

На правах рукописи



Чурсин Денис Александрович

**РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ КАРЬЕРНЫХ
ОТХОДОВ И УТИЛИЗАЦИЯ МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ
ШЛАКОВ В АКВАТОРИИ ОЗЕРА БАЙКАЛ**

Специальность: 25.00.36 - геоэкология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Иркутск 2006

Работа выполнена на кафедре Безопасности жизнедеятельности и Экологии
Иркутского государственного университета путей сообщения.

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук,
профессор Скворцов В.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Баранов А.Н.
кандидат технических наук, старший
научный сотрудник Петров С.В.

Ведущая организация: Институт Геохимии им. А.П.
Виноградова СО РАН, г. Иркутск

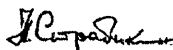
Защита диссертации состоится ___ декабря 2006 г. в 10⁰⁰ на заседании
диссертационного совета Д 212.073.04 Иркутского государственного
технического университета по адресу: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Иркутского
государственного технического университета.

Ваши отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью
организации, просим направлять по адресу: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова,
83, ИрГТУ, ученому секретарю диссертационного Совета.

Автореферат разослан ___ октября 2006 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного Совета
докт. тех. наук, профессор



Н.Н. Страбыкин

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В настоящее время значительную долю в загрязнение окружающей среды оз. Байкал с запада вносит крупное горнодобывающее предприятие Ангасольский щебеночный завод, с востока - Улан-Удэнский локомотивовогоремонтный завод.

На Ангасольском щебеночном заводе скопилось около 500 тыс. тонн отходов (отсева щебня) от дробления гранодиоритов и крупные негабаритные блоки горных пород, включая микрогаббро. Это привело к ряду серьезных проблем: площадь внешнего отвала согласно «Рабочему проекту» полностью заполнена, площадь внутреннего отвала ограничена с северо-востока разрабатываемым карьером, с северо-запада автомобильной дорогой, идущей в карьер, с южной стороны - подземными коммуникациями и водозабором жилого поселка. Согласно «Разрешению на размещение отходов», предельное накопление отсева временно (в течение одного года) складированное на территории самого предприятия составляет порядка 130 тыс. тонн. По истечению года все накопления, превышающие данные количества считаются сверхнормативными и предприятие ежегодно должно платить от 290 до 580 тыс. руб. сверхнормативных платежей.

Реализация отсева идет крайне медленно. Отвалы отсева щебня высотой до 12 м расположены около поселка Ангасолка, в 2,5-3 км от озера Байкал и занимают площадь до 15 га. Они постоянно пылят и загрязняют приземный слой атмосферы аэрозолями, состав их и влияние на окружающую среду в бассейне оз. Байкал рассматривался ранее (Чурсин и др., 2000, 2001, 2002).

В целях снижения загрязнения окружающей среды отходами щебня, количество которых продолжает расти, необходимо иметь экологически чистые и приемлемые для щебеночного завода способы утилизации.

На Улан-Удэнском локомотивовогоремонтном заводе список, образующихся от ряда производств отходов, достаточно велик. Наибольшую ценность представляют металлосодержащие шлаки, количество которых ежегодно составляет порядка 2500-3000 тонн. Из них шлаки от чугунного и стального литья, содержащие повышенные концентрации железа до 14 % и марганца до 4 %, увозятся в глиняный карьер вблизи р. Уды - притока р. Селенги, впадающей в оз. Байкал и захораниваются.

В результате с водами р. Селенги в озеро ежегодно попадает до 4 млн. тонн минеральных веществ; 0,4 органических и 1 млн. тонн взвешенных веществ; 0,2 тыс. тонн нефтепродуктов (Молотов и др. 2003), что создает неблагоприятные условия для экосистемы дельты реки, Селенгинского мелководья и озера Байкал в целом. Чтобы не допускать этого и снизить загрязнение следует разрабатывать эффективные способы по утилизации образующихся отходов.

Шлаки образующиеся от цветного литья, количество меди в которых достигает 80 %, цинка до 40 %, свинца до 9 % предлагается переработать непосредственно на заводе.

Цель исследований: Снизить влияние антропогенных факторов на акваторию оз. Байкал за счет разработки экологически чистых способов переработки карьерных отходов и безопасной утилизации металлосодержащих шлаков.

Основные задачи:

1. Провести комплексную оценку образующихся отходов с учётом класса опасности и ареала рассеяния аэрозолей в среде и оценить возможность использования отходов в промышленности и строительстве.

2. Изучить фазовый состав отходов.

3. Подобрать экономически эффективные и экологически чистые способы утилизации и переработки отходов (отсева щебня, горных пород и шлаков) с получением вторичной продукции для предприятий региона.

4. Предложить проект производственного участка для организации и переработки отходов на щебеночных заводах с целью изготовления тротуарной плитки, стеновых пустотелых блоков, обеспечивающих минимизацию антропогенного воздействия отходов на живую природу. Оценить возможность использования горных пород, как облицовочного камня.

5. Рассчитать экономическую эффективность способов переработки и утилизации отходов рассматриваемых производств.

Методика исследований. Выбранная методика включала непосредственную работу на производстве, связанную с изучением технологического процесса, в результате которого образуются отходы, последующий отбор проб, лабораторное изучение вещества, экспериментальное моделирование, анализ и обобщение полученных материалов.

Впервые при исследовании отходов применялся комплекс методов, в том числе недавно разработанные в БФ «Сосновгеология» (ФГУП «Урангео» МПР РФ):

1. Определение содержащих U, Th, K и удельной активности радионуклидов ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{40}K на низкофоновой гамма-спектрометрической установке;

2. Индицирование техногенных образований и природных минералов рентгеновским количественным фазовым анализом. Последний метод применён нами в 2000-2002 гг. (Чурсин и др., 2000, 2000¹, 2001; Рогова, Киселев, Чурсин и др., 2002; Rogova, Kiselev, Chursin, 2002¹) для диагностики состава отходов, пыли отвалов, а также твердых фаз аэрозолей (пылевые нагрузки на экосистемы побережья озера Байкал в городах Слюдянка, Байкальск, поселок Ангасолка).

Состав отходов устанавливался химическим и эмиссионным спектральным анализами (на 50 элементов) в БФ «Сосновгеология».

Экспрессные биологические анализы по определению токсичности отходов проведены в Институте токсикологии (г. Байкальск).

Изготовление тротуарной плитки на виброплощадке СМЖ-539 и стеновых пустотелых блоков на установке Рифей-5, а также испытание изделий

проводились в лаборатории «Стройконтроль» завода ЖБК СМТ-14 филиала ОАО «РЖД».

Обработка и разделение шлаков от бронзового и латунного литья локомотивовагоноремонтного завода осуществлялась в Лаборатории обогащения Иркутского государственного технического университета. Извлечение меди проводилось на опытной электролизной установке.

Работа выполнялась в соответствии с Экологической программой железнодорожного транспорта на 2001-2005 годы и планом НИОКР МПС России по теме 14.3.07: «Технология утилизации металлургических шлаков, горелой земли, отсева щебня, шлаков котельных с получением продукции».

Научная новизна. Впервые установлен фазовый состав отходов (отсева щебня, горных пород и шлаков) щебеночного и локомотивовагоноремонтного заводов. В шлаках выявлены ассоциации техногенных кристаллических фаз, необходимые для выбора соответствующих способов их последующей утилизации и переработки. Усовершенствована методика по определению эколого-токсикологических свойств отходов (включающая геохимические, минералогические, биологические и физико-химические методы), позволившая снизить класс опасности отходов и в большом объеме вовлечь их в производство, чтобы освободить территорию Прибайкальского национального парка от дальнейшего загрязнения. Изучен состав рассеянных аэрозолей в бассейне оз. Байкал.

Обоснованность и достоверность результатов исследований подтверждается качеством полученной продукции: тротуарной плитки и стеновых пустотелых блоков, отвечающих требованиям ГОСТ (прочность, морозостойкость, теплопроводность), засвидетельствованной Актами испытаний; катодных пластин - химическими анализами.

Практическая значимость. Для уменьшения негативного влияния на природу предприятиям Байкальского региона (щебеночному и локомотивовагоноремонтному заводам) разработаны экологически чистые технологии и проекты организации производственных участков по переработке промышленных отходов. Они могут быть использованы и на других объектах России, где ежегодно скапливаются большие количества близких по составу отходов. Суммарный экономический эффект от переработки отходов только на данных предприятиях может достигать до 10 млн. руб. в год и выше.

Реализация результатов исследований. Ангасольскому щебеночному заводу передано - Заключение об эколого-токсикологических свойствах отсева щебня и горных пород (Акт внедрения ноябрь 2001 г. - экономическая эффективность 5,7 млн. руб. в год), Технологии изготовления тротуарной плитки и стеновых пустотелых блоков (Акт внедрения ноябрь 2003 г. - экономическая эффективность до 2 млн. руб. в год), Проект организации производственного участка по переработке отходов. Переданные щебеночному заводу материалы включены в настоящее время в разрабатываемый проект по его расширению и модернизации.

Улан-Удэнскому локомотивовагоноремонтному заводу переданы схемы обращения с отходами и способы утилизации металлургических шлаков с

извлечением меди (Акт внедрения от 1.04.2000 г. - экономическая эффективность 2,6 млн. руб. в год).

Апробация работы. Результаты отдельных исследований на различных этапах освещались на Международном уровне: на экологическом конгрессе «Новос в экологии и безопасности жизнедеятельности» (Санкт-Петербург, 2000); на научно-технических конференциях «Новые материалы и технологии на рубеже веков» (Пенза, 2000); «Энергосберегающие технологии и окружающая среда» (Иркутск, 2004); на Всероссийском уровне: на научно-практических конференциях «Безопасность движения поездов» (Москва, 2000); «Экологическая политика и устойчивое развитие регионов России» (Пенза, 2002); «Информационные технологии и модели в решении современных проблем экологии» (Тула, 2002); на Советании руководителей природоохранных подразделений железных дорог по обмену опытом обеспечения экологической безопасности в условиях структурной реформы» (Иркутск, 2003); на региональном уровне: на научно-практических конференциях «ВУЗы Сибири и Дальнего Востока Транссибу» (Новосибирск, 2002); «Аэрозоли Сибири» (Томск, 2000, 2001, 2002).

Личный вклад автора состоял в определении и анализе минералогическо-петрографического, гранулометрического составов и физико-механических свойств отсева щебня; в разработке способов изготовления тротуарной плитки и стеновых пустотелых блоков с использованием Ангасольского отсева щебня и в проведении испытаний полученных изделий; в изучении фазового состава шлаков и разработке способов и средств их утилизации; в проведении экспериментов по извлечению из них меди.

В работе защищаются следующие положения:

1. Пригодность использования отходов в промышленности и строительстве рекомендуется определять на основании изучения их экологотоксикологических свойств с применением комплекса методов, включающих геохимические, минералогические, биологические и физико-химические, что позволит разработать соответствующие способы их переработки и утилизации.

2. Предлагаемым способом переработки отходов отсева щебня, чтобы сократить площадь техногенного загрязнения территории, является использование его при изготовлении тротуарной плитки из подвижной бетонной смеси на виброплощадке СМЖ-539 и стеновых пустотелых блоков методом объемного полусухого вибропрессования на высокомеханизированной установке Рифей-5 в соответствии с разработанными технологиями. А отходы карьера – негабаритные блоки пород рекомендуется использовать в качестве облицовочного материала при строительстве и изготовлении различных изделий.

3. Способы утилизации металлосодержащих шлаков (образующихся на локомотивагоноремонтных заводах от чугунного, стального и цветного литья) рекомендуется разрабатывать на основе их фазового состава, характерного для определенных разновидностей. Утилизацию шлаков от бронзового и латунного литья с извлечением из них меди и других металлов

необходимо проводить с помощью электролиза, при полученных в процессе эксперимента технологических параметрах (силе тока, напряжении и составе электролита).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 17 работ. Из них 10 статей и 7 тезисов докладов.

Структура и объем работы. Диссертация объемом 124 стр., состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (129 наименований), 23 рис., 24 табл. и 10-ти приложений.

Содержание работы

Во введении показаны актуальность темы, цель проводимых исследований, объемы выполненных работ. Раскрыта научная новизна полученных результатов. Указаны места их апробации и внедрения.

В первой главе дается характеристика общего состояния проблемы безопасной утилизации отходов.

Во второй главе анализируются условия образования и экологотоксикологические свойства карьерных отходов щебеночных заводов (горных пород и отсева щебня), раскрываются минеральный, химический, гранулометрический и физико-механический составы отсева щебня и цемента, необходимых для изготовления тротуарной плитки и стеновых пустотелых блоков. Разработаны способы и проект производственного участка для переработки отходов.

В третьей главе приводится анализ объемов образования металлосодержащих отходов на локомотивовогазоремонтных заводах и схема обращения с отходами, которая определяет очередность их утилизации в зависимости от значимости и экономической эффективности. Подробно раскрывается вещественный состав шлаков-сплавов, предлагаются способы их утилизации и извлечения из них цветных металлов.

В четвертой главе приводятся расчеты экономической эффективности предлагаемых способов переработки утилизации отходов: изготовления из отсева щебня строительных материалов и извлечения меди из металлосодержащих шлаков (сплавов). Показано, что переработка и утилизация отходов на предприятиях являются прибыльными.

Заключение содержит основные выводы и обобщенные результаты проведенных исследований.

Основное содержание работы

Основные результаты исследований отражены в следующих защищаемых положениях.

1. Пригодность использования отходов в промышленности и строительстве рекомендуется определять на основании изучения их экологотоксикологических свойств с применением комплекса методов, включающих геохимические, минералогические, биологические и физико-

химические, что позволит разработать соответствующие способы их переработки и утилизации.

На Ангасольском щебеночном заводе образуется большое количество отсева щебня. Областной комитет по охране природы настаивал на отнесении его к 4 классу опасности. Это ежегодно приводило предприятие к сверхнормативным платежам до 3 млн. рублей и способствовало накоплению отходов.

После дополнительного изучения эколого-токсикологических свойств отсева с использованием комплекса методов, включая геохимические, минералогические, биологические и физико-химические установлено, что в породах карьера и щебне концентрации выявленных химических элементов не превышают кларковых содержаний, определенных для подобных пород А.П. Виноградовым (1962). Содержания урана составляет $5 - 7 \cdot 10^{-5} \%$, тория $24 - 93 \cdot 10^{-5} \%$, калия $1,5 - 2,2 \%$, изотопов $^{137}\text{Cs} < 4$, $^{226}\text{Ra} 6 - 8$, $^{232}\text{Th} 10-38$ Бк/кг, $^{40}\text{K} 472-686$ Бк/кг и суммарная активность радионуклидов $114,09$ Бк/кг близки к фоновым. Минеральный и химический составы отсева представлены устойчивыми в процессе выветривания соединениями.

Токсичность отсева щебня определена по процентной гибели дафний за 96 часов в смывах с дробленого материала при соответствующих разведениях. Так смыв с отсева щебня нового отвала оказался для дафний нетоксичным: 100 % выживаемость рачков в течение 96 часов.

Все вышеперечисленное согласно ГОСТ 30108-94 позволяет отнести окварцованные гранодиориты, микрогаббро и щебень этих пород к строительному материалу I класса, пригодному для всех видов строительства без ограничения.

После того, как было установлено, что преобладающими породами в карьере являются диориты, габбро и полученный из них отсев щебня по совокупности критериев может быть отнесен (в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов, утвержденным приказом Госкомэкологии 27 ноября 1997 г., № 527) к пятому классу - практически неопасному с очень низкой степенью воздействия на окружающую природную среду, последовало решение рассмотреть все возможные способы его использования в промышленности и строительстве. Аналогично определены эколого-токсикологические свойства и других отходов.

2. Предлагаемым способом переработки отходов отсева щебня, чтобы сократить площадь техногенного загрязнения территории является использование его при изготовлении тротуарной плитки из подвижной бетонной смеси на виброплощадке СМЖ-539 и стеновых пустотелых блоков методом объемного полусухого вибропрессования на высокомеханизированной установке Рифей-5 в соответствии с разработанными технологиями. А отходы карьера - негабаритные блоки пород рекомендуется использовать в качестве облицовочного материала при строительстве и изготовлении различных изделий.

Улучшение экологической обстановки в районе оз. Байкал допускается только за счет своевременной утилизации образующихся отходов при

наличии экологически чистых способов изготовления из них вторичной продукции и последующей реализации.

После изучения физико-механических свойств отсева щебня и используемого портландцемента Тимлюйского цементного завода, экспериментально определялся состав бетонной смеси, для изготовления опытных образцов тротуарной плитки (табл. 1), отвечающих требованиям ГОСТ по прочности, морозостойкости и теплопроводности.

С целью получения требуемой марки бетона по морозостойкости F-300 в состав бетонной смеси вводились химическая добавка суперпластификатора С-3 и комплексная добавка С-3 + СНВ (смолоцеитрализованная воздухововлекающая). После чего из четвертого состава бетонной смеси первого подбора были отформованы опытные образцы изделий (тротуарная плитка), отвечающие всем требованиям ГОСТ.

Таблица 1

Результаты подбора состава бетонной смеси для формирования тротуарной плитки

№ п/п	Расход материалов на 1 м ³ бетонной смеси, кг			Цементно-водное отношение	Подвижность бетонной смеси, см	Плотность бетонной смеси, кг/м ³	Прочность бетона на сжатие, МПа 3 сут.
	Цемент М500	Вода	Песок				
1	485	278	1527	1,74	21-22	2290	14,2
2	559	281	1440	1,99	21-22	2280	25,8
3	600	286	1414	2,1	21-22	2280	26,3
4	543*	286	1471	1,9	21	2320	21,5
5	527	278	1496	1,9	18	2300	30,7
6	490	283	1521	1,73	20	2320	21,6
7	487	255	1609	1,9	18,5	2351	18,1
8	530	278	1524	1,9	21,5-22,5	2340	13,9
9	558	295	1447	1,9	25-26	2290	13,8
10	508	267	1524	1,9	20,5-21	2310	13,4
11	557	267	1524	2,1	23-26,5	2320	-
12	543	250	1527	2,2	24-27	2330	-
13	512	244	1595	2,1	22-24	2350	-

* состав изготовлен для испытаний на морозостойкость

Разработка способа по изготовлению стеновых пустотелых блоков (390x190x188 мм) на комплексной механизированной поточной линии «Рифей-5» заключалась в изучении физико-механических свойств портландцемента Ангарского цементного завода и Ангасольского отсева щебня; в оптимальном

подборе составов бетонной смеси, где в качестве заполнителя использовался данный отсев щебня; в проведении испытаний опытных образцов.

В результате проведенных исследований, был подобран состав бетонной смеси (табл. 2), отвечающий требованиям ГОСТ по прочности, теплопроводности и морозостойкости, предъявляемым к стеновым пустотелым блокам. И отработан экологически чистый способ их изготовления.

Таблица 2

Результаты подбора состава бетона
для формирования стеновых пустотелых блоков

№ п/п	Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг			Цементно-водное отношение	Жесткость бетонной смеси, см/сек	Плотность бетонной смеси, кг/м ³	Прочность бетона на сжатие, МПа	
	Цемент М500	Вода	Песок				3 сут.	28 сут.
1	381	210	1668	1,81	20	2260	19,2	39,9
2	356	205	1699	1,73	20	2260	17,6	35,2
3	291	205	1764	1,49	20	2260	14,4	27,3
4	345	210	1445	1,64	20	1987		28,7

Как показали дальнейшие изучения отходов, породы карьера гранодиориты и микрогаббро относятся к природным облицовочным камням и оказываются пригодными (предел прочности при сжатии их превышает 1000 кг/см²) для изготовления тесанных и пиленых блоков, декоративных плит и изделий.

Разработанные таким образом способы переработки карьерных отходов горного предприятия (щебеночный завод), путем использования их при изготовлении строительных материалов и дополнительной реализации другим предприятиям и населению, позволят: очистить 40-50 % территории, примыкающей непосредственно к карьере, от техногенного загрязнения; уменьшить число пылящих отвалов; продолжить проводить отработку пород карьером, для получения щебня только в пределах строго ограниченной площади без её увеличения. Всё это будет способствовать минимальному загрязнению окружающей природной среды в Прибайкальском национальном парке и акватории озера Байкал в целом.

3. Способы утилизации металлосодержащих шлаков (образующихся на локомотивовагоноремонтных заводах от чугунного, стального и цветного литья) рекомендуется разрабатывать на основе их фазового состава, характерного для определенных разновидностей. Утилизацию шлаков от бронзового и латунного литья с извлечением из них меди и других металлов необходимо проводить с помощью

электролиза, при полученных в процессе эксперимента технологических параметрах (силе тока, напряжении и составе электролита).

Для разработки способов и технологий утилизации шлаков изучен их фазовый состав. Шлаки чугунолитейного цеха характеризуются присутствием техногенных силикатов (изоструктурных с природными минералами акерманитом $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$, геленитом $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$ и параволластонитом CaSiO_3) и репнтеноаморфной стекловидной массой.

Шлаки сталелитейного цеха с содержаниями железа 14-15 % и марганца 3-4 % по минеральному составу разделяются на три группы.

В первой группе шлаков преобладает техногенный минерал, изоструктурный с природным минералом гематитом Fe_2O_3 , в небольшом количестве присутствуют техногенные минералы, изоструктурные с природным магнетитом Fe_3O_4 и железистым хлоритом $5(\text{Mg}, \text{Fe})\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Эти шлаки могут быть вовлечены в переработку вторично.

Для второй группы шлаков характерны техногенные минералы диопсид $\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$, монтчеллит CaMgSiO_4 с гнездообразными, линзовидными включениями размером до 2-3 мм техногенного восстановленного железа. Данные шлаки также можно вводить во вторичную переработку, но после предварительного дробления и магнитной сепарации (для отделения восстановленного железа от силикатов).

В шлаках третьей группы большая часть железа сосредоточена в тугоплавких железо-магний-марганецсодержащих силикатах, аналогичных природным минералам, монтчеллиту CaMgSiO_4 , кирштейниту CaFeSiO_4 , и глаукохроиту CaMnSiO_4 с мелкими до 1 мм редкими шариками восстановленного железа, здесь же отмечаются также форстерит Mg_2SiO_4 , периклаз MgO , кварц SiO_2 . Рассматриваемые шлаки могут быть переработаны с извлечением полезных компонентов только с применением соответствующих флюсов.

Шлаки меднолитейного цеха от бронзового литья состоят из латуни (Cu, Zn) модификации 12Н, а также из техногенных минералов, изоструктурных с цинкитом ZnO , теноритом CuO , покрытыми белыми налетами, корочками, тонкими пленками техногенного виллемита Zn_2SiO_4 . В небольшом количестве присутствуют восстановленные металлы Pb, Cu изоструктурные с самородными свинцом и медью, отмечаются мелилит $(\text{Ca}, \text{Na})_2 [(\text{Mg}, \text{Al}) (\text{Si Al})_2\text{O}_7]$ и кварц.

В настоящее время на заводе есть сталелитейный и меднолитейный цеха, где идёт плавка, гальванический цех, где осуществляется электролиз и производится цинкование, хромирование, меднение, имеется комплекс очистных сооружений и устройств по очистке гальваносточков. Всё это позволяет, при наличии технологии, проводить переработку шлаков от цветного литья и извлекать металлы непосредственно на заводе, не ухудшая экологической обстановки. Исходя из анализа ситуации на заводе установлено, что наиболее

приемлемым способом переработки отходов от бронзового литья с получением катодной меди является электролиз. Предлагаемая технологическая схема переработки отходов (рис. 1) включает несколько последовательных операций.

В результате выполненных расчетов и опытных работ получены технические параметры промышленного электролиза (табл. 3) и разработана технология извлечения катодной меди из отходов от бронзового и латунного литья, непосредственно на Улан-Удэнском локомотивовагоноремонтном заводе.

Таблица 3

Параметры промышленного электролиза на ванне 1,55 м³

Сила тока I, А	Напряжение U, В	Катодная плотность Dк, А/м ²	Расчетное количество металла в год, кг	Прогнозируемый выход по току, %	Количество металла с учетом выхода по току, кг
3828	0,33	190	33696	93	31337
4030	0,35	200	35568	94	33433
4433	0,38	220	39000	93	36270

Проведенный, таким образом, дифференцированный подход, осуществленный при изучении фазового состава различных шлаков, позволил проанализировать и выбрать необходимые способы их переработки и утилизации, сократить излишне большие объемы их захоронения на соответствующих полигонах, находящихся, как правило, в старых заброшенных карьерах вблизи водных источников и уменьшить загрязнение окружающей среды в Байкальском регионе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена актуальная научная и практическая задача по снижению влияния антропогенных факторов на акваторию оз. Байкал за счёт разработки экологически чистых способов переработки карьерных отходов и безопасной утилизации металлосодержащих шлаков, что позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Проведенный нами комплексный эколого-токсикологический анализ отсева щебня Ангасольского щебеночного завода позволил отнести его к 5 классу практически неопасному, снизить платежи за размещение отсева в 16,5 раз и рекомендовать его к широкому использованию в строительстве и промышленности без ограничения, что дает возможность сократить до 50 % отчуждаемых земель занятых отходами в акватории оз. Байкал.

2. Для переработки отсева щебня Ангасольского щебеночного завода выбрано несколько способов. На виброплощадке СМЖ - 539 из подвижной бетонной смеси с использованием отсева отработана технология производства тротуарной плитки. Также на ней можно изготавливать облицовочные плиты для стен и пола. На высокопроизводительной установке «Рифей - 5» методом объемного полусухого вибропрессования с использованием отсева разработана

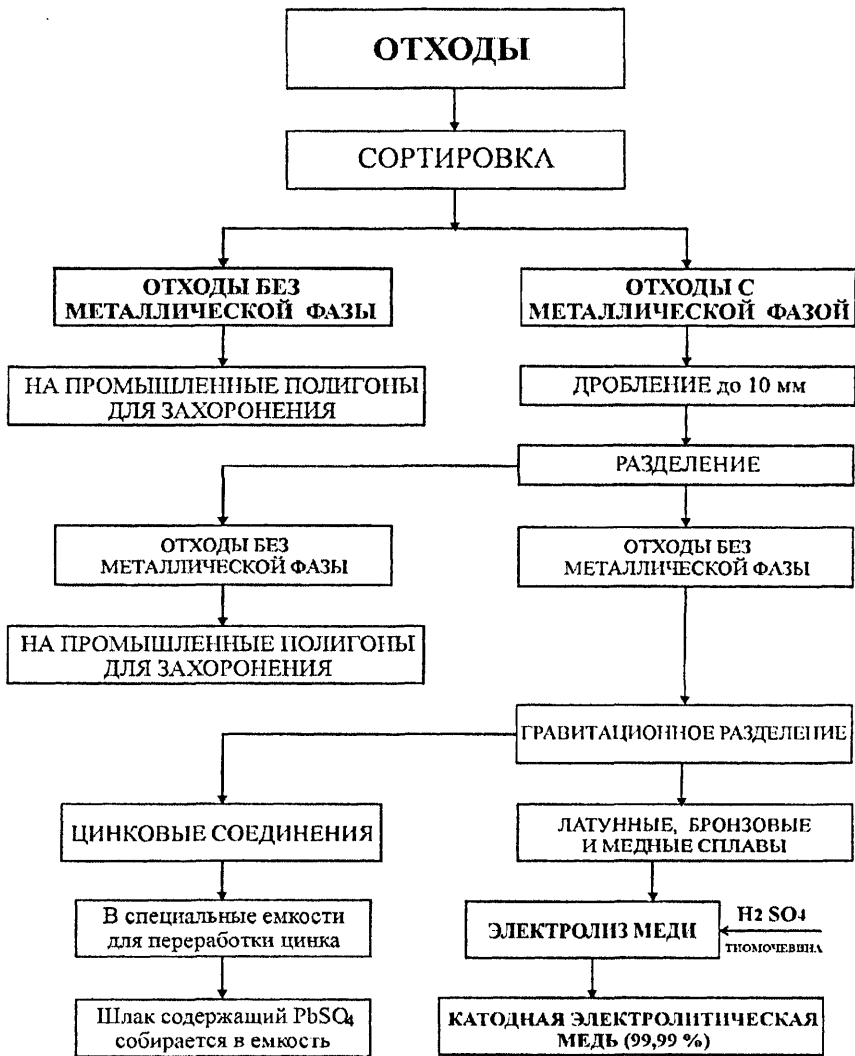


Рис. 1. Технологическая схема переработки отходов литейнометаллургического производства от бронзового и латунного литья

технология изготовления пустотелых стеновых блоков. Кроме них можно изготавливать полнотелые и перегородочные стеновые камни, облицовочные камни, элементы благоустройства, тротуарную плитку различной конфигурации, и др. Отходы горных пород (гранодиоритов), представляющих крупные блоки, образовавшиеся при взрыве в карьере, рекомендуется использовать в качестве облицовочного материала в строительстве, отполированные породы микрогаббро пригодны для изготовления различных изделий (настольные письменные приборы, шкатулки и др.). Разработан проект экологически чистого производственного участка по переработке отходов в условиях Ангасольского щебеночного завода. Экономическая эффективность при изготовлении тротуарной плитки и стеновых пустотелых блоков составляет около 2 млн. руб. в год. За счет расширения ассортимента изготавливаемых изделий она соответственно возрастет.

3. При изучении фазового состава металлодержащих шлаков выявлены группы техногенных кристаллических ассоциаций, позволившие выбрать соответствующие способы их утилизации и переработки, необходимые для уменьшения накопления отходов на полигонах, хранилищах, расположенных вблизи водных источников (р. Уда, р. Селенга, оз. Байкал).

Шлаки меднолитейного производства Улан-Удэнского локомотивового ремонтного завода, содержащие высокие концентрации цветных металлов, необходимо перерабатывать с помощью электролиза на месте. Определены основные параметры электролиза. Экономическая эффективность извлечения меди из шлаков достигает 2,6 млн. руб. в год и может быть увеличена за счет дополнительного извлечения других металлов.

4. Проведена оценка пылевой нагрузки в акватории оз. Байкал, которая значительно превышает нагрузку в Иркутске и Ангарске.

Список публикаций по теме диссертации:

1. Сворцов В.А., Рогова В.П., **Чурсин Д.А.**, Фёдорова Н.В. Особенности минерального состава шлаков сталелитейного производства и возможности их переработки. // Новые материалы и технологии на рубеже веков: Сборник материалов Международной научно-технической конференции. Ч.2.- Пенза, 2000.- С. 200-202.

2. Сворцов В.А., Рогова В.П., **Чурсин Д.А.**, Фёдорова Н.В., Бураков В.М. Характеристика отходов литейно-металлургического производства и пути их утилизации на локомотивовом ремонтных заводах. // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности: Сборник трудов Международного экологического конгресса. Том 1. 14-16 июня 2000 г. СПб./ Под. ред. Н.И. Иванова; Балт. Гос. техн. ун-т.- СПб, 2000.- С. 359-361.

3. Сворцов В.А., Рогова В.П., **Чурсин Д.А.**, Фёдорова Н.В. Промышленные отходы локомотивового ремонтных заводов и возможности их переработки. 100 лет Забайкальской железной дороге. // Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. - Чита, 2000- № 3 (27)-С. 147-150.

4. Скворцов В.А., Рогова В.П., **Чурсин Д.А.**, Фёдорова Н.В., Бурлаков В.М. Некоторые аспекты концепции экологической безопасности на объектах железнодорожного транспорта. // Вторая научно-практическая конференция. "Безопасность движения поездов". - М.: МИИТ, 2000. - С. 19-20.

5. **Чурсин Д.А.**, Фёдорова Н.В., Рогова В.П., Скворцов В.А. Минеральный состав твердофазных частиц аэрозолей в городах Иркутской области. // Аэрозоли Сибири. VII Рабочая группа: Тезисы докладов. - Томск: Изд-е Института Оптики атмосферы СО РАН, 2000. - С. 34.

6. **Чурсин Д.А.**, Фёдорова Н.В., Рогова В.П., Скворцов В.А. Минеральный состав твердофазных частиц аэрозолей в золоотвалах и отвалах отсева щебёночного завода. // Аэрозоли Сибири. VII Рабочая группа: Тезисы докладов. -Томск: Изд-е Института Оптики атмосферы СО РАН, 2000. - С. 34-35.

7. **Чурсин Д.А.**, Фёдорова Н.В., Рогова В.П., Скворцов В.А., Лазарева А.А. Минеральный состав твердофазных частиц аэрозолей в снежном покрове Иркутска и Байкальска. // Аэрозоли Сибири. VIII Рабочая группа: Тезисы докладов. - Томск: Изд-е Института Оптики атмосферы СО РАН. 2001. - С. 29.

8. Скворцов В.А., **Чурсин Д.А.**, Фёдорова Н.В. Систематизация источников отходов и пути их утилизации на Улан-Удэнском локомотивовагоноремонтном заводе. // Экологическая политика и устойчивое развитие регионов России: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. - Пенза, 2002.- С. 223-226.

9. Скворцов В.А., **Чурсин Д.А.**, Фёдорова И.В., Рогова В.П. О некоторых особенностях состава и возможностях переработки промышленных отходов на ВСЖД. // Информационные технологии и модели в решении современных проблем экологии: Сборник материалов Всероссийской научно-технической конференции. - Тула: Гриф и К, 2002.- С. 2-3.

10. **Чурсин Д.А.**, Скворцов В.А., Клещ В.Э. Технология переработки шлаков от бронзового литья. // ВУЗы Сибири и Дальнего Востока Транссибу /Региональная научно-практическая конференция. - Новосибирск, 2002.- С. 310.

11. Рогова В.П., Киселев В.Я., Фёдорова Н.В., **Чурсин Д.А.**, Скворцов В.А. Минералого-геохимический состав аэрозолей Южного Прибайкалья и дополнение к аналитической части методики снегогеохимической съемки.// Аэрозоли Сибири. IX Рабочая группа: Тезисы докладов. - Томск: Изд-во Института Оптики атмосферы СО РАН, 2002. - С. 36-37.

12. Рогова В.П., Киселёв В.Я., **Чурсин Д.А.**, Фёдорова Н.В., Скворцов В.А. Минеральный состав твердофазных частиц в городах Южного Прибайкалья. // «Оптика атмосферы и океана» том 15, № 5-6, 2002, - С. 555-557.

13. Rogova V.P., Kiselev V. Ya., **Chursin D.A.**, Fedorova N.V., Skvortsov V.A. Mineral composition of solid aerosol particles in towns of the Southern Baikal region.// «Optical of atmosphere and ocean» vol. 15, № 5-6, 2002, p. 502-504.

14. Скворцов В.А., **Чурсин Д. А.**, Фёдорова Н.В.; Клещ В.Э., Рогова В.П. Технология извлечения меди из шлаков литейнометаллургического производства на Улан-Удэнском локомотивовагоноремонтном заводе. // Сб.: Сове-

пание руководителей природоохранных подразделений железных дорог по обмену опытом обеспечения экологической безопасности в условиях структурной реформы. Тез. докл. - Иркутск, 2003 - С. 64-65.

15. Скворцов В.А., **Чурсин Д. А.** Утилизация промышленных отходов на объектах железнодорожного транспорта. - Сб.: Энергосберегающие технологии и окружающая среда. / Межд. конф. 29-31 марта Иркутск: Афинский технологический институт, Иркутский гос. ун-т путей сообщения, 2004.- С. 416-419.

16. Рогова В.П., Федорова Н.В., **Чурсин Д.А.**, Скворцов В.А. Загрязненность приземного слоя твердыми частицами на станциях участка линии ВСЖД Байкальск – Усолье-Сибирское. – Сб.: Энергосберегающие технологии и окружающая среда. /Межд. конф. 23-31 марта Иркутск: Афинский технологический институт, ИрГТУ, 2004. – С. 425-426.

17. Скворцов В.А., **Чурсин Д.А.** Концепция управления и утилизации отходов на предприятиях железнодорожного транспорта. //Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте. Материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. В 2 т. Т.2. отв. ред. В.П. Суров: Красноярск: Изд-во «Гротеск», 2005. – С. 360-362.

Подписано в печать 16.11.2006. Формат 60 x 84 / 16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,0.

Уч.-изд. л. 1,25. Тираж 100 экз. Зак. 531. Поз. плана 23н.

ИД № 06506 от 26.12.2001

Иркутский государственный технический университет
664074, Иркутск, ул. Лермонтова, 83

