владикавказ: Терек.- 2003. - С. 22-25.

Подписано к печати 26 апреля 2004.

Объем 1. п.л. Тираж 100 экз. Заказ № 169

**Северо-Кавказский горно-металлургический институт.
362021, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44.**