

На правах рукописи



БАЙМАТОВ Андрей Михайлович

**УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД
В РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ СВАРОЧНЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Специальность 25.00.36 - "Геоэкология"

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ВЛАДИКАВКАЗ - 2004

Работа выполнена в Северо-Кавказском горно-металлургическом институте
(государственном технологическом университете)

Научный руководитель:

доктор технических наук,
профессор

Басиев К.Д.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор

Царикаев В.К.

кандидат технических наук

Цгоев Т.Ф.

Ведущее организация: Управление Росприроднадзора по Республике Северная
Осетия-Алания

Защита состоится "28" января 2005 г. в 11 часов на заседании
диссертационного совета ДМ 212.246.04 Северо-Кавказского горно-
металлургического института (государственного технологического
университета) по адресу: 362021, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Северо-Кавказского
государственного металлургического института (ГТУ).

Автореферат разослан "28" декабря 2004

Ученый секретарь регионального
диссертационного совета,
д.г.-м.н., профессор



Бергер М.Г..

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы.

Воздействие горного производства на биосферу проявляется в различных отраслях народного хозяйства и имеет большое социальное и экономическое значение. В процессе горного производства образуются и быстро увеличиваются пространства, нарушенные горными выработками, отвалами пород и отходов переработки, представляющие собой бесплодные поверхности, отрицательное влияние которых распространяется на окружающие территории.

Вопросами экологического состояния окружающей среды в районах накопителей отходов посвящены исследования многих ученых, в частности Ржевского В.В, Скочинского А.А., Алборова И.Д., Голика В.И., Остроушко И.А., Дзайнукова А.Б.

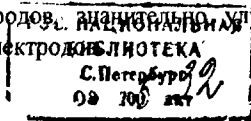
Решение данной проблемы требует создания технологий комплексного использования отходов в смежных отраслях промышленности. Однако широкое вовлечение хвостов обогащения свинцово-цинковых руд в промышленное производство невозможно из-за повышенного остаточного содержания в них металлов и серы, а извлечение последних нуждается в дополнительном обогащении. Этим обуславливается актуальность оценки эколого-экономической эффективности новых природосберегающих технологий утилизации отходов обогащения.

Цель работы

Исследование возможности комплексного использования отходов обогащения свинцово-цинковых руд в различных отраслях промышленности, в частности в ресурсосберегающем производстве сварочных материалов, после дополнительного извлечения содержащихся в хвостах металлов и серы.

Научные положения, представленные к защите:

1. Оздоровление экологии в районе Унальского хвостохранилища можно достигнуть за счет утилизации хвостов путем использования в различных отраслях промышленности
2. Извлечение тяжелых металлов и серы из хвостов обогащения флотационными методами, позволяет получить свинцово-цинковый концентрат, и пустую породу, которая используется в ресурсосберегающем производстве.
3. Применение пустой породы в производстве сварочных материалов в качестве покрытия сварочных электродов, значительно улучшает технологические свойства сварочных электродов.



4. Экономическая эффективность природоохранных мероприятий в горнопромышленном комплексе определяется с учетом коэффициента дисконтирования.

Идея работы:

Заключается в обеспечении снижения техногенной нагрузки на окружающую среду от деятельности горно-обогатительных предприятий посредством использования отходов в ресурсосберегающем производстве.

Методы исследований:

Анализ и обобщение литературных источников; изучение свойств минералов; математическое планирование и обработка эксперимента; лабораторные и опытно-промышленные исследования, включающие химический, спектральный, рентген-структурный, высокотемпературный анализ материалов, а также создание опытных образцов продукции; экономический анализ.

Научная новизна:

- Определена область рационального использования отходов обогащения полиметаллических руд Садонского свинцово-цинкового комбината с целью улучшения экологической обстановки в регионе.
- Обоснована природоохранная технология использования пустой породы в качестве компонента покрытий сварочных электродов.
- Оптимизированы рецептуры шихты для изготовления сварочных электродов двух видов, содержащих в своем составе до 21% пустой породы, в виде кварц-полевошпатового материала.
- Предложен критерий, обеспечивающий минимум затрат на переработку отходов горнопромышленного комплекса и эколого-экономическая модель утилизации отходов обогащения;

Практическая ценность работы

Состоит в разработке технологических схем, обеспечивающих реальную защиту окружающей среды от негативного воздействия хвостохранилищ.

В работе представлены предложения по утилизации отходов переработки свинцово-цинковых руд с целью минимизации вредного экологического воздействия природных и техногенных процессов на окружающую среду. Внедрение результатов работы в промышленности позволит повысить конкурентоспособность конечной продукции на рынке, путем снижения ее себестоимости, решить вопросы занятости и самообеспечения республики качественным строительным сырьем.

Возможный экологический эффект обусловлен снижением техногенной нагрузки хвостохранилищ на окружающую среду посредством использования хвостов в смежных отраслях промышленности.

Использование хвостов обогащения в качестве покрытий сварочных электродов позволит получить значительный экономический эффект (порядка 1,7 млн. руб. в год)

Достоверность научных положений:

Подтверждается сопоставимостью экспериментально полученных результатов в течение длительного времени исследований; сопоставимостью результатов, использованием современных способов исследований и практикой их применения на прогрессивных технологических предприятиях; обобщением литературных, статистических и практических данных; существенным объемом экспериментальных и аналитических исследований; актами и заключениями ведущих опытно-промышленных предприятий России и стран СНГ.

Реализация и апробация работы.

Результаты диссертационной работы докладывались на 1-й международной научно-практической конференции «Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочном производстве» г. Одесса, 11-13 сентября 2002 г., на V-й международной конференции «Устойчивое развитие горных территорий: проблемы и перспективы интеграции науки и образования», г. Владикавказ, 21-23 сентября 2004 г.

Разработанная продукция получила апробацию на предприятиях ООО «Электрод-Цей» (г. Владикавказ), ООО «Ротекс» (г. Краснодар), ИЭС им. Е.О. Патона (г. Киев)

Публикации.

По результатам выполненных исследований опубликовано 9 работ.

Структура и объем работы.

Работа состоит из четырех глав, списка литературы из 110 наименований, 38 рисунков, 28 таблиц и 3 приложений. Основная часть работы изложена на 156 стр. машинописного текста.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В главе I «Влияние отходов горного производства на окружающую среду на примере Унальского хвостохранилища Мизурской обогатительной фабрики» дается анализ экологического состояния в районе расположения хвостохранилища.

В настоящее время, технологический потенциал горно-обогатительных предприятий оказывает мощное негативное влияние на окружающую среду, в

результате чего саморегулирующие и самоочищающие способности окружающей среды находятся на пределе, что предопределяет необходимость поставить вопрос об отнесении того или иного региона к зоне экологически неблагоприятного района

Наиболее опасными загрязнителями окружающей среды являются ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, хром, медь, никель, цинк, железо, сера и др., которые попадают в почву в процессе применения экологически опасных технологических процессов производства. Наиболее интенсивное влияние на окружающую среду оказывают процессы, связанные с открытой перевозкой руды с рудников на обогатительный комплекс, концентрата - на металлургический передел, выносом пылевых фракций с поверхности хвостохранилищ и свалок некондиционных руд, при неполной очистке шахтных стоков и стоков обогатительных фабрик, малой эффективностью очистки газов, загрязнения атмосферного воздуха за счет удаляемого из рудников отработанного воздуха, выщелачивания рудных минералов на складах, отвалах, шламах и др.

К числу таких экологически неблагоприятных территорий, к сожалению, относится и один из живописных районов Республики Северная Осетия-Алания - Алагирское ущелье, где расположено хвостохранилище Садонского свинцово-цинкового комбината.

Одна из основных проблем охраны окружающей среды в этом районе связана с количеством тяжелых металлов, накопившихся в почвах.

Учитывая, что рассматриваемая экосистема включает промышленную разработку цветных металлов, современная технология позволяет использовать лишь небольшую часть (первые проценты) извлекаемой массы пород. Все остальное накапливается на поверхности в виде отвалов и шламов, являющихся потенциальными источниками загрязнения окружающей среды. Наличие селитебных зон, расположенных в поле влияния горно-промышленного комплекса, а также участка сельскохозяйственного освоения с выращиванием плодовых и овощных культур и занятие населения скотоводством создает реальную опасность экологически безопасного проживания на этой территории (Рис. 1).

Хвостохранилище в пойме р. Ардон, вблизи с. Нижний Унал действует с 1984 г. Площадь Унальского хвостохранилища занимает около 0,2 км². До 40-50 % его поверхность покрыта слоем воды, сухая часть является источником запыления окружающей среды. Запыленность воздуха при скорости ветра 5-7 м/с колеблется от 10 до 18 мг/м³.

Содержание хвостов в отвалах Мизурского хвостохранилища составляет -2593,6 тыс.т.

Загрязнение литосферы в районе функционирования Садонского свинцово-цинкового комбината происходит, в основном, за счет технической деятельности комбината в течение длительного времени (более 150 лет), а критические концентрации свинца и цинка в районе с. Нижний Унал связаны с близостью хвостохранилища Мизурской обогатительной фабрики.

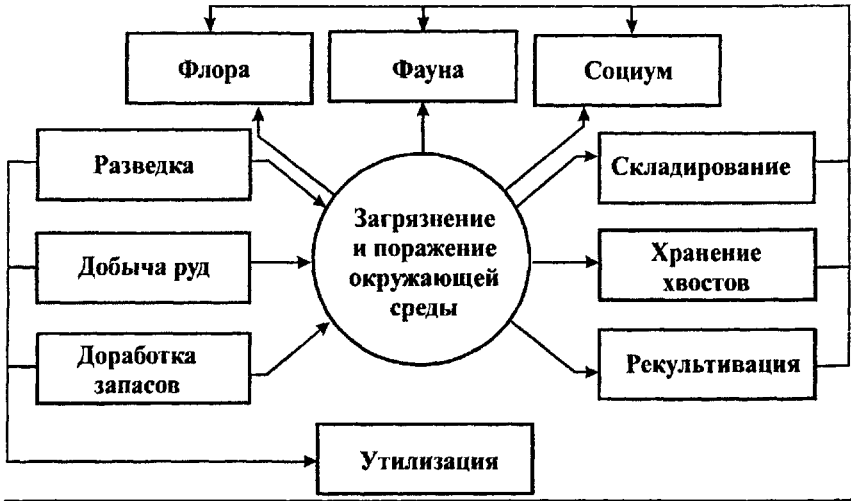


Рис. 1. Схема влияния хвостов на окружающую среду.

Площади и интенсивность загрязнения рудными элементами, превышающими ПДК в районе Нижний Унал приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Площадь загрязнения и содержание рудных элементов (мкг/кг) в почвах района с. Нижний Унал

Химический элемент	C_{ϕ}	ПДК _п	Площадь загрязнения, %	С на площади загрязнения	Относ, ПДК _п	C_{\max}	Относ, ПДК _п
Pb	47,5	200	45	460	2,3	1500	7,5
Zn	100	400	50	1200	3,0	2000	5,0
Cu	27	100	точечное	100	1,0	100	1,0
Ag	0,05	5	точечное	2	1,0	2	1,0

Мониторинговыми исследованиями, проведенными в зоне влияния горнопромышленных комплексов Садонского свинцово-цинкового комбината установлено, что содержание тяжелых металлов в почвах превышает санитарные нормы в 2 и более раза. Валовые содержания основных рудных элементов по вертикальному разрезу почвы до глубины 1 м. с интервалом опробования 0,2 м в районе деятельности Садонского СЦК показали стабильное, иногда достаточно резкое падение содержания тяжелых металлов с глубиной, что однозначно подтверждает техногенную природу выявляемой аномалии.

Карты распределения свинца и цинка в почвах района Унальского хвостохранилища приведены на рис 2,3.

Основным металлом, загрязняющим рудничные воды и природную гидросеть является цинк, содержание которого в рудничных водах превышает ПДК в сотни и тысячи раз.

Высокая скорость течения вод в горных реках (больше 5 м/с) и повышенная скорость ветра по ущелью выносят капельную влагу на территорию экосистемы, загрязняяют атмосферный воздух высокотоксичными (цинком, свинцом, цианидами и др.) тяжелыми металлами.

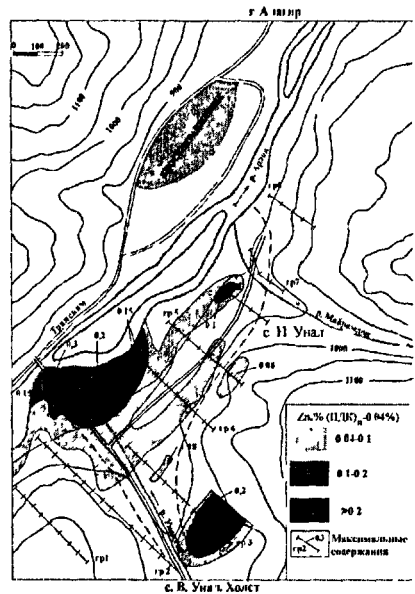
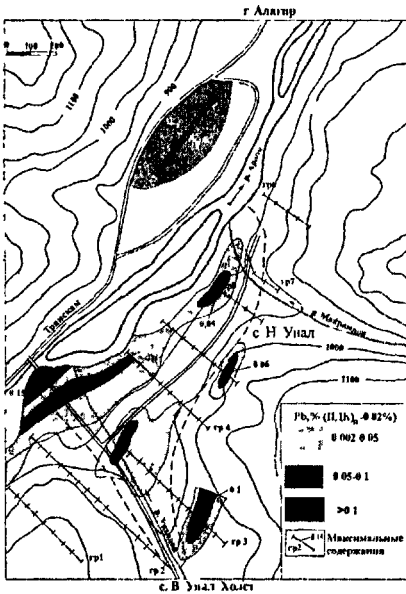


Рис. 2 Распределение свинца в почвах района Унальского хвостохранилища.

Рис. 3 Распределение цинка в почвах района Унальского хвостохранилища.

Рост заболеваемости и даже смертности может являться следствием повышенных концентраций свинца, цинка и других тяжелых металлов в окружающей природной среде.

Причем, принято считать, что для патологии, зависимой от состояния окружающей среды, характерны не столько общая распространенность болезней, сколько частота и тяжесть хронических заболеваний.

Основной мишенью негативного влияния окружающей среды в районах накопителей отходов является дыхательно-легочная система организма.

По данным Министерства Природных Ресурсов Республики (рис. 3) имеет место рост заболеваний органов дыхания населения Республики, причем величина заболеваемости хроническим бронхитом в Алагирском районе РСО-А, наиболее активном горнодобывающем районе республики, в более чем в 30 раз превышает более благополучные, с экологической точки зрения районы.

В настоящее время весьма актуальным является выявление причин загрязнения окружающей среды свинцом и цинком. ПДК свинца в атмосферном воздухе составляет 0,3 мкг/м. Допустимое содержание свинца в природной питьевой воде составляет 0,02мкг/л. Пыль и почва являются главными источниками поступления свинца в организме человека.

Установлено, что интоксикация свинцом утяжеляет течение вирусной инфекции. Следует подчеркнуть, что токсическое воздействие свинца на организм испытывают не только люди, связанные со свинцовым производством, но и те, кто проживает вблизи.

Вышесказанное определяет необходимость проведения кардинальных мер по изменению сложившейся ситуации.

Установлено, что одним из методов оздоровления окружающей среды в районе расположения хвостохранилища, безусловно, является поиск путей комплексного использования хвостов обогащения в смежных отраслях промышленности, при условии более полного извлечения из них остаточного содержания ценных компонентов.

В главе II «Разработка природоохранных технологий по комплексной утилизации отходов производства Мизурской обогатительной фабрики» рассмотрена возможность создания ресурсосберегающих производств по использованию хвостов обогащения в различных отраслях промышленности после извлечения основных рудных элементов и серы.

Создание технологических процессов, в которых не образуются отходы — одна из важнейших проблем современного общества, направленная на экологизацию горнорудных предприятий.

Однако, в настоящий момент, объем утилизации отходов горнорудного производства не превышает первых процентов от объемов выдаваемых на земную поверхность. Основным препятствием для утилизации является то обстоятельство, что при обогатительном и металлургическом переделах возможности технологий не позволяют полностью извлекать полезные компоненты.

В частности, высокое остаточное содержание тяжелых металлов в хвостах обогащения препятствует их утилизации в виде строительных или иных материалов, в результате чего, хвосты остаются на поверхности, заражая окружающую среду.

В диссертационной работе была исследована возможность дополнительного обогащения лежалых и текущих отходов обогащения полиметаллических руд, с возможностью получения кварцсодержащего материала и свинцово-цинкового концентрата.

С этой целью был проведен структурный и химический анализ хвостов Унальского хвостохранилища (Табл. 2)

В лабораторных условиях выполнены исследования возможности доизвлечения металлов из отвальных хвостов с использованием гравитационно-флотационной технологии.

Таблица 2

Химический состав хвостов обогащения

Химический элемент	Содержание, %
Si	72,2
Al	5,36
Fe	4,52
K	2,49
Na	0,80
Ca	0,89
Mg	0,60
Mn	0,16
Ti	0,15
S	2,09
Pb	0,16
Zn	0,08
Cd	0,001
C	1,69

Обогащение велось по традиционной технологической схеме (рис. 4), с тем отличием, что по методике СИ. Евдокимова в процессе флотации через определенные промежутки времени в камеру подавался нагретый пар, в результате чего происходила интенсификация процесса.

Исследования проводились с применением методики многофакторного планирования эксперимента методом Бокса-Уилсона (Табл. 3).

В качестве оптимизируемого параметра Y было принято качество камерного продукта, выраженное в минимальном содержании серы в пустой породе.

$$Y=f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) \quad (1)$$

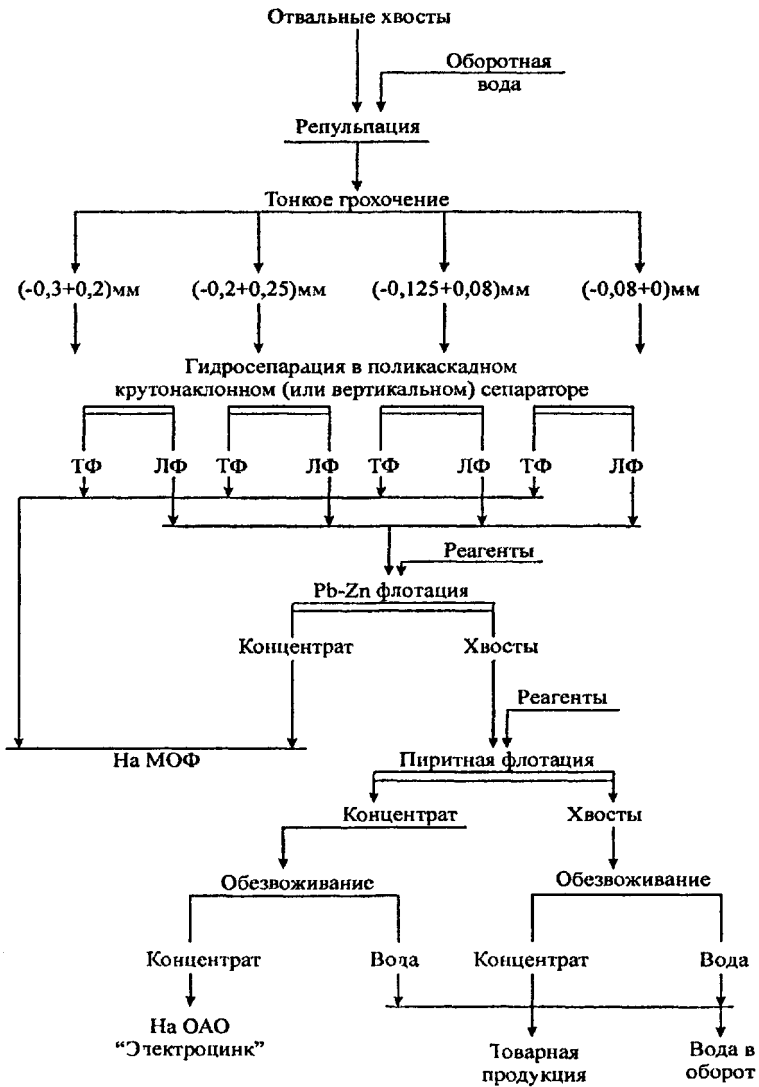


Рис. 4. Технологическая схема очистки хвостов от вредных примесей

Обозначение параметра	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	Y ₁	Y ₂
Основной уровень,	40	45	6,0	45	-	-
Шаг варьирования, λ	10	10	0,5	15	-	-
№ опыта						
1	-	-	-	+	0,37	0,38
2	-	-	+	+	0,35	0,34
3	-	+	-	-	0,34	0,34
4	-	+	+	-	0,32	0,30
5	+	-	-	-	0,34	0,31
6	+	-	+	-	0,31	0,29
7	+	+	-	+	0,28	0,27
8	+	+	+	+	0,25	0,27

X₁- расход медного купороса; X₂- расход ксантогената; X₃- время агитации
X₄- расход пенообразователя

$$Y = b_0 X_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n \quad (2)$$

Где b_0, b_1, \dots, b_n – коэффициенты регрессии;

$$\bar{Y}_i = \frac{\sum Y_{ij}}{N}; \quad b_0 = \frac{\sum \bar{Y}}{N}; \quad b_i = \frac{\sum Y_i l}{N} \sigma_{\text{онт}}^2 = \frac{\sum (Y_{ij} - \bar{Y})^2}{N} \quad (3)$$

где Y_{ij} – среднее значение в каждом опыте из 2-х параллельных;

Проверку однородности дисперсий воспроизводимости в точках производили по критерию Кохрена:

$$V_p = \frac{\sigma_{\text{max}}^2}{\sum \sigma_i^2}; \quad V_p < V_m \quad V_m = 0,84 \quad (4)$$

Адекватность аппроксимации поверхности отклика плоскостью проверяют по критерию Фишера (F-критерий)

$$F = \frac{\sigma_{\text{ад}}^2}{\sigma_{\text{он}}^2}, \quad \sigma_{\text{ад}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_j - Y_{pi})^2}{N - n}, \quad F_p < F_m, \quad F_m = 28,7 \quad (5)$$

где Y_{pi} – расчетное значение Y, вычисленное по уравнению регрессии

Лабораторные исследования обогатимости хвостов показали возможность доизвлечения металлов и серы гравитационно-флотационными методами до параметров, позволяющих их использование в смежных отраслях промышленности, в частности в качестве компонента обмазки в производстве сварочных электродов (Табл. 4,5,6,7).

Данные химического и минералогического состава пустой породы из хвостов показывают, что они представляют собой кварц-полевошпатовый материал. Подобные материалы широко используются в производстве сварочных электродов.

Содержание серы, тяжелых металлов в пустой породе удовлетворяет требованиям, предъявляемым к подобным материалам. Кроме того довольно высокое суммарное содержание оксидов калия и натрия способствует стабильному горению сварочной дуги.

В Ш-й главе «Изучение физико-химических свойств полученной в результате флотации пустой породы и разработка технологии их использования в ресурсосберегающем производстве сварочных материалов» рассматриваются вопросы практического применения пустой породы в качестве компонента покрытий сварочных электродов.

С целью изучения свойств пустой породы из хвостов обогащения как присадочного материала сварочных электродов, использовался комплексный термоанализ, включающий динамическую термогравиметрию и дифференциальный термоанализ.

Образцы материала исследовались на установке комплексного термического анализа фирмы "DuPont" (США) модели 1090, с испытательным модулем термогравиметрического и дифференциально-термического анализа..

Полученные результаты представлены на соответствующих диаграммах дифференциального термического (ДТГ) и термогравиметрического анализа (ТГА).

Данные ТГА (Рис.5) свидетельствуют о термическом разложении материала образца с образованием газовой фазы в интервале температур 480 ... 800 °С, с максимумами при температурах ~675 и ~695 °С.

Первый участок потери массы характерен для процесса удаления гигроскопической, цеолитной и связанной влаги по различным транспортным механизмам. Общий уровень потерь массы не превышает 2 %. Прирост массы при температурах выше 700 °С характерен для процессов окисления металлических составляющих (железа, в частности).

Уменьшение массы образца в температурном интервале 480 ... 900 °С составляет ~3,28 % (мас).

Таблица 4
Гранулометрический состав пустой породы

Классы крупности	Выход, %	
	От операции	От исходного
-0,3+0,1	71,09	52,41
-0,1+0	28,91	21,32
Всего	100,00	73,73

Таблица 5
Химический состав свинцово-цинкового концентрата

Хим. Элемент, %	Цинк	Свинец	Медь	Сера
Содержание, %	1,9	1,22	0,7	31

Таблица 6

Химический состав пустой породы

Классы крупности	Содержание элемента, %											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	S	Pb	Zn	Cu
-0,3+0,1	74,82	9,34	0,18	3,12	3,74	1,51	2,5	0,8	0,31	0,04	0,025	0,0013
-0,1+0	74,68	9,36	0,16	3,23	3,84	1,45	2,4	0,9	0,29	0,04	0,023	0,0014
Среднее	74,75	9,35	0,17	3,18	2,79	1,48	2,45	0,85	0,30	0,04	0,024	0,0013

Таблица 7

Минеральный состав пустой породы

Минералы	Кварц	Карбонаты	Полевые шпаты	Серицит	Слюды	Гидроксиды железа	Амфиболы	Пирит	Пирротин	Сфалерит	Галенит	Халькоперит
Содержание, %	66,5	7,31	15,0	8,0	0,42	0,39	0,78	0,94	0,39	0,13	0,08	0,06

Такие изменения могут быть связаны с протеканием обменных реакций и деструкцией материалов с выходом газовой фазы либо с термической деструкцией карбонатов. Наблюдается также слабый прирост массы образца, возможно, связанный с окислением компонентов образца продуктами его же деструкции и примесью кислорода в атмосфере печи, уже начиная с температуры $\sim 380^\circ\text{C}$. Этот прирост массы заметно интенсифицируется при температуре превышающей 900°C .

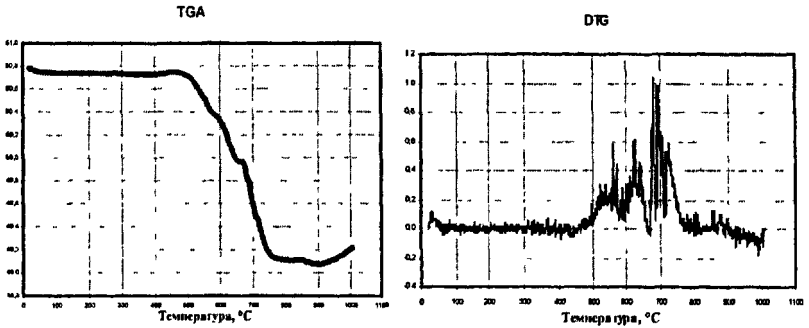


Рис.5 Результаты термических анализов пустой породы

В целом, кинетика разложения при нагреве до 1000°C , по характерным интервалам температур, схожа с разложением различных силикатов, в частности вулканическим пеплом (Рис. 6).

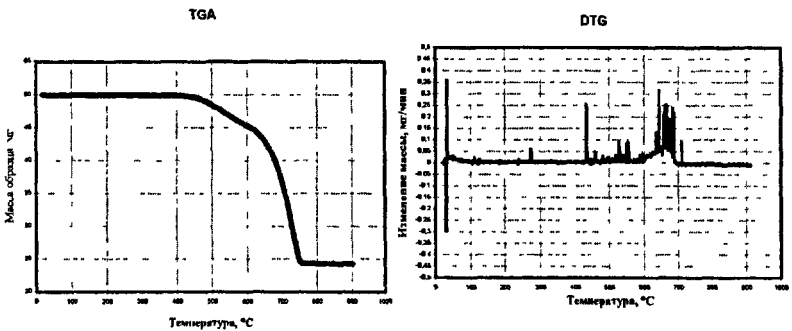


Рис.6 Результаты термических анализов вулканического пепла

Вулканический пепел вводится в состав покрытий электродов в качестве шлакообразующего и пластифицирующего компонента, поэтому, пустую породу из хвостов обогащения целесообразно использовать подобным образом.

На основе полученных данных о вещественном, гранулометрическом составе, физико-механических свойствах, термических характеристиках рассматриваемого материала, были проведены исследования по разработке новых видов сварочных электродов различного назначения, содержащих в своем составе, в качестве газообразующего и стабилизирующего компонента пустой породы из хвостов Унальского хвостохранилища.

Разработка сварочных материалов — это сложный и трудоемкий процесс, заключающийся в установлении пределов содержания каждого из компонентов, обеспечивающих требуемые сварочно-технологические и санитарно-гигиенические свойства сварочных электродов.

Поскольку качество полученного в результате сварки шлака, является косвенным показателем свойств металла шва, по известным шлаковым системам можно с определенной степенью вероятности определить основные механические и химические характеристики наплавленного металла.

Расчет шлаковых систем производился по методике Петрова Г.Л. с использованием в покрытии в качестве компонента пустой породы.

Пустая порода, представляющая собой кварц-полевошпатовый материал, и содержащая в своем составе (K_2O+Na_2O) до 4%, применялась в качестве шлакообразующего и стабилизирующего компонента покрытий вместо дорогостоящих полевого шпата и кварцевого песка (Табл. 8).

Расчеты проводились с использованием тройных диаграмм состояния.

Содержание элемента в покрытии рассчитывалось с учетом коэффициента перехода элемента в наплавленном металл и шлак:

$$[Me]_{нм} = [Me]_{зс} K_{перMe_{зс}} + \frac{G_{зн}}{G_{зс}} P_{Me} [Me]_{P_{Me}} K_{перMe_{зн}} \quad (6)$$

где $[Me]_{нм}$ - концентрация элемента в наплавленном металле;

$[Me]_{зн}$ - концентрация элемента в покрытии;

P_{Me} - относительное количество в составе покрытия материала;

$\frac{G_{зн}}{G_{зс}}$ - относительный вес покрытия;

$G_{зс}$

$K_{перMe_{зс}}$ и $K_{перMe_{зн}}$ - коэффициенты перехода элемента из электродного стержня и покрытия;

Введение в состав покрытий сварочных электродов оптимального количества полученной пустой породы, как одного из компонентов шлаковой системы, позволяет получить шлаки, обладающие способностью самопроизвольно растрескиваться в процессе остывания.

Таблица 8.

Сопоставление рассчитанного и отработанного экспериментом составов покрытий

№ ...	Составляющие электродного покрытия	Состав покры- тия							Перешло в газовую фазу	Рецепт расчет. шихты покры- тия в %	Рецепт покрытия, уточненны й экспери- ментами
			SiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O +K ₂ O	Al ₂ O ₃	MnO			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,2	Доломит	55	-	15,7	10,8	-	-	-	CO ₂ =25,2	67,3	63
3	Пустая порода	14	7,0	-	-	0,7	1,4	-	-	15	15
6	Ферросилиций Cu-75	9,1	12,1	-	-	-	-	-	-	10,8	11
5	Ферромарганец Mn-1	4,9	-	-	-	-	-	2,34	-	5,8	5,0
7	Бентонит	1,0	0,7	-	-	-	0,3	-	-	1,1	1,0
4	Жидкое стекло	11,0	8,0	-	-	3,0	-	-	-	-	-

Таблица 9

химический состав наплавленного металла оптимизированных составов сварочных электродов.

№	Электроды		Хим. состав наплавленного металла, %				
	Марка	Содержание пустой породы в покрытии, %	C	Si	Mn	S	P
1	УОНИ-13/55	17	0,063	0,029	0,794	0,016	0,024
2	ЛБ-52TRU	23	0,065	0,415	0,901	0,014	0,015
4	MP-3K	16	0,092	0,198	0,897	0,013	0,008
5	АНО-6	14	0,086	0,142	0,657	0,024	0,021
6	АНО-6	12	0,087	0,138	0,658	0,027	0,020

Полученные в результате расчета рецептуры шихты покрытия далее уточнялись экспериментами (табл. 9)

Оптимизированные рецептуры покрытий электродов различных типов с различным содержанием пустой породы из хвостов обогащения прошли исследования в лаборатории Днепропетровского опытно-конструкторского завода сварочных материалов.

Из таблиц видно, что полученные электроды по химическому составу металла шва удовлетворяют техническим условиям.

На рис. 7 показаны изменения основных механических характеристик металла швов в зависимости от содержания в них пустой породы.

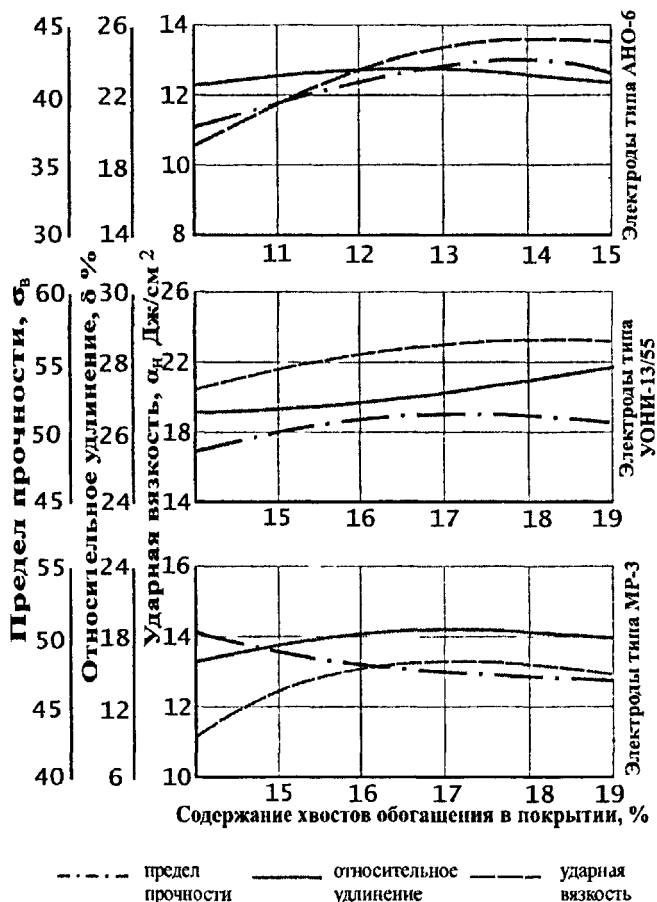


Рис. 7. Влияние количества пустой породы в составе обматки на свойства металла швов

Использование пустой породы из хвостов обогащения Садонского свинцово-цинкового комбината в качестве покрытий электродов типа УОНИ-13/55 взамен традиционно используемых кварцевого песка и полевого шпата обеспечивает улучшение технологичности опрессовки электродов и повышает эксплуатационные свойства электродов.

В главе IV «Эколого-экономические проблемы, комплексного использования отходов горного производства» предложены методики определяющие эффективность вовлечения отходов горного производства в промышленность.

В условиях ускорения темпов вовлечения в народно-хозяйственный оборот минеральных ресурсов комплексное их использование приобретает большое значение, позволяет максимально извлекать ценные компоненты при существующих возможностях научно-технического прогресса. Решать задачу обеспеченности производства сырьем гораздо эффективнее посредством рациональной ее переработки, чем путем увеличения ее добычи.

Это ликвидирует необходимость создания новых производств по переработке сырья, снижает транспортные расходы на его перевозку, ограничивает отвод сельскохозяйственных земель под отвалы.

В этой связи автором предложена математическая модель определения условий, обеспечивающих минимум затрат на переработку отходов горнопромышленного комплекса.

Предложенная модель связывает себестоимость переработки отходов с такими параметрами, как количество перерабатываемого сырья и содержания в нем ценного компонента.

Модель разработана по критерию минимума затрат по Лагранжу.

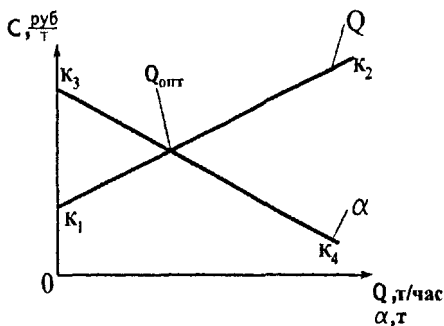


Рис. 16. Зависимость себестоимости от количества перерабатываемых отходов и извлечения из них ценного компонента.

При условии, что себестоимость C_0 переработки техногенного месторождения является функцией количества перерабатываемых отходов за определенный период и содержания в отходах перерабатываемого компонента (Рис.16), т.е. $C_0=f(Q_0, \alpha_0)$

Зависимости C_0 от Q_0 и α_0 можно в первом приближении принять линейными: $C_0=(K_1+K_2Q_0)(K_3+K_4, \alpha_0)$ (7)

Примем $R_1=K_1K_3$; $R_2=K_2K_3$; $R_3=K_1K_4$; $R_4=K_2K_4$ (8)

$\Phi=R_1+R_2Q_0+R_3 \alpha_0+R_4 \alpha_0 Q_0+\lambda(Q_{нк}-\alpha_0 Q_0)$ (9)

Где λ - множитель Лагранжа

Для нахождения минимума функции Φ , продифференцируем выражение по α_0 и Q_0 и приравняем частные производные нулю:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \alpha} = R_3 + R_4 Q_0 - \lambda Q_0 = 0 ; \frac{\partial \Phi}{\partial Q} = R_2 + R_4 \alpha_0 - \lambda \alpha_0 = 0 \quad (10)$$

после преобразования получим:

$$Q_0 = \sqrt{\frac{R_3^2}{R_2 R_3}} = \sqrt{\frac{R_3}{R_2}} Q_{нк} \quad (11)$$

где $Q_{нк}$ — план выдачи металла в руде для рудника на определенный отрезок времени.

В результате преобразований получим:

$$Q_{0,опт} = \sqrt{\frac{K_1 K_4}{K_2 K_3}} Q_{нк} \quad (12)$$

В целом, для определения экономической эффективности природоохранных мероприятий в горно-промышленном комплексе целесообразно использовать показатель чистого дисконтированного дохода (ЧДД), который для оценки эффективности природоохранных мероприятий будет определяться следующим образом:

Для отрасли

$$ЧДД_T = \sum_{t=0}^T \left[(П(\Delta Y_t) + П_{отх} + П_{кред} + П_{зам}) - \left(\sum_n^N 3_{вн} - 3_{суб} \right) \right] (1+r)^{-t} \rightarrow \max \quad (13)$$

Для общества

$$ЧДД_T = \sum_{t=0}^T \left[\left(\Delta Y_t + П_{отх} + \sum_n^N Y_{нк} \right) - (3_t) \right] (1+r)^{-t} \rightarrow \max \quad (14)$$

где Γ — коэффициент дисконтирования, который для мероприятий социальной и экологической направленности принимается на уровне 0,5 банковской процентной ставки; $П(\Delta Y)$ — снижение платы за загрязнение окружающей среды; $П_{отх}$ — дополнительная прибыль от реализации отходов сторонней организации или собственной переработки и реализации полученной продукции потребителю; $П_{кред}$ — снижение платы за полученный кредит; $П_{зам}$ — эффект от использования техногенного сырья, взамен дорогостоящего минерального сырья;

$\sum_n^N Z_{\text{int}}$ - сумма затрат на реализацию природоохранного мероприятия; $Z_{\text{суб}}$ — величина субсидий; $\sum_n^N Y_{\text{int}} = Y_{\text{возл}} + Y_{\text{вод}} + Y_{\text{п-от}}$ -предотвращенный ущерб воде, воздуху и почве в связи с повышением полноты комплексности использования сырья; Z_i — затраты на реализацию природоохранного мероприятия.

Если для заданного периода времени T ЧДД >0 , то мероприятие экономически оправданно, если же ЧДД <0 , то природоохранное мероприятие экономически не выгодно.

В целом, экономический эффект от использования хвостов обогащения в сварочном производстве взамен традиционных материалов, может составить порядка 1,7 млн. руб/год, а объем их использования порядка 1,5тыс.т/год

Заключение

В данной работе решена актуальная научно-практическая задача - разработка природоохранной технологии комплексного использования отходов полиметаллических руд в ресурсосберегающем производстве сварочных материалов.

Основные теоретические результаты, практические выводы и рекомендации:

- Произведен анализ экологической ситуации в районе Унальского хвостохранилища Республики Северная Осетия-Алания, показывающий существенные превышения содержания свинца и цинка в почвах и воде, что является угрозой для окружающей среды и здоровья населения.
- Определены основные направления утилизации хвостов обогащения с целью снижения вредного воздействия их на окружающую природную среду
- Проведены исследования текущих и лежалых хвостов, в результате чего, удалось получить кварц-полевошпатовый материал, с минимальным содержанием серы, и свинцово-цинковый концентрат, который используется в основном цикле производства.
- Пустая порода из хвостов обогащения, в виде кварц-полевошпатового материала, по своим химическим, минералогическим и гранулометрическим характеристикам удовлетворяют требованиям, предъявляемым к сырью для сварочных материалов.

- Расчетными методами были разработаны несколько вариантов составов покрытий сварочных электродов, которые были испытаны в лабораторных и заводских условиях.
- Установлено, что введение пустой породы в покрытия сварочных электродов общего назначения улучшает технологичность опрессовки электродов; повышает устойчивость горения сварочной дуги.
- Разработана математическая модель определения условий, обеспечивающих минимум затрат на переработку отходов горно-промышленного комплекса.
- Предложена методика определения эффективности внедрения новых ресурсосберегающих технологий в горно-промышленном производстве, с учетом снижения ущерба окружающей среде.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

- 1. Басиев К.Д., Рухлин Г.В., Байматов А.М. Производство сварочных материалов с использованием минерально-сырьевой базы Республики Северная Осетия-Алания.// IV-я международная конференция «Устойчивое развитие горных территорий: проблемы регионального сотрудничества и региональной политики горных районов» г. Владикавказ, 23 - 26 сентября 2001 г. с 140 - 141.
2. Байматов А.М., Рухлин Г.В., Басиев К.Д. Анализ термических параметров материалов, используемых в производстве сварочных электродов.//Труды молодых ученых. № 3. ВНЦ РАН. г. Владикавказ. 2002 г., с. 64 - 70.
3. Басиев К.Д., Бадтиева В.А., Рухлин Г.В., Байматов А.М. Исследование экологических характеристик новых сварочных электродов.// Вестник МАНЭБ. г. Владикавказ. №9.2002 г., с. 209 - 211.
4. Басиев К.Д., Рухлин Г.В., Байматов А.М. Использование нерудных материалов, добываемых в РСО-Алания в качестве компонентов сварочных материалов.// Материалы П-ой Всероссийской научно-практической конференции «Горно-металлургический комплекс России: состояние, перспективы развития» г. Владикавказ, 25 - 28 июня 2003 г., с. 403 - 404.
5. Басиев К.Д., Рухлин Г.В., Байматов А.М. Пластифицирующий и стабилизирующий компонент в покрытиях электродов основного типа.// «Сварочное производство», М.: № 4, 2003 г., с. 23 - 25.
6. Басиев К.Д., Рухлин Г.В., Байматов А.М., Купеева Р.Д. Новые природоохранные технологии по комплексной утилизации хвостов обогащения Мизурской обогатительной фабрики// Материалы V-ой международной конференции «Устойчивое развитие горных территорий: проблемы и перспективы интеграции науки и образования» г. Владикавказ. 2004 г. с 290-292
7. Басиев К.Д., Рухлин Г.В., Байматов А.М. Возможности использования отходов горного и перерабатывающих производств в других отраслях народного хозяйства.// Тезисы докладов НТК, посвященной 65-летию научно-исследовательского сектора. «Терек» СКГМИ (ГТУ), г. Владикавказ. 2004 г., с. 109-111.

8. Рухлин Г.В., Байматов А.М., Заглова -Л.А. Рациональное использование отходов деятельности горного производства в качестве сырья для сварочных материалов.// «Терек» СКГМИ (ГТУ), г. Владикавказ. 2004 г., с. 130-136.

9. Басиев К.Д., Рухлин Г.В., Байматов А.М. Исследование пластифицирующих характеристик вулканического пепла с целью использования его в качестве компонента покрытия сварочных электродов.// «Терек» СКГМИ (ГТУ), г. Владикавказ. 2004 г., с. 90 - 96.

Подписано в печать 17.12.2004 г.

Формат изд. 60x84 1/16. Объем: 1 усл.пл.

Тираж 100 экз. Заказ № 472

Подразделение оперативной полиграфии СКГМИ (ГТУ)

362021, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44.

- - 796