

Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова

УДК 636.2.146.3

На правах рукописи

БАГОВА ЗАРИНА ИЛЕСОВНА

**Повышение уровня жизнеобеспечения при строительстве новых
производственных объектов по переработке техногенных отходов**

6D073100 – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Научные консультанты:
доктор технических наук,
профессор К.Т. Жантасов;

кандидат технических наук,
доцент Г.У. Бектуреева

Зарубежный научный консультант:
professor J. Rodrigo-Parri

Республика Казахстан
Шымкент, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
ОПРЕДЕЛЕНИЯ	6
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	7
ВВЕДЕНИЕ	8
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ СВИНЕЦСОДЕРЖАЩИХ ШЛАКОВ	13
1.1 Методы переработки металлов горной и цветной металлургии.....	13
1.2 Влияние шлаков свинцового производства на жизнедеятельность и окружающую среду.....	18
1.3 Влияние отвалов шлака свинцового производства на здоровье населения близлежащих районов.....	21
1.4 Состав шлака свинцового производства и пути их применения.....	23
Выводы по разделу.....	24
2 СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	25
2.1 Сырьевые материалы и методы определения их физико-химических характеристик.....	25
2.2 Методика проведения исследований и применяемые методы по определению физико-химических свойств исходных материалов.....	25
2.2.1 Рентгенофлуоресцентный метод исследования.....	26
2.2.2 Дифференциальный термический метод исследования.....	27
2.2.3 Рентгенодифрактометрический метод исследования.....	29
2.2.4 Электронно-зондовый микроанализ.....	29
Выводы по разделу.....	31
3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	32
3.1 Исследование шлаков свинцового производства.....	32
3.1.1 Физико-химические характеристики шлаков свинцового производства.....	32
3.2 Исследование основных параметров процесса переработки шлаков свинцового производства.....	41
3.3 Разработка усовершенствованной технологической схемы переработки шлаков свинцового производства.....	46
3.4 Предлагаемая технология переработки и утилизации шлаков свинцового производства.....	49
Выводы по разделу.....	50
4 КОМПЬЮТЕРНО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ШЛАКОВ СВИНЕЦОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЦЕЛЕВЫЕ ПРОДУКТЫ	52
Выводы по разделу.....	60
5 ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ШЛАКОВ СВИНЕЦОВОГОПРОИЗВОДСТВА	61
Выводы по разделу.....	69

6 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НОВОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ШЛАКОВ СВИНЦОВОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	70
6.1 Требования в области охраны окружающей среды.....	70
6.2 Общая характеристика нового производственного объекта.....	71
6.3 Рекомендации по управлению отходами производства и потребления	75
6.4 Воздействие на окружающую среду физических факторов.....	80
6.5 Краткая характеристика установок по пылегазоочистке отходящих газов, выбрасываемых в атмосферу.....	80
6.5.1 Очистка газов от серы.....	82
Выводы по разделу.....	85
7 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ НОВОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ШЛАКОВ СВИНЦОВОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	86
7.1 Предлагаемые мероприятия по минимизации негативного воздействия на окружающую среду для производственного объекта.....	87
Выводы по разделу.....	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	90
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	91
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Европейский патент.....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Технологические решения и рекомендации по обеспечению требований в области Промышленной Безопасности.....	102
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Акт опытных испытаний.....	105
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Акты внедрения.....	111
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Сертификаты.....	115

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.

ГОСТ17.2.1.04-77. Охрана природы. Атмосфера. Источники и метеорологические факторы.

СТ РК 1497-2006. Ресурсосбережение. Термины и определения.

ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения.

ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла. Основные положения.

СТ РК 1504-2006. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Документирование и регулирование деятельности по обращению с отходами производства и потребления. Основные положения.

СТ РК 2036-2010. Охрана природы. Выбросы. Руководство по контролю загрязнения атмосферы.

ГОСТ 30774-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отходов. Основные требования.

ГОСТ 31876-2012. Охрана природы. Атмосфера. Метод определения и расчета количества выброса загрязняющих веществ.

ГОСТ 31431-2011. Охрана природы. Атмосфера. Установление нормативов допустимого выброса загрязняющих веществ.

ГОСТ 30775-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация отходов. Идентификация и кодирование. Основные положения.

ГОСТ 31434-2011. Охрана природы. Атмосфера. Определение параметров эффективности работы пылеулавливающих установок.

СТ РК ИСО 6584-2010. Оборудование для очистки воздуха или других газов. Классификация пылеуловителей.

СТ РК 2036-2010. Охрана природы. Выбросы. Руководство по контролю загрязнения атмосферы.

ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.

ГОСТ 17.2.4.05-83. Охрана природы. Атмосфера. Гравиметрический метод определения взвешенных частиц пыли.

ГОСТ 17.2.6.02-85. Охрана природы. Атмосфера. Газоанализаторы автоматические для контроля загрязнения атмосферы. Общие технические требования.

СТ РК 1052-2002. Охрана природы. Атмосфера. Определение параметров выброса свинца, цинка, меди и их соединений.

ГОСТ 17.9.0.1-99. Охрана природы. Обращение с отходами. Выявление отходов и представление информационных данных об отходах. Общие требования.

ГОСТ 17.9.0.2-99. Охрана природы. Обращение с отходами. Технический паспорт отхода. Состав, содержание, изложение и правила внесения изменений.

ГОСТ 17.9.1.1-99. Охрана природы. Обращение с отходами. Классификация отходов. Порядок наименования отходов по генетическому принципу и отнесения их к классификационным категориям.

СТ РК 3048-2017. Наилучшие доступные технологии. Обработка отходящих газов при сжигании отходов. Общие положения.

СТ РК 1562-2006. Свинец. Технические условия.

СТ РК 2440-2014. Медь черновая. Технические условия.

СТ РК 2285-2013. Медь черновая свинцового производства. Технические условия.

СТ РК 2282-2013. Пыль цинковая. Технические условия.

СТ РК EN13283-2017. Цинк и цинковые сплавы. Вторичный цинк.

СТ РК 3253-2018. Штейн медный свинцово-цинкового производства. Технические условия.

СТ РК 2284-2013. Кадмий черновой. Технические условия.

СТ РК EN 13283-2017. Цинк и цинковые сплавы. Вторичный цинк.

ГОСТ 30510-97. Шлаки металлургического производства. Метод рентгенофлуоресцентного анализа.

СТ РК ГОСТ Р 54564-2014. Лом и отходы цветных металлов и сплавов. Общие технические условия.

СТ РК ISO 18605-2016. Упаковка и окружающая среда. Утилизация отходов в качестве топлива.

ГОСТ 12.0.005-2014. Система стандартов безопасности труда. Метрологическое обеспечение в области безопасности труда. Основные положения.

СТ РК 1504-2006. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Документирование и регулирование деятельности по обращению с отходами производства и потребления. Основные положения.

СТ РК ISO11771-2017. Качество воздуха. Определение усредненных по времени массовых выбросов и коэффициентов выброса. Общий подход.

ГОСТ 33571-2015 (EN13427:2004). Ресурсосбережение. Упаковка. Требования к применению европейских стандартов в области упаковки и упаковочных отходов.

ГОСТ 17.4.3.06-2020. Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Безопасность жизнедеятельности – благоприятное, нормальное состояние окружающей человека среды, условий труда и учёбы, питания и отдыха, при которых снижена возможность возникновения опасных факторов, угрожающих его здоровью, жизни, имуществу, законным интересам.

Защита окружающей среды – комплекс мер, направленных на сохранение богатства природных ресурсов, уменьшение негативного влияния человеческих факторов на экологию и предотвращение загрязнения воздуха, воды, почвы.

Охрана труда – система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-эпидемиологические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия и средства.

Промышленная безопасность – безопасность опасных производственных объектов - состояние защищённости жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий.

Утилизация – деятельность, заключающаяся в обращении с отходами с целью обеспечения повторного (вторичного) использования в народном хозяйстве полученного сырья, энергии, изделий и материалов.

Переработка отходов – превращение отходов во вторичное сырьё, в энергию или продукцию с определенными потребительскими свойствами.

Шлак в металлургии – побочный продукт или отход производства металла после очистки от остатков ценных компонентов (обеднения) отправляемый в отвалохранилище.

Отвал (горное дело, металлургия) – размещение на поверхности земли или специальных отведенных мест пустых (вскрышных) пород или некондиционного минерального сырья, хвостов обогатительных фабрик, отходов или шлаков различных производств и сжигания твёрдого топлива.

Природные ресурсы – средства существования людей, которые не созданы их трудом, но находятся в природе.

Вторичные ресурсы – материальные накопления сырья, веществ, материалов и продукции, образованные во всех видах производства и потребления, которые не могут быть использованы по прямому назначению, но потенциально пригодные для повторного использования в народном хозяйстве для получения сырья, изделий и/или энергии.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

РК	– Республика Казахстан
ЕС	– Европейский союз
США	– Соединённые Штаты Америки
МОН РК	– Министерство образования и науки Республики Казахстан
НАН РК	– Национальная академия наук Республики Казахстан
ЗАО	– Закрытое акционерное общество
НАО	– Некоммерческое акционерное общество
ГОСТ	– государственный отраслевой стандарт
СНиП	– строительные нормы и правила
ТНПА	– технические нормативные правовые акты
млн.	– миллион
га	– гектар
Т, К	– градусы в Кельвинах
ДТА	– дифференциально-термический анализ
РФА	– рентгенофлуоресцентный анализ
ДРОН	– дифрактометр рентгеновский общего назначения
РЭМ	– растровый электронный микроскоп
м	– масса
мг	– миллиграмм
мкг	– микрограмм
г	– грамм
кг	– килограмм
л	– литр
т	– тонна
мм	– миллиметр
млн	– миллион
В	– вольт
рН	– водородный показатель
МПа	– мегапаскаль
ПДК–	– предельно допустимая концентрация
ПДВ	– предельно допустимый выброс
НИР	– научно-исследовательская работа
IT	– информационные технологии
СЗЗ	– санитарно-защитная зона
ЭМП	– электромагнитное поле
КИПиА	– контрольно-измерительные приборы и автоматика
ОТ и ТБ	– охрана труда и техника безопасности
ПБ	– промышленная безопасность
IQ (intelligence quotient)	– коэффициент интеллекта

ВВЕДЕНИЕ

Оценка современного состояния решаемой научной проблемы. На сегодня одним из главных вопросов в обеспечении безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды является внедрение безотходных технологий и технологий комплексного использования вторичного сырья, что обеспечивает максимальное извлечение основных и сопутствующих элементов и утилизацию отходов производства без нанесения вреда окружающей среде и безопасности жизнедеятельности человека, флоры и фауны. Ученые в этой области обновляют научные парадигмы, ведущие к поиску решений основных вопросов по снижению техногенного воздействия и улучшению экологического равновесия окружающей среды. За рубежом в основном применяются пирометаллургические способы и технологии получения свинца и его сплавов из вторичного сырья и техногенных отходов. В этих сырьевых ресурсах свинец содержится в виде оксидов, сульфатов, сульфидов и других соединений. Переработка свинецсодержащего сырья с получением целевого продукта сопряжены со значительными материальными затратами, требующими утилизации пылегазовыделений в атмосферу, содержащих токсичные соединения свинца и других тяжелых металлов. Важной задачей в этом направлении является необходимость внедрения усовершенствованных инновационных методов переработки шлаковых отходов и комплексного использования вторичного сырья.

Общая характеристика работы. Диссертационная работа посвящена повышению уровня жизнеобеспечения и защите окружающей среды за счет переработки отвальных техногенных шлаков свинцового производства с получением оксидов свинца и цинка.

Актуальность работы. Глобальные системы производства и потребления имеют значительные последствия для окружающей среды и здоровья людей. Большинство используемых природных ресурсов возвращаются в окружающую среду в виде твердых, жидких, газообразных отходов, которые в большинстве случаев являются токсичными.

В результате более 70 летней деятельности Свинцового завода г.Шымкент накоплено около 2 млн. тонн отходов в виде шлаков свинцового производства, которые содержат значительное количество токсичных элементов, таких как свинец, цинк, осмий, кадмий и другие, которые являются опасными источниками экологического загрязнения окружающей среды: воздуха, грунтовых вод и почвы. Из-за открытого хранения шлаков выявлено превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) свинца: в почве, вблизи завода, ПДК свинца составляет более 3000 мг/кг, в то время как по нормативным документам должна составлять 3,2 мг/кг. Свинец - тяжелый металл и токсичное вещество, загрязняющее окружающую среду в процессе хозяйственной деятельности человека. Влияние ионов свинца на биохимические процессы обусловлены непосредственной связанностью с ферментами, а влияние на физиологические процессы связаны за счет

изменения свойств биомембран и ионных каналов живых организмов. Способность накапливания свинца в тканях живых организмов приводит к серьезным патологиям и отравлениям, ввиду превышения его концентрации в атмосфере, биосфере и литосфере.

В то же время цветные металлы, находящиеся в шлаковых отвалах обладают высокой экономической ценностью. Например, свинец из-за антикоррозионных свойств нашел широкое применение при изготовлении хранилищ для едких растворов, защите от радиоактивных веществ и рентгеновских лучей, получении красок и пигментов, а также в секторе IT. А цинк широко применяется для оцинковывания металлических изделий, технологии придания им антикоррозионных свойств, а также при производстве латуни, мельхиора, типографских материалов, пигментов для красок, производства резин, стекла и глазури, а также в составе нейтрализующих косметических паст и фармацевтических препаратов.

Таким образом, цветные металлы, получаемые при переработке вторичного сырья, оказывают существенное влияние в общем балансе их производства и потребления как в Республике Казахстан, так и за ее пределами.

К тому же после извлечения цветных металлов шлаки можно использовать в производстве цемента, строительных материалах и удобрений.

Обзор литературных источников и анализ уровня развития технологий свидетельствуют об актуальной задаче современности выбранной тематики диссертационного исследования, направленного на разработку технологии переработки и утилизации токсичных шлаков свинцового производства с получением целевых продуктов – оксидов свинца и цинка. Утилизация шлаков свинцового производства приведет к уменьшению отрицательного влияния на здоровье людей и позволит улучшить экологическое состояние окружающей среды. Разработанная инновационная технология внесет значительный вклад по рациональному использованию природных и вторичных ресурсов.

Цель работы. Повышение уровня жизнеобеспечения и улучшение экологического равновесия окружающей среды путем утилизации техногенных и токсичных шлаков свинцового производства.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- анализ и исследование шлаков на содержание тяжелых и токсичных химических соединений;
- определение потенциальной угрозы хранения шлаков свинцового производства для жизнедеятельности человека и окружающей среды;
- усовершенствование технологии утилизации шлаков свинцового производства путем применения современных технологических основ их переработки;
- выполнение эколого-экономической оценки и расчет эффективности усовершенствованной технологии по переработке шлаков свинцового производства;

- расчет и разработка математического и компьютерного моделирования процессов извлечения целевых полупродуктов из шлаков свинцового производства;

- исследование основных элементов шлаков свинцового производства и их извлечение в целевые полупродукты на основе математического и компьютерного моделирования;

- апробация полученных результатов в опытно-промышленных испытаниях.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются шлаки Свинцового завода г. Шымкент. Предмет исследования – усовершенствованная технология утилизации шлаков свинцового производства с получением целевых продуктов – оксидов свинца и цинка, позволяющая повысить уровень жизнеобеспечения и улучшить экологическое состояние близлежащих к отвалохранилищу жилых и посевных районов.

Методы исследования. При проведении научно - исследовательской работы были использованы электронно-зондовый микроанализ, метод наименьших квадратов полиномиальной регрессии, рентгенодифрактометрический, дифференциальный термический, рентгенофлуоресцентный методы исследования.

Научная новизна работы заключается в том, что на основе теоретических и экспериментальных исследований шлаков свинцового производства в г. Шымкент научно обоснован и разработан усовершенствованный способ извлечения оксидов свинца и цинка из шлаков свинцового производства;

- разработана инновационная технология утилизации шлаков свинцового производства заключающаяся в усовершенствовании модели вращающейся барабанной печи;

- определены технологические особенности процесса переработки шлаков и шихтовых материалов, подаваемых во вращающуюся барабанную печь двумя противоположно направленными потоками;

- установлены физико-химические закономерности технических основ утилизации шлаковых отходов путем вдувания пылевидной смеси свинцового шлака и углеродсодержащего материала фракции менее 1 мм с горячего конца при подаче основной массы исходных компонентов шихты класса менее 10 мм с холодного загрузочного конца вращающейся барабанной печи;

– выявлены оптимальные параметры технологического режима, при соотношении 1:0,2:3,8, подавалась с холодного конца барабанной вращающейся печи, а с горячего конца барабанной печи подавалась пылевидная часть шлака дисперсностью около 1 мм совместно с углеродсодержащим материалом дисперсностью 0,5-1 мм, в соотношении 1:9,5 в смеси со сжатым воздухом, подаваемой путем вдувания с горячего конца при температуре в зоне плавления печи 1100-1150°C, позволяющие повысить скорость извлечения оксидов свинца и цинка;

- определена степень корреляции расчетных и экспериментальных значений при переработке шлаков свинцового производства по извлечению свинца и цинка в целевые продукты, за счет противоположно направленных материалов в барабанную вращающуюся печь, что позволило снизить запыленность рабочего помещения и окружающей среды до 10% и более.

Практическая значимость работы:

По результатам проведенных исследований получен патент на «Способ утилизации техногенных шлаков свинцового производства с получением целевых продуктов: оксида свинца и оксида цинка» от 24.11.2020 г., депонированный во всех странах-участниках Бернской конвенции об охране литературных и художественных произведений (Берн, Швейцария).

- разработана безопасная и усовершенствованная технология утилизации токсичных шлаков свинцового производства с получением целевых полупродуктов - оксидов свинца и цинка, позволяющая повысить уровень жизнеобеспечения и снизить их вредное воздействие на окружающую среду;

- проведен экологическо-экономический расчет ожидаемой эффективности от реализации нового производственного объекта и усовершенствованной технологии утилизации шлаков свинцового производства;

- выявлены оптимальные технологические и теплотехнические параметры переработки шлаков свинцового производства;

- разработаны технологические решения и рекомендации, обеспечивающие повышение уровня жизнеобеспечения и защиты окружающей среды, путем утилизации шлаков свинцового производства (Приложение Б).

Основные положения, выносимые на защиту:

- усовершенствованная технология переработки шлаков свинцового производства;

- повышение уровня жизнеобеспечения за счет снижения вредного воздействия токсичных шлаков свинцового производства;

- компьютерно-математическая модель планирования процесса извлечения основных элементов шлаков свинцового производства в целевые продукты;

- эколого-экономические расчеты эффективности строительства нового производственного объекта по переработке шлаков свинцового производства

Связь с планом основных научных работ.

Работа выполнена в соответствии с госбюджетными темами ЮКУ им. М.Ауэзова: ГБ НИР-21-07-04 «Разработка и создание экологически безопасной технологии переработки техногенных отходов фосфорного и свинцово-цинкового производств с получением целевых продуктов».

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Диссертация соответствует специальности 6D073100 – «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды».

Апробация результатов работы, публикации. Основные научные результаты и рекомендации научной гипотезы опубликованы в 14 печатных

изданиях, в том числе, в международных научных журналах, включенных в базы данных Scopus и Web of Science - 1, в научных публикациях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК – 3, статьи в материалах международных конференций - 4, статьи в материалах конференций Республики Казахстан - 5, Международное авторское свидетельство № ЕС-01-003041 на «Способ утилизации токсичных шлаков свинцового производства с получением целевых продуктов: оксида свинца и оксида цинка», от 24.11.2020 г., депонированный в 167 странах-участниках Бернской конвенции об охране литературных и художественных произведений (Берн, Швейцария).

Личный вклад автора состоит:

- проведение теоретических исследований по анализу литературных и патентных материалов по теме диссертационной работы;
- определение химического состава и физико-химических свойств исходных компонентов и готовой продукции на современных приборах и оборудовании;
- проведение научных исследований шлаков свинцового производства на содержание вредных веществ;
- проведение опытно-промышленных испытаний технологии извлечения оксидов свинца и цинка из шлаковых отходов свинцового производства;
- проведение экологическо-экономического расчета эффективности разработанной усовершенствованной технологии утилизации шлаков свинцового производства;
- разработка технологических решений по обеспечению выполнения требований в области промышленной безопасности.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ СВИНЕЦСОДЕРЖАЩИХ ШЛАКОВ

В соответствии с Посланием Президента Республики Казахстан Стратегия «Казахстан-2050» [10] главной целью является всеобщий экономический прагматизм, создающий к 2050 году общество благоденствия на основе сильного государства, развитой экономики и возможностей всеобщего труда. Новым направлением движения к устойчивому развитию стал переход к «зеленой экономике».

На современном этапе развития повышения эффективности использования природных ресурсов, их воспроизводство и охрана окружающей среды является наиболее актуальной научно-технической и хозяйственной проблемой.

Проблема экономической эффективности комплексного использования свинецсодержащих сырьевых ресурсов решает проблемные вопросы, как с научной, так и с практической точек зрения, что связано со значительным увеличением производства благородных, редких и цветных металлов. Степень комплексности характеризует количество извлекаемых компонентов по отношению к их общему объему в руде или концентрате. Повышение степени комплексности использования сырьевых ресурсов позволяет значительно расширить сырьевые ресурсы государства [10].

Анализ деятельности металлургической промышленности в отечественной и зарубежной практике показал, что свинцово-цинковое производство играет решающую роль при получении редких металлов, к которым можно отнести кадмий, индий, таллий, теллур, селен, германий и другие металлы. Газопылевые возгоны и продукты рафинирования чернового свинца используются как основное сырье при получении ряда редких металлов и других элементов свинца на свинцовом заводе [10; 11].

Особое значение в применении вторичных энергоресурсов, свинцово-цинковая промышленность является как одним из способов комплексности сырьевых и энергетических свойств. В настоящее время от 25 до 40% свинца, цинка, меди, алюминия, олова получают из вторичного сырья, поэтому роль и значение вторичного сырья металлургического производства возрастает [11].

Формирование и поддержание устойчивых моделей производства и потребления характеризуется повышением благосостояния и качества жизни населения при понижении антропогенного воздействия на окружающую среду, а также сокращение потребления не возобновляемых природных ресурсов, снижения уровня образования и захоронения отходов и стимулирования их использования в качестве вторичных ресурсов [12].

1.1 Методы получения свинца и переработки свинецсодержащих шлаков

В настоящее время существующие способы переработки свинецсодержащих шлаков экономически не эффективны. Одним из важных

практических значений является усовершенствование и создание новых конкурентоспособных технологических процессов и аппаратов для переработки вторичного и техногенного сырья [13].

В мировой практике в основном используются пирометаллургические способы и технологии получения свинца и его сплавов из вторичного сырья и техногенных отходов. В этих сырьевых ресурсах свинец содержится в виде оксидов, сульфатов, сульфидов и других соединений. Переработка свинецсодержащего сырья целевого продукта сопряжены со значительными материальными затратами, требующими утилизации пылегазовыделений токсичных соединений свинца в атмосферу, которые ведут к необходимости внедрения усовершенствованных методов переработки комплексного сырья свинцового производства [14].

Авторы Дитятовский Л.И., Н.К. Досмухамедов и др. [15] разработали способ переработки полупродуктов свинцового производства, содержащих в своем составе свинец, медь и цинк, которые включают в себя следующие стадии: загрузку в шахтную печь сырьевых компонентов и кокса в качестве восстановителя, сульфидизатора и кварцевой руды, играющего роль флюса и их плавку при кислородсодержащем дутье с получением черного свинца, цинксодержащего шлака и медного штейна. В качестве сульфидизатора применяют концентрат или руду, содержащий свинец, медь и цинк. При этом отношение содержания кремнезема к содержанию цинка в загрузке составляет от 1,2 до 1,6. Отношение содержания меди к содержанию серы в загрузке составляет от 0,7 до 1,2. Отношение содержания свинца к содержанию меди в загрузке составляет от 1,5 до 3,0. Технический результат изобретения заключается в повышении извлечения цветных металлов и снижении расхода кокса на плавку.

Котзева В.П. и др. [16] предложили метод выделения свинца из свинцово-содержащих отходов, аккумуляторных батарей. Затем к конечному продукту, получаемому в результате данного способа переработки свинцовых аккумуляторных батарей, содержащих одно или более из Sb , SbO , SbO_2 и SbSO_4 , на стадии смешения пасты свинцовых пластин аккумуляторных батарей с водным раствором лимонной кислоты для получения цитрата свинца. Из водного раствора выделяют цитрат свинца и превращают его в свинец или оксид свинца.

Авторы Европейского патента Карлос Альварес Карреньо и др. [17] разработали способ селективного и экологически чистого совместного извлечения свинца и серебра в качестве концентрата из отходов гидрометаллургического производства. Способ включает окислительное выщелачивание отходов гидрометаллургического производства, содержащих, по крайней мере, свинец и серебро, в присутствии раствора хлорида и окислителя для обеспечения селективности растворимости свинца и серебра за счет их перевода в состояние растворимых хлоридов; и проведение реакции обогащенного выщелачивающего раствора, полученного в вышеуказанном окислительном выщелачивании, с карбонатным соединением в качестве

осаждающего вещества, для совместного осаждения свинца и серебра в виде карбонатного концентрата. Далее проводят очистку полученного концентрата посредством контакта с раствором карбонатного соединения при содержании в карбонатном концентрате свинца и серебра хлоридов 0,01-0,5% в пересчете на сухую массу. Техническим результатом является одновременное выделение свинца и серебра в один концентрат высокого качества.

Королев А.А. и др. [18] разработали способ выделения олова из черного свинца с рафинированием от примесей. Данный способ применяется при разделении компонентов Sb-Cb-Ag сплава. Далее проводятся последовательные стадии вакуумной дистилляции при давлении от 0,133 до 4,4 Па и по времени процесса 10 ч. Сначала при температуре дистилляции 896-1250 К возгоняют сурьму на 99-99,9 мол.% с получением сурьмяного конденсата, содержащего 1,81-63,3 мол.% свинца и серебра. Затем при температуре дистилляции 1268-1640 К возгоняют свинец на 94-98 мол.% с получением свинцового конденсата, содержащего 3,58-34,25 мол.% серебра и кубового серебряносодержащего осадка. Содержание серебра в кубовом остатке составляет 96,42-65,75 мол.%. Способ обеспечивает высокую степень извлечения легковозгоняемых металлов в газовую фазу и низкое содержание в составе полученных конденсатов трудновозгоняемых металлов-примесей.

Чекушин В.С. и др. [19] предложили способ восстановления свинца из окисульфатных шламов (ОСШ) набивки свинцово-сурьмяных электродных решеток аккумуляторного лома. Свинец восстанавливают из окисульфатных шламов аккумуляторных батарей в расплавленной каустической соде при добавке сульфида натрия, при массовом отношении ОСШ:NaOH:Na₂S, равном 100:(15÷16):(75÷100), и при температуре от 500 до 550°C в течение от 40 до 45 мин. Способ обеспечивает высокое восстановление в металлическую фазу свинца (более 99%) при высоком качестве получаемого металла, упрощение процесса.

Автор Евразийского патента Реймонд Уолтер Шоу [20] разработал способ извлечения оксида цинка из цинковой руды, включающий стадии выщелачивания цинковой руды щелочным выщелачивателем, содержащим водную смесь NH₃ и NH₄Cl, или солей с ионным эквивалентом смеси NH₃ и NH₄Cl, имеющим концентрацию NH₄Cl от приблизительно 10 до приблизительно 150 г/л H₂O и концентрацию NH₃ от 20 до 250 г/л H₂O, для получения содержащего цинк продукта выщелачивания и твердого остатка, отгонки аммиака из продукта выщелачивания для получения подвергнутого отгонке щелока, который включает содержащий цинк осадок, причем подвергнутый отгонке щелок имеет концентрацию NH₃ от 7 до 30 г/л H₂O, отделения содержащего цинк осадка от подвергнутого отгонке щелока и превращения извлеченного содержащего цинк осадка в оксид цинка с использованием одной или обеих стадий обжига содержащего цинк осадка при температуре от 400 до 900°C или гидролиза содержащего цинк осадка в воде, имеющей температуру от 80 до 300°C.

Авторы Евразийского патента Хайпэн Гоу и др. [21] разработали способ извлечения цинка из низкосортной свинцово-цинковой руды, отличающийся тем, что устройство, используемое в способе, включает устройство восстановительной плавки и пылеуловитель, соединенные между собой. При этом общее содержание свинца и цинка в низкосортных свинцово-цинковых рудах составляет менее 20 мас.%, и элементарные цинк и свинец находятся в форме силиката цинка, карбоната цинка, сульфида цинка, карбоната цинка и сульфида цинка, при этом способ включает проведение реакции восстановительной плавки с низкосортной свинцово-цинковой рудой, восстановительным топливом и церусситом для получения мелкодисперсного оксида цинка и содержащего свинец шлака.

Авторы Симонян Л.М., Демидова Н.В. и др. [22] исследовали безуглеродный селективный способ получения цинка, свинца или их оксидов. Результаты термодинамических расчетов и экспериментальных исследований показали, что эти металлы могут быть извлечены без участия углерода или его малом содержании (менее 3%) [19, с. 1-4]. Идея базируется на разнице температур испарения (разложения) оксидов цинка и свинца в слабовосстановительных условиях (при определенном соотношении С/О в системе).

Фарнасов Г.А. и др. [23] разработали способ селективного извлечения оксида цинка и оксида железа из пылей и шламов газоочисток металлургических агрегатов. По данному способу шлам или пыль, техническую воду, щелочь и активные тела, смешанные в соотношении 4:7:2:3 подают в виде пульпы в реактор и обрабатывают магнитным полем при заданной частоте и напряженности. Затем полученный в аппарате первичный раствор разделяют. Вторичную пульпу отделяют от осадка, затем смешивают техническую воду, соду, известь, щелочь и активные тела в соотношении 4: 7:2,5:3,2:0,3:1,5.

Рыбаулин В.М. и др. [24] в своей работе разработали комплексный способ переработки шлаков, который включает обогащение исходного сырья и биовыщелачивание с дальнейшим получением продуктивного раствора. Полученные хвосты подвергают окомкованию и кучному биовыщелачиванию с получением продуктивного раствора, содержащего Cu, Zn, Fe, Sb, As и твердый остаток. Остаток отправляют на пирометаллургическую переработку и получают черновой свинец и вторичный шлак.

Бессер А.Д. и др. [25] разработали способ извлечения свинца из вторичного сырья за счет использования отслуживших ресурс аккумуляторных батарей, которые загружают в свинцовую ванну отражательной печи, куда непрерывно подается оксисульфатная паста. Загрузка углеродсодержащего материала осуществляют с противоположного конца печи с зольностью <1,0% и размером частиц <5 мм в пределах 6-7% к весу пасты. Толщина расплава оксисульфатной пасты находится в пределах от 20 до 50 мм в течение всего периода. Температура процесса плавки колеблется в пределах 950-1050°C. Полученный в результате плавки свинец, после кондиционирования и очистки, обеспечивает увеличение прямого извлечения свинца марки С2 или С3 из

оксисульфатной пасты и уменьшает расходы на переработку исключая подачу флюсующей составляющей.

Козлов П.А., Леонтьев Л.И. и др. [26] предложили способ переработки цинксодержащих металлургических отходов методом вальцевания, включающим в себя смешение с коксовой мелочью, окомкование шихты с последующим вальцеванием в трубчатой печи. В процессе смешения в состав шихты добавляют гидроксид кальция в количестве 20-30% от содержания кремнезема в шихтовом материале. Кроме этого в шихту вводят 13-17% коксовой мелочи с фракцией менее 1 мм. Процесс окомкования шихты применяют для получения гранул от 2 до 4 мм с влажностью 10-12%. Процесс вальцевания проводят при температуре 900-1000°C. Изобретение позволяет повысить производительность печи до 1,1 т/м³ в сутки, а также снизить расход коксовой мелочи до 210 кг/т цинксодержащих металлургических отходов.

Авторы Шатохин И.М., Кузьмин А.Л. [27] разработали способ, относящийся к жидкофазным процессам переработки металлосодержащего оксидного природного сырья, а также техногенных отходов черной и цветной металлургии. Изобретение применяется для производства цинка, меди, железа, никеля, кобальта и других металлов, а также их сплавов и композиций. Сущность способа заключается в следующем: в восстановительную шахтную печь загружают кусковую руду (или агломерат, или окатыши), которые, проходя навстречу потоку восстановительного газа, восстанавливаются до губчатого железа. Затем губчатое железо подается в плавильную газификационную камеру, где уже в объеме шлака, вспененного барботажем расплава кислородсодержащим дутьем, происходит окончательное восстановление железа из шлакового расплава, плавление металла и науглероживание до состава чугуна. Выпуск чугуна и шлака осуществляется через специальные летки так же, как и в доменной печи.

Шеховцов А.Л. и др. [28] предложили способ по изготовлению брикетов из железосодержащих отходов, применяемых в виде дополнительного сырья для производства стали, чугуна и ферросплавов. Брикет для металлургического производства получен шнековым прессованием и последующей сушкой смеси и содержит железосодержащие отходы, пластификатор в виде бентонита или каолиновой глины, кремнефтористый натрий, связующее, содержащее силикатную связку и фиброволокно в виде базальта или стекла, и воду. Силикатная связка используется с силикатным модулем 3,0-5,0 и плотностью 1,1-1,4 г/см³. В состав железосодержащих отходов могут входить мелочь ферросплавов, стальная или чугунная стружка размером от 0 до 25 мм, стальная или чугунная дробь или корольки с допусаемым размером частиц до 25 мм. Изобретение позволяет повысить стойкость к ударным нагрузкам при перегрузках, транспортировке и загрузке в печи, а также влагостойкость, стойкость при длительном хранении на открытых площадках в атмосферных условиях, снизить истираемость, склонность к образованию микротрещин и осыпаемость, снизить расход основных дорогостоящих компонентов металлургической шихты.

Авторы Баев В.С., Юрочкин С.В. [29] в работе предложили метод переработки техногенных отходов металлургических и горно-обогатительных производств, который включает в себя процесс выщелачивания в присутствии окислителя и ионов. Перед процессом выщелачивания применяют полиградиентную воздушно-механическую сепарацию отходов, а затем отделяют на содержащую и не содержащую полезные металлы фракции. Следующей стадией является раздельное выщелачивание магнитной и немагнитной фракций механоактивацией при одновременном химическом, электрохимическом и гидродинамическом воздействии. После процесса выщелачивания проводят стадию разделения продуктов на твердую и жидкую фазы с последующей физикохимической обработкой жидкой фазы электрофизическим, электрохимическим и гидродинамическим методами воздействия. Твердую часть подвергают химико-термической обработке, а затем возвращают ее на стадию выщелачивания немагнитной фракции. Это способствует снижению экологической нагрузки на окружающую среду.

1.2 Влияние шлаков свинцового производства на жизнедеятельность и окружающую среду

На территории Южно-Казахстанской области ныне Туркестанской области, в городе Шымкент начиная с 30-х годов на протяжении более 70 лет прошлого столетия функционировал свинцовый завод по выпуску свинца. Даже после своего закрытия и ликвидации территория завода является экологически небезопасной из-за открытого хранения шлаков свинцового производства. Технологии, применявшиеся на заводе уступали по эффективности и экологической безопасности современным аналогам. Добываемая руда имела высокий концентрат свинца, что позволяло заводу пренебрегать остатками металлов в шлаках из-за относительно низкой их концентрации. В результате деятельности предприятия накопилось около 2 млн. тонн отходов в виде шлаков свинцового производства [30]. Шлаки свинцового производства содержат значительное количество токсичных соединений тяжелых металлов, таких как свинец, цинк и кадмий, которые являются опасными источниками и нарушают экологическое равновесие, загрязняя окружающую среду. На рисунке 1 показаны общий вид шлаковых отвалов свинцового производства.

Даже после закрытия завода, оставшиеся отходы в виде шлаков являются источником экологического загрязнения почвы, грунтовых вод и воздуха. Экологическая экспертиза выявила огромное превышение предельно-допустимых концентраций (ПДК) свинца в почве возле бывшего свинцового завода: в настоящее время на месте завода и вблизи концентрация свинца составляет более 3000 мг/кг в почве, против нормативных показателей ПДК 3,2 мг/кг вследствие открытого хранения шлаков, которые наносят невосполнимый урон жизнедеятельности живых организмов и здоровью населения близлежащих районов (густонаселенные микрорайоны г. Шымкент «Казыгурт», «Сауле» и другие рядом расположенные улицы Абайского

района), а также наносят ущерб безопасности труда и промышленной санитарии различным объектам бизнеса, расположенных в данной местности.



а



б

а - отвальная гора от свинцового завода; б – загрязнение шлаковыми отвалами свинцового производства

Рисунок 1 – Шлаковые отвалы свинцового производства

Свинец оказывает существенное влияние на все процессы жизнедеятельности растений: подавляет фотосинтез, дыхание, рост, водный обмен. Это приводит к замедлению роста и снижению продуктивности растений. Он проникает в организм людей и животных при приеме пищи и через воздух. При разных ситуациях могут преобладать разные пути попадания металла в организм. Наиболее частым способом является загрязненная пища. Растения и животные способны накапливать свинец в тканях, потребляемых конечными консументами. Свинец попадает в организм человека при вдыхании свинецсодержащей пыли, копоти паров, что вызывает психотропное, гемолитическое и нейротоксическое действия. До 90% от общего содержания свинца попадает в организм человека с загрязненными продуктами питания и питьевой водой. Попадая в организм, органические соединения металла превращаются в неорганические, что приводит к хронической интоксикации. В организме человека и животных, свинец приводит к дезактивации целого ряда ферментов, участвующих в жизненно важных биохимических процессах, таких как белковый синтез, митохондриальное дыхание, нарушение синтеза гема и прочие. Ионы свинца влияют на минеральный обмен веществ живых организмов. Повышенная концентрация свинца в клетках приводит к повышению количества активных форм кислорода. В результате разнопланового воздействия свинца изменяются свойства мембраны клетки. Свинец вызывает каскадные изменения в работе организма за счет происходящих в нем фундаментальных процессов. Хроническая интоксикация свинцом вызывает патологию работы различных систем, таких как кроветворной, сердечно-сосудистой, нервной, репродуктивной и

мочевыделительной. Соединения свинца оказывают отрицательное влияние на нервную и сердечно-сосудистую системы человека, приводя к снижению интеллекта, изменению физической активности, координации слуха и заболеванию сердца [31]. Соединения цинка, которые содержатся в шлаках свинцового производства, также неблагоприятно влияют на окружающую среду. Сточные воды, содержащие цинк, нельзя применять для орошения полей, так как они отрицательно влияют на микроорганизмы и микрофауну почвы, снижая ее плодородие [32]. Отравление свинцом занимает первое место среди профессиональных интоксикаций работников в сфере производства. Среди работников, подвергаемых воздействию свинца, около 40% женщины. Он представляет особую опасность для кормящих женщин тем, что проникает через плаценту и накапливается в грудном молоке. Попадая в организм человека, через различные системы его жизнедеятельности, свинец вызывает заболевание плумбизм [33, 34]. Попадая в желудочно-кишечный тракт и дыхательную систему, свинец вместе с кровью распределяется по всему организму человека. Попадание свинцовой пыли путем вдыхания значительно опаснее, чем его присутствие в составе пищи. Накапливаясь в костях, соединения свинца частично замещают кальций в фосфате, так как ионы свинца блокируют деятельность некоторых ферментов. При повышении концентрации свинца в крови в 10 раз – с 10 до 100 микрограммов на 100 мл приводят к снижению активности ферментов. При этом развивается анемия, поражение кроветворной системы, почек и мозга, а также снижается интеллект человека. Это оказывает неблагоприятное воздействие на состояние здоровья людей и в первую очередь детей, наиболее восприимчивых к свинцовым отравлениям [35]. Достаточно того, чтобы один литр воды содержал один миллиграмм свинца и вода становится опасной для здоровья живых организмов. Свинец попадает в почву в форме оксидов и постепенно растворяясь переходит в гидроксиды, карбонаты или другие формы катионов. Главными источниками попадания свинца в организм человека является пища и воздух. Свинец, содержащий свинцовую пыль, которая на 30-50% остается в легких, а значительная часть всасывается в кровь. Содержание свинца в желудочно-кишечном тракте взрослого человека составляет от 5 до 10%, а у детей до 50%. Дефицит кальция и витамина Д повышает всасывание свинца в желудочно-кишечном тракте. В костях человеческого тела находится около 90% общего количества свинца, а у детей 60-70% [36].

Кроме свинца шлак свинцового производства содержит соединения цинка, которые могут существенно влиять на безопасность жизнедеятельности и окружающую среду. По данным исследований и выполненных анализов содержания соединений свинца в растениях, произрастающих вблизи хранения шлаков зарегистрировано превышение нормы ПДК от 1,83 до 8,13 раза. Экологический ущерб долгосрочного хранения шлака серьезно опасен при нахождении шлака в кислой среде (земли $pH < 4$) [37]. Загрязнение почвенного покрова города Шымкент соединениями свинца и другими металлами, содержащимися в отработанных шлаках, приводит к поступлению вредных

химических соединений в организм человека. Например, у жителей близлежащих районов обнаружено значительное снижение общего количества кальция в сыворотке крови. Избыточное количество цинка в организме человека приводит к уменьшению содержания кальция в крови и в костях. Также одновременно нарушает процесс усвоения фосфора, что приводит к развитию остеопороза. Токсичность оксида цинка можно объяснить его каталитической активностью, которая оказывает мутагенную и онкогенную опасность для человека, нарушая общую безопасность его жизнедеятельности [38]. Таким образом, из-за большого вреда здоровью населения близлежащих районов г. Шымкент проблема утилизации шлаков свинцового производства является очень острой и актуальной.

1.3 Влияние отвалов шлака свинцового производства на здоровье населения близлежащих районов

На территории металлургического завода заскладированы отходы (продукты) производства, на левом берегу р. Бадам в створе основной площадки размещены шлаковые отвалы.

Исследования почвы в зоне влияния завода показали, что отмечается превышение содержания солей тяжелых металлов:

- по свинцу в 1,1 – 3,7 раза;
- по кадмию в 1,2 – 7,5 раза;
- по цинку в 1,4 – 8,7 раза;
- по меди в 3,2 – 9,9 раза.

По результатам исследования, приведенных в Акте №5 от 13.09.21 опытных испытаний свинецсодержащих шлаковых отвалов на содержание вредных веществ (Приложение Б), средняя концентрация свинца составила 553 мг/кг и указывает на превышение ПДК в 16,5 раз. В ходе исследования выделены зоны аномального загрязнения:

- зона свыше 5000 мг/кг, в ней находятся производственные объекты и жилая застройка СМУ-4 с площадью 200 м × 100 м;
- зона от 5000 до 3000 мг/кг, в ней находится жилая застройка СМУ-4, участки с площадью 500 м × 400 м и 200 м × 200 м;
- зона от 1000 до 3000 мг/кг, в ней находятся микрорайоны «Курсай» (содержание свинца от 591 мг/кг до 4056 мг/кг), «Карл Маркс», «Хамза» и многоэтажная жилая застройка СМУ-4. А также 5 школ №4, 5, 21, 26, 65 и 4 детских сада №65 «Балбұлак», №68 «Балауса», №69 «Еркебұлан», №70 «Шолпан».

Выявлено что на территории детского сада «Шолпан» (вблизи бывшего свинцового завода), загрязнение свинцом почвенного покрова в среднем составило 3564,9 мг/кг. Заражение свинцом почвенного покрова на территории детского сада «Шолпан» составляет в среднем 100 ПДК, что значительно выше, чем в других районах.

Также в СЗЗ завода находятся 22 объекта (промышленные предприятия, объекты торговли и общепита, стадион, баня и медклиника).

Проведено исследование содержания свинца в крови детей, проживающих в зоне влияния бывшего свинцового завода. Установлено, что у обследованных детей содержание свинца в крови составило в среднем 20,1 мкг/дл, а в зоне загрязнения в среднем 28,07 мкг/дл, доля детей с превышением ПДК составила 91,9% от обследованных. Обследовалось содержание у взрослого населения и у всех он обнаружен в крови в концентрациях, не превышающих допустимый уровень.

Влияние тяжелых металлов свинца на организм человека приводит к свинцовому отравлению, называемому сатурнизмом, который поражает тело человека, центрально-нервную систему, кровь и почки, действует на нервную, сердечно-сосудистую, пищеварительную системы.

В Акте №5 от 13.09.21 опытных испытаний свинецсодержащих шлаковых отвалов на содержание вредных веществ (Приложение Б) на содержание вредных веществ исследованы последствия свинцового отравления на здоровье детей. Влияние тяжелых металлов свинцового шлака, в частности свинца, приводит к поражению центрально-нервной системы, что характеризуется проблемами потери памяти, головным болям, деградации умственной деятельности, снижением IQ, утрате слуха, нарушению речи (дизартрия) потери способности к обучению, приводит к поражению тела человека, что приводит уменьшению скорости роста костной и мышечной массы. Это приводит к поражению зрения, частичному выпадению поля зрения, галлюцинации, и кровеносной системы (анемии). У новорожденных – нервно-психические нарушения, снижение интеллекта, способности к обучению.

Кроме того, согласно Акту №5 от 13.09.21 опытных испытаний свинецсодержащих шлаковых отвалов на содержание вредных веществ (Приложение Б) изучено воздействие токсичных соединений свинцового шлака на здоровье взрослых: влияние тяжелых металлов свинцового шлака, в частности свинца, приводит к поражению центрально-нервной системы. Это характеризуется проблемами потери памяти, головным болям, депрессии, бессонницы, раздражительности, поражению сердечно-сосудистой системы – гипертонии, поражению пищеварительной системы, что приводит к потере аппетита, запорам, поносам, тошноте. Влияние свинца, содержащегося в свинцовом шлаке, приводит к поражению нейромышечной системы и проблемам координации, судорогам, задержкам реакции, слабости, а также спазмам.

Кардинальными симптомами сатурнизма являются:

- свинцовые энцефалопатии и полиневриты;
- свинцовые колики;
- свинцовая кайма на деснах;
- свинцовый колорит кожи и др.

Исходя из вышеизложенного, считаем целесообразным утилизировать шлаковые отвалы, для того чтобы снизить влияние тяжелых металлов свинца на организм человека и окружающую его среду.

1.4 Состав шлака свинцового производства и пути их применения

Бывший Чимкентский свинцовый завод (ЧСЗ) является одним из крупнейших производителей свинца и сопутствующих цветных редких, редкоземельных и благородных металлов из полиметаллического сырья. Основная продукция завода - свинец, который зарегистрирован 8 сентября 1989 году с регистрационным номером N89/389, как металл высокого качества, соответствующий международным стандартам на Лондонской бирже металлов. При освоении деятельности свинцового завода развивались свинцовое, сернокислотное и производство редких металлов, а также были введены цеха по получению сверхчистых металлов свинцового проката и различных изделий из свинца [39]. Из полиметаллического сырья, перерабатываемого на свинцовом заводе, извлечено 13 элементов и выпущено 30 видов продукции, в числе которых свинец рафинировочный, цинк в возгонах и в сульфате, медь в штейне, кадмий, теллур, таллий, металлический висмут, рений, сурьма, сурик свинцовый повышенной чистоты, прокат свинца, а также серебряно-золотой сплав. По объему производства свинца ЧСЗ был на втором месте в мире.

Цветные металлы, полученные из вторичного сырья, в том числе и из отвальных шлаков свинцового производства имеют важную роль в общем балансе производства и потребления цветных металлов в Республике Казахстан и за ее пределами. Их доля составляет около 25% по отношению к общему объему производства цветных металлов. Свинец и цинк обладают высокой экономической ценностью, и области их применения в последние годы сильно изменились, и выросла их потребность. К тому же после извлечения цветных металлов шлаки могут использоваться в производстве цемента и строительных материалов.

Важным направлением охраны окружающей среды в цветной металлургии вообще является внедрение безотходных технологий и технологий комплексного использования сырья. Это обеспечивает обогащение руд и применяемой в производственном цикле полноту извлечения основных и сопутствующих элементов и утилизацию отходов производства без нанесения вреда окружающей среде и безопасности жизнедеятельности человека, флоры и фауны [40-42].

Свинец находит широкое применение во всех отраслях экономики, включая медицинские аппараты для защиты от гамма-излучения, производство рентгенографической и спектрографической аппаратуры. Свинец входит в состав бронз, латуней, баббитов и типографских сплавов [43].

Цинк так же является предлагаемым для извлечения в процессе утилизации шлаков свинцового производства. Цинк применяют для оцинкования металлических изделий для придания им антикоррозионных свойств. Поэтому спрос на цинк высокий, так как это способствует бурному росту производства антикоррозионных покрытий. Цинк также применяют и при получении сплавов, латуни, мельхиора и типографских материалов. Соединения цинка используются при получении пигментов для красок, резин,

стекла, глазури, а также в составе фармацевтических препаратов и нейтрализующих косметических паст [44].

Выводы по разделу

Шлаки, содержащие тяжелые металлы, которые хранятся под открытым воздухом и под воздействием природных атмосферных явлений (кислород воздуха, ветер, дождь, ультрафиолетовые лучи) способствуют попаданию пыли и других токсичных соединений шлака в организм человека и отрицательно влияют на здоровье людей, вызывая заболевания, и поражает центрально-нервную, сердечно-сосудистую, пищеварительную системы.

Важным направлением охраны окружающей среды в металлургии является внедрение безотходных технологий и технологий комплексного использования сырья, что обеспечивает полноту руды извлечения свинца и цинка, а также утилизацию отходов производства с исключением ее вреда окружающей среде.

Таким образом, самым экономическим и эффективным методом для уменьшения отрицательного влияния отвалов на экологическую обстановку города является его дальнейшая переработка с получением целевых продуктов, которые обладают повышенным спросом на рынке. Шлаки свинцового производства содержат до 75-85% оксидов железа, кальция и кремния. После извлечения цветных металлов шлаки можно использовать в производстве цемента, строительных материалов и установке тротуарных плиток.

На основании проведенных теоретических исследований литературных источников и патентной информации выявлено, что имеется недостаточно информации по усовершенствованию способов утилизации и переработки шлаков свинцового производства. Это и явилось целью диссертационных исследований.

2 СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Сырьевые материалы и методы определения их физико-химических характеристик

Объектами исследования являются шлаковые отвалы, отходы свинцового производства и металлургический кокс, применяемый в различных отраслях промышленности при проведении окислительно-восстановительных процессах.

Как приведено в аналитическом обзоре шлак свинцового производства содержит пылевидную фракцию, нарушающую экологическое равновесие и отрицательное влияние на флору и фауну [45]. Кроме этого атмосферные осадки в виде талого снега и дождей уносят их, попадают в сточные, а затем в подземные воды [46].

Этот же аспект относится и к пыли металлургического кокса, которая также как и шлаковая пыль попадает в атмосферу и литосферу, также нанося ущерб окружающей среде и отрицательно влияющих на безопасность жизнедеятельности живых организмов, в том числе и человека [47].

Для определения методов утилизации и переработки свинцовых шлаков и для извлечения оксида свинца и оксида цинка имеются ряд научных работ, основанных на необходимости определения химического состава и количественного содержания цветных металлов и других соединений [48].

2.2 Методика проведения исследований и определение физико-химических свойств исходных материалов

В ходе проведения исследований по содержанию в исходной шихте основных компонентов были применены ниже приведенные современные приборы и методики.

Объектами исследования являются шлаковые отвалы свинцового производства, по которым выполнены спектральный, рентгенофазовый, термический, электронно-зондовый, термический и химический анализы.

Из пробы была выделена тяжелая фракция, по которой изготовлены полированные искусственные аншлифы (брикеты). Аншлифы изучались под микроскопом марки LEICA DM 2500C. Наряду с этим проба изучалась под микроскопом в иммерсионных жидкостях.

Исследования материала тяжелой фракции шлака проводились на современном электронном микроанализаторе марки JEOL IXA-8230 Electron Probe microanalyzer.

Рентгенодифрактометрический анализ проб шлака выполняли на дифрактометре ДРОН-4, снабженным с Cu излучателем и графитовым монохроматором. Съёмки дифрактограмм проводились при напряжении 35 kV и силе тока 20 mA, со шкалой 2000 импульсов, постоянном времени 2 сек. с применением детектора подъема температуры 2 град/мин.

Интерпретацию дифрактограмм проводили с применением картотеки ASTM Cowder diffraction file, а также дифрактограммы для чистых от примесей минералов.

Термический анализ порошковой пробы шлака проводили системами Ф. Паулик, Д. Паулик и Л. Эрдей на дериватографе фирмы «МОМ», (Венгрия). Съёмку осуществляли в воздушной среде, в диапазоне температур 20-1000°C и режиме нагрева динамическом при $dT/dt = 10$. В качестве эталонного вещества применен прокаленный Al_2O_3 с навеской пробы 500 мг, а также с ценной деления шкалы изменения веса образца 500 μV . Чувствительность весов 100 мг, чувствительность прочих измерительных систем прибора: DTA=250 μV , DTG=500 μV , TG=500 μV T=500 μV [49, 50].

2.2.1 Рентгенофлуоресцентный метод исследования

В настоящее время рентгенофлуоресцентный анализ является одним из современных спектроскопических методов исследования вещества по определению элементного состава. С помощью РФА можно определить содержание различных элементов бериллия, урана и других различных элементов. Метод основан на сборе с последующим анализом спектра, который возникает в процессе облучения исследуемого образца рентгеновским излучением [51]. Атомы анализируемого вещества, переходя в возбуждённое состояние, находятся малое время и возвращаются в основное состояние. При этом электроны, образовавшиеся с внешних оболочек, заполняют свободные места, а излишки энергии, в виде фотона, передают энергию другому электрону, находящемуся во внешней оболочке. Каждый атом испускает фотон, который обладает энергией строго определённого значения. О строении вещества судят по количеству квантов и энергии [52]. Для различных групп элементов используют разные величины силы тока и напряжения, подаваемых на трубку. При исследовании лёгких элементов на спектр оказывает значительное влияние атмосферная среда. Спектры регистрируют на специальном детекторе после возбуждения. Влияние на точность прибора оказывает спектральное разрешение детектора. Полученный спектр обрабатывают с помощью специальной программы калибровки или количественной градуировки прибора с применением стандартных образцов для получения точного количественного содержания анализируемых элементов [53, 54].

Рентгенофлуоресцентный спектрометр применяют в пробах твёрдых и жидких веществ, порошков, плёнок и других различных материалах для измерения массовой концентрации элементов, в соответствии с аттестованными и стандартизированными методами (методиками) [55].

Рентгенофлуоресцентный спектрометр модели AXIOS фирмы "CANalytical B.V." (Нидерланды) применяется в химической, металлургической, геологической, нефтехимической, горнодобывающей, цементной промышленности при проведении научно-исследовательских работ. На рисунке 2 представлен общий вид спектрометра AXIOS фирмы "CANalyticalB.V." (Нидерланды).



Рисунок 2 – Общий вид спектрометра AXIOS

Работа спектрометров основана на способе рентгеновской флуоресценции с дисперсией по длине волны.

В спектрометре в качестве источника рентгеновского излучения применяется рентгеновская трубка. Вторичное или так называемое характеристическое излучение попадает на кристалл-анализатор и в результате дифракции, в соответствии с уравнением Вульфа-Брэгга, разлагается в спектр по положению и интенсивности линий которого определяют массовую концентрацию элементов [56]. Спектрометр оснащен проточной пропорциональной и сцинтиляционным детектором, основные значения которого имеют следующие значения:

- диапазон определяемых элементов от Ве до U;
- относительное среднеквадратичное отклонение выходного сигнала по линии $K\alpha$ не более 1,0%;
- чувствительность не менее 500 кимп./с по Си и не менее 2 кимп./с по Сб;
- максимальная скорость счёта $3 \cdot 10^6$ имп./с [57].

2.2.2 Дифференциальный термический метод исследования

Дифференциальный термический анализ (ДТА) – метод исследования, который применяется в нагревании или охлаждении образца с определённой скоростью и временной зависимостью разницы температур между образцом для сравнения и исследуемым образцом. Этот метод применяется для исследования и регистрации параметров фазовых превращений в образце.

ДТА является наиболее распространенным методом термического анализа. В исследуемом диапазоне температур не испытывается никаких структурных и фазовых изменений. Инертное вещество применяется в качестве эталонного образца с приближенными к исследуемому веществу значениями теплопроводности и теплоемкости [58]. При возникновении одновременного перехода температуры при нагревании или охлаждении в исследуемом и эталонном образце разность температур между ними характеризует реакции, происходящие в исследуемом образце эндо- или экзотермического превращения.

ДТА позволяет проводить исследования органических и неорганических веществ, лекарств, продуктов питания и биологических препаратов. Этот метод применяется для измерения температуры плавления и температуры сублимации, температуры стеклования, а также температуры кристаллизации [59].

Дериватограф системы Ф. Паулик, Д. Паулики Л. Эрдей позволяет записать совокупность ТГ, ДТГ, ДТА кривых во времени, а также одновременно определить температуру в исследуемом образце, изменение его массы, скорость изменения массы, а также изменение разности температур образца и эталона [60].

Общий вид дериватографа модели Q-1000/D приведен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Общий вид дериватографа модели Q-1000/D

Дериватограф модели Q-1000/D предназначен для работы по определению изменения веса, температуры, скорости изменения веса и изменения содержания теплоты исследуемого образца в зависимости от времени в диапазоне температур от 20 до 1000°C обычного режима эксплуатации. Для квазиизобарных и квазиизотермических исследований диапазон температур составляет до 1500°C.

Прибор может работать как в динамическом, так и в квазиизотермическом режимах. В динамическом режиме осуществляется равномерный нагрев пробы с заданной скоростью. До начала изменения массы в квазиизотермическом режиме нагревание пробы ведется с большой скоростью. Начиная с момента увеличения температуры, прибор регулирует температуру так, чтобы изменение массы происходило с постоянной малой скоростью, величина которой устанавливается перед началом опыта [61].

В некоторых случаях состав оказывает существенное влияние на кинетику разложения вещества и окружающую среду, поэтому важно установить воздействие на процесс разложения газовой атмосферы, которая образуется при распаде [45, с. 1193-1200]. Для этого исследование проводят в специальном лабиринтном тигле, препятствующем удалению газообразных продуктов и сохраняющем практически стопроцентную среду продуктов распада.

2.2.3 Рентгенодифрактометрический метод исследования

Рентгеноструктурный анализ применяется при исследовании структуры кристаллов за счет определения параметров кристаллической решетки, расположения атомов в элементарной ячейке и симметрии, относящийся к неразрушающим методам контроля. Этот метод применяется для изучения несовершенств кристаллического строения, а также размера областей когерентного рассеяния, величины микронапряжений и преимущественных ориентировок [62]. На сегодня наибольшее применение в рентгеноструктурном анализе получили дифрактометры рентгеновские общего назначения (ДРОН). Рентгеновский дифрактометр ДРОН применяется при исследовании атомно-молекулярной структуры веществ на основе рассеяния рентгеновского излучения при нормальных атмосферных условиях. Эти вещества являются кристаллическими и некристаллическими. Применение специальных приставок дает возможность проведения исследований с охватом области углов от 12 минут при температурных интервалах от +20 до -180°C и от +20 до +2000°C. В дифрактометрах со сцинтилляционными и пропорциональными счетчиками определяется необходимость селективной регистрации квантов дифрагированного рентгеновского излучения с определенной энергией [63].

Среди рентгеновских дифрактометров общего назначения наиболее характерным является ДРОН-3,0, представленный на рисунке 4.

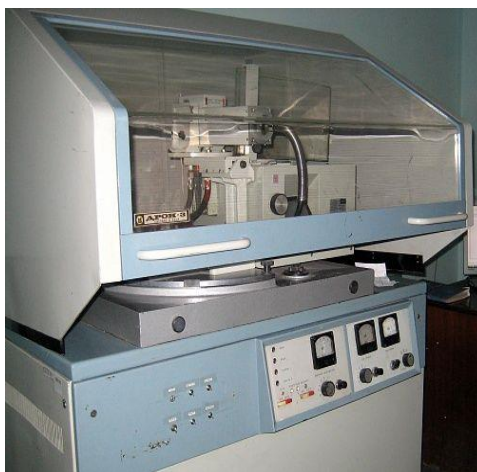


Рисунок 4 – Общий вид рентгеновского дифрактометра ДРОН-3,0

Дифрактометр ДРОН-3,0 предназначен для широкого круга поликристаллов различных материалов и рентгеноструктурных исследований монокристаллов.

2.2.4 Электронно-зондовый микроанализ

При помощи электронного микроскопа или специального электронно-зондового микроанализа можно получить химический состав образца в произвольно выбранных микроскопических размеров участков [64].

Исследуемый образец помещается в вакуумную камеру растрового электронного микроскопа и подвергается облучению сфокусировано

направленным пучком электронов, обладающих высокой энергией. От ускоряющего напряжения и плотности материала образца зависит объем зоны взаимодействия. В результате эмиссии фонового излучения и эмиссии характеристического излучения появляется рентгеновское излучение [65].

Современный электронный микроскоп снабжен рентгеновским спектрометром как дополнительной приставкой. Растровые электронные микроскопы производятся серийно, сконструированные для проведения электронно-зондового рентгеноспектрального микроанализа [66].

Количественный рентгеноспектральный микроанализ основан на сравнении интенсивности рентгеновских линий, совпадающих с интенсивностями соответствующих линий в стандартном образце известного состава, и в исследуемом образце, идентичном аналитическим условиям [67].

Концентрацию элементов определяют методом рентгеноспектрального анализа в диапазоне концентраций до десятых и сотых долей атомных процентов [68].

Электронно-зондовый анализ проведен на электронно-зондовом микроанализаторе пятого поколения модели JXA-8230 от производителя JEOL (Япония). Прибор JXA-8230 позволяет устанавливать одновременно до пяти волновых спектрометров плюс один ЭДС, также предоставляет возможность дополнительно устанавливать детектор катодолюминесценции или другие приставки [69].

Общий вид электронно-зондового микроанализатора марки JEOL JXA-8230 представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Общий вид электронно-зондового микроанализатора марки JEOL JXA-8230

Микроанализатор JXA-8230 позволяет получить эффективные результаты количественного анализа и отличное качество изображения поверхности образца во вторичных электронах с разрешением 5нм. Этот прибор предназначен для исследования однородности материала, регистрирующего

отраженные электроны. JXA-8230 позволяет проводить элементное картирование при помощи спектрометров с дисперсией по энергии или по длинам волн. Микроанализатор JXA-8230 также дает возможность изучить поля механических напряжений и разориентацию кристаллитов, применяя систему дифракции отраженных электронов при работе в режиме растрового электронного микроскопа [70, 71].

Выводы по разделу

Для определения химического состава и физико-химических свойств, применяемых при утилизации техногенных отходов, использованы современные средства и методики исследования, такие как электронный микроанализатор марки JEOL JXA-8230 Electron Probe microanalyzer, дифрактометр ДРОН-4, дериватограф модели Q-1000/D системы Ф. Паулик, Д. Паулики Л. Эрдей, рентгенофлуоресцентный спектрометр модели AXIOS фирмы "CANalytical B.V.", электронно-зондовый микроанализатор марки JEOL JXA-8230, имеющиеся в наличии отраслевого института геологических наук имени К.И. Сатпаева, института металлургии и обогащения НАН РК, г. Алматы и регионального института «ИРЛИП» ЮКУ имени М. Ауэзова, г. Шымкент.

3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Исследование шлаков свинцового производства

3.1.1 Физико-химические характеристики шлаков свинцового производства

На основании вышеприведенной актуальности проблемы утилизации и переработки шлаков, изучение вещественного состава проводилось на сыпучем материале шлака, внешне черного цвета, крупностью от 2 до 6 мм. В ходе исследования из пробы выделена тяжелая фракция, из которой изготовлены полированные искусственные аншлифы (брикеты) [72, с. 95].

Предварительные данные по шлаку свинцового производства, полученные в производственном цикле, показали, что отходы свинцового производства представляет собой шлак от плавильной печи. Для определения физико-химических свойств шлака свинцового производства проведены такие анализы, как спектральный, рентгенофазовый, термический и химический анализы. Исследования проводились в Институте геологических наук имени К.И. Сатпаева и в Институте Металлургии и Обогащения НАН РК, г. Алматы [73, с. 3]. Аншлифы анализировались под микроскопом LEICA DM 2500C. Наряду с этим проба исследовалась под микроскопом в иммерсионных жидкостях, в результате которых выбраны пробы для проведения дальнейших исследований.

Так, например, растровая электронная микроскопия шлака проведена на микроскопе JEOL-6490 LV («JEOL», Япония) для измерения масштабного коэффициента видеоизображения, при помощи получения поверхности объекта с высоким пространственным разрешением [74, с. 10]. Кроме этого, методом элементного анализа и элементного картирования при малых увеличениях можно получить эти поверхностные значения исследуемого образца.

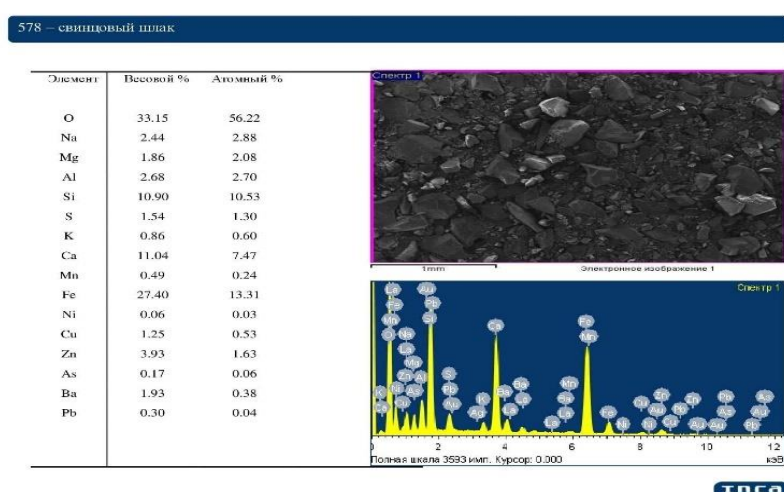


Рисунок 6 – Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ шлака свинцового производства

Примечание – Составлено по источнику [75, с.101]

Результаты исследований приведены на рисунке 6.

Химическим методом анализа установлено, что среднее содержание токсичных металлов в шлаках свинцового производства составляет в (%,%): свинца – 2-2,7; цинка – 9,5-10,3; меди – 0,9-1,1; железа – 25,0-25,6; оксида кремния – 24,3-25,0; оксида кальция – 16,0-16,4; оксида калия – 1,0-1,8; серы – 1,0-1,7 и влаги до 3% от общего веса проб, данные которых приведены в таблице 1 [76].

Таблица 1 – Содержание компонентов шлаков свинцового производства, образующихся при переработке сырьевых материалов

№ пробы	Содержание компонентов, (%,%)							
	Cb	Zn	Cu	Fe	SiO ₂	CaO	K ₂ O	S
1	2,0	9,6	1,1	26,1	25,5	14,0	1,2	1,3
2	2,1	9,5	1,0	26,0	18,3	15,2	1,0	1,2
3	2,3	9,5	0,93	25,0	20,1	16,4	1,2	1,18
4	2,4	9,7	0,95	25,3	25,2	16,37	1,4	1,7
5	2,55	9,8	0,97	30,6	24,9	16,4	1,8	1,52
6	2,6	11,3	0,9	28,9	24,3	16,2	1,68	1,36
7	2,7	9,5	0,94	25,1	25,5	16,35	1,75	1,52
Среднее значение	2,38	9,84	0,97	26,71	24,62	16,21	1,42	1,35

Анализ таблицы 2 по показателям компонентов указывает на то, что содержание свинца и цинка, как основных элементов цветных металлов колеблется (в %) свинца от 2 до 2,7, а цинка от 9,5 до 10,3, что делает возможным их извлечение в целевые продукты, а остальные составляющие можно использовать при производстве минеральных удобрений в качестве микроэлементов или же при производстве камнелитых изделий.

Рентгенодифрактометрический анализ средней пробы шлака свинцового производства выполнен на дифрактометре ДРОН-4 с излучением Cu, графитовый монохроматор. Съёмки дифрактограмм проведены при следующих параметрах: U=35 kV; I=20 mA; шкала: 2000 имп; времени 2с; при подъемной температуре 2 град/мин [77, с. 111]. По дифрактограмме порошковой пробы с применением метода искусственных смесей и равных навесок проведен анализ на полуколичественной основе, установлены количественные характеристики соотношения кристаллических фаз. Примеси, идентификацию которых нельзя осуществить из-за некачественной окристаллизованности при малом количественном содержании 1-2 дифракционных рефлексов, приведены в таблице 4. Определены количественные соотношения кристаллических фаз. Интерпретации дифрактограмм осуществлены с использованием картотеки ASTM Powder diffraction file и дифрактограммы минералов, чистых от примесей. Проведены расчеты содержания примесей для основных фаз. Примеси, идентификацию которых нельзя осуществить однозначно из-за

плохой окристаллизованности при малом количественном содержании и наличии только 1-2 дифракционных рефлексов, показаны в таблице 2 [78, с. 39].
Таблица 2 – Результаты полуколичественного атомно-эмиссионного спектрального анализа технологической пробы шлака

Элементы	Содержание элементов, %	Элементы	Содержание элементов, %
Золото	<0,0002	Серебро	0,001
Кремний	>>1,0	Магний	>1,0
Алюминий	>1,0	Кальций	>1,0
Медь	0,3	Рений	<0,0003
Никель	0,0025	Хром	0,015
Сурьма	<0,002	Кобальт	0,005
Мышьяк	<0,01	Молибден	0,01
Железо	>>1,0	Стронций	0,1
Марганец	0,2	Теллур	<0,003
Титан	0,3	Лантан	0,002
Цинк	>1,0	Висмут	0,0005
Калий	<1,0	Бериллий	0,0003
Натрий	>1,0	Циркон	0,01
Олово	0,001	Иттербий	0,0002
Барий	0,3	Иттрий	0,003
Скандий	0,0005	Сурьма	0,07
Ванадий	0,007	Церий	0,005
Вольфрам	0,005	Галлий	0,002
Германий	0,001	Таллий	<0,0005
Кадмий	<0,0005	Свинец	0,1
Иридий	<0,001	Ниобий	<0,001
Мышьяк	<0,01	Ртуть	<0,003
Платина	<0,001	Палладий	<0,0002
Родий	<0,0005	Рутений	<0,001

Анализ полученных данных рентгенодифрактометрических исследований анализа, представленных в таблице 2, показывает, что пробы шлака представлены аморфными фазами состава, близкого к кристаллическим фазам природного происхождения, таких как фаялит, волластонит, оксид цинка и оксид железа. В иммерсионном препарате в проходящем свете под микроскопом все эти фазы внешне черные и аморфные, кристаллические образования не отмечаются [79, с.222]. Идентификация минеральных фаз по данным рентгендифрактометрического анализа приведена на дифрактограмме, представленной на рисунке 7.

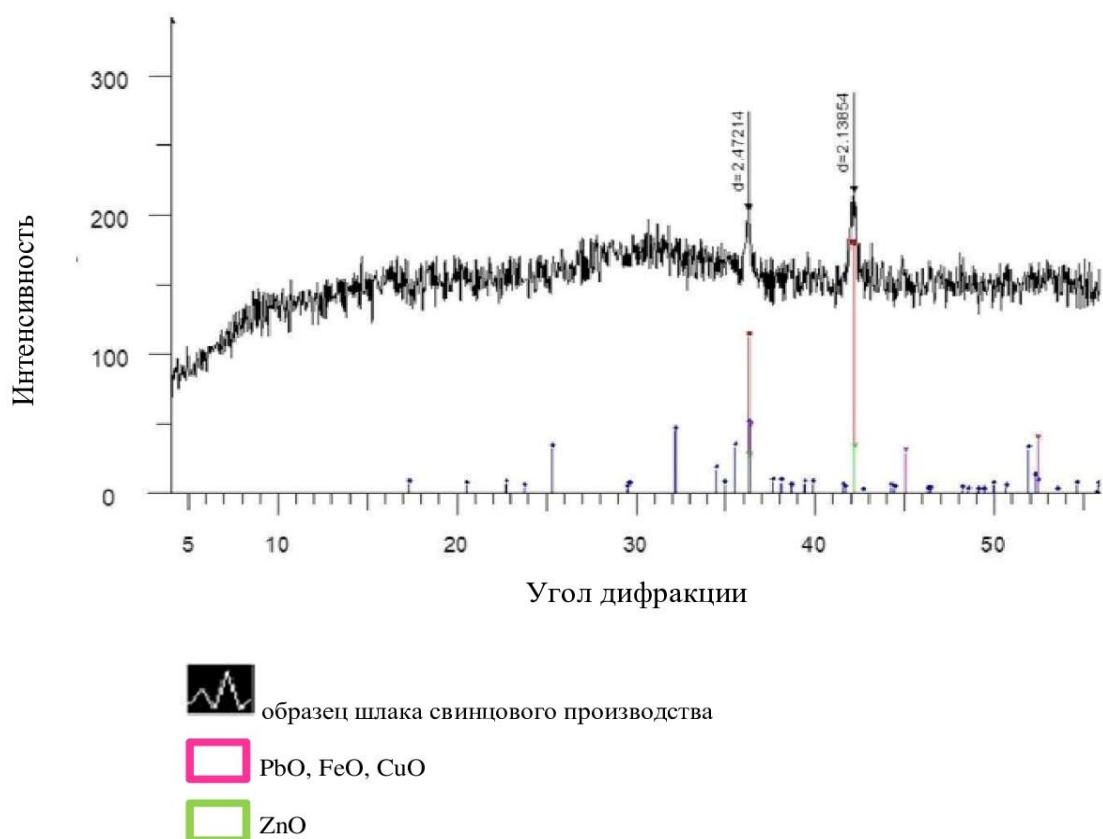


Рисунок 7 – Дифрактограмма образца шлака

Примечание – Составлено по источнику [78, с. 40]

Результаты межплоскостных расстояний и фазовый состав пробы шлака представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Межплоскостные расстояния и фазовый состав пробы шлака

Образец шлака		
d, Å	I %	Фаза
2,47214	93,8	оксид железа, фаялит, оксид цинка
2,13854	100,0	оксид цинка, оксид свинца, оксид железа

Дифракционные пики, показанные в таблице 3, характеризуют только указанные выше фазы. Показанные характерные дифракционные рефлексы, которые позволяют осуществить идентификацию присутствующих фаз [78, с. 41].

Полученные данные полуколичественного рентгенофазового анализа кристаллических фаз представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа кристаллических фаз

Минеральная фаза	Химическая формула	Содержание, %
Оксид железа	$Fe_{0.942}O$	41,5
Фаялит	$Fe_2(SiO_4)$	35,4
Силикат кальция	$CaSiO_3$	17,2
Оксид цинка	ZnO	6,0

Из анализа таблицы 4 видно, что в основе образца шлака находится аморфное вещество с перечисленными кристаллическими фазами с налагающимися рефлексамии.

При изучении пробы в полированном брикете в отраженном свете, представленном на рисунке 7, выявлено, что проба шлака состоит из аморфной матрицы с многочисленными включениями неоднородных медных минеральных фаз, внешне сходных с природными медными сульфидными минералами типа халькопирита и даже меди самородной. Они часто имеют округлые изометричные очертания и светло-желтую окраску, присущую халькопириту [78, с. 41].

Проведен термический анализ образцов шлака по данным DTA и TGA измерений. Термический анализ порошковой пробы шлака свинцового производства выполнен на дериватографе систем Ф. Паулик, Д. Паулик и Л. Эрдей фирмы «МОМ», (Венгрия) при температурах 20-1000°C, с динамическим режимом нагрева $dT/dt = 10$. Эталонное вещество - прокаленный Al_2O_3 . Навеска пробы – 500 мг с ценной деления шкалы изменения веса образца - 500 μV . При проведении исследований выявлены следующие параметры: чувствительность весов - 100 мг, чувствительность прочих измерительных систем прибора: DTA = 250 μV , DTG = 500 μV , TG = 500 μV T = 500 μV .

Метод основан на регистрации изменения физических и термохимических характеристик вещества при его нагревании. Оптимальные термохимические параметры, полученные при высокотемпературной обработке испытываемой системы, предоставляют возможность выявить характер деструкций термически активных компонентов.

Идентификация состава порошковой пробы осуществлена по морфологии термических кривых, а также анализом численных значений интенсивности эндо – и экзотермических эффектов. Достоверность результатов анализа проведено сравнением данных атласов горных пород при термическом воздействии на минералы, а также путем приведенных справочных источников [78, с. 41].

Образец шлака свинцового производства в режиме динамического нагревания на (DTA-, DTG- и TG-) кривых в разных интервалах температур оставил серию эффектов, вызванных эндо- и экзотермическими реакциями, как показано на рисунке 8 и их количественные значения в таблице 5.

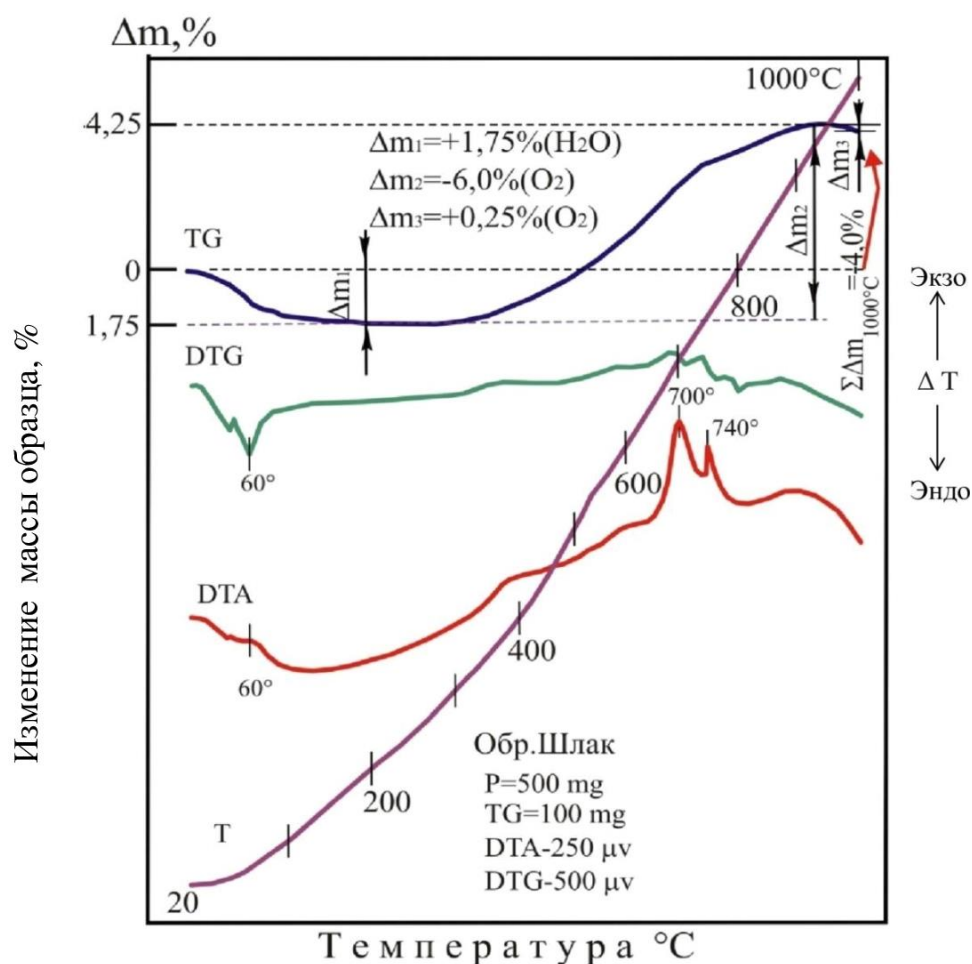


Рисунок 8 – Дериватограмма образца шлака

Примечания:

1. Знак минус (-) у значения Δm_2 означает привнесение в систему атмосферного кислорода. Этот знак противоположный знаку, применяемого к параметру потери веса
2. Составлено по источнику [78, с.42]

Таблица 5 – Последовательность количественных значений потери веса летучих компонентов

Последовательность потери веса	Потери веса, в %	Летучие компоненты	Интервал температуры разложения, °С
Δm_1	1,75	H ₂ O	20-200
Δm_2	-6,0	-O ₂ , свинец	280-930
Δm_3	0,25	O ₂ , цинк	930-1000
$\Delta m_{1000^\circ\text{C}}$	4,0	H ₂ O, O ₂ , свинец и цинк	20-1000

Примечания:

1. Знак минус (-) у значения Δm_2 означает привнесение в систему атмосферного кислорода. Этот знак противоположный знаку, применяемого к параметру потери веса

В пределах невысоких температур (20-200°C) в исследуемой системе отмечен эндотермический эффект с потерей веса Δm_1 , равной 1,75% от массы образца, показанных на рисунке 2, таблице 5. Многие порошковые пробы содержат в себе атмосферную воду, которая в указанном промежутке температур выносится в атмосферу. В данном же случае главную часть испарившейся молекулярной воды можно отнести к дегидратации частиц порошкового шлака адсорбированных - H_2O . После процесса обезвоживания образца энтальпия системы в промежутке 200-280°C, практически не меняется, что вызвано отсутствием потери веса в этом интервале температур. Следует отметить, что в интервале 280-930°C термогравиметрическая кривая (TG) неуклонно смещается вверх - в сторону увеличения массы образца, что вызвано привнесением в систему атмосферного кислорода. Увеличение массы сопровождается подъемом линии ДТА-кривой, которая в пределах 640-800°C оформила четко выраженные экзотермические пики при 700 и 740°C. Процессы, вызвавшие привнесение тепла в систему, связаны окислением железистых компонентов пробы. В отмеченных пределах температур обычно формируются оксиды железа, обогащенные кислородом. Указанные высокотемпературные пики вызваны переходом окисла железа из нижнего уровня кислотности в высший уровень. При более высокой температуре (930°C), увеличение массы образца достигает своего предела ($\Delta m_2 = -6\%$). И дальнейшее нагревание образца (до 1000°C) приводит к снижению его массы на 0,25% [78, с. 42].

По результатам рентгенодифрактометрического анализа проб шлака выявлено образование следующих полезных компонентов: медь в виде сульфидов, сложные соединения оксидов свинца, цинка, железа и меди, которые находятся в виде включений в аморфной вмещающей матрице сложного состава. Результаты лабораторных исследований шлака свинцового производства показали достаточно высокое содержание соединений цветных металлов, что позволяет оценить процесс технически и экономически целесообразным при их извлечении при утилизации токсичных отходов свинцового производства.

Для выявления промышленно-ценных минералов, входящих в состав шлака, проведены исследования материала тяжелой фракции шлака на электронно-зондовом микроанализаторе. С этой целью поверхность полированного брикета была тщательно просканирована, что позволило обнаружить в пробе медные минеральные фазы, а также сопутствующие искусственные свинцово-цинковые минеральные образования и изучить их состав. Исследования проводились на современном электронном микроанализаторе марки JEOL IXA-8230 Electron Probe microanalyzer [80, с.25]. Изучение состава матрицы пробы и результаты исследований очень мелких включений выполнены электронно-зондовым сканированием плоскости полированного брикета, данные которых приведены в таблице 6 и на рисунках 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 и 18.

Таблица 6 – Электронно-зондовые анализы матрицы и минеральных включений тяжелой фракции пробы шлака

№ Образцов; № всех рис по данному фото	Режим, увели чение	№ точки на фото образ ца	№ эл.-зонд. Анализа точек на фото образ цов (номер точки)	Состав проанализированного участка образца пробы (по номерам точек)
1;	COMCO, 100	1–8	30(8), 32(9), 33(10)	30,032,33 –вмещающая матрица, состоящая из оксида Fe, Ca, Si с примесью Zn, Ba и др.
15; 16–19	–//–250	1–7-	45(1), 46 (4), 3 (47), 48 (5), 49 (2), 50 (6), 51(7)	45-51 –включения сульфидов Cu, Fe, , Zn во вмещающей матрице
2; 3–5	–//– 150	1–4	34 (1), 34a(4), ,35 (2), 36 (3)	34,35,36 –во вмещающей матрице – анализ 34a
6: 7-13	–//–170	1–6	37 (1), 38 (3), 39 (2), 40 (4), 41 (5), 42 (6)	37 – матрица, подобная по составу вышеописанных проб, 38-42 – включения сульфидов Cu, Fe, , Zn с примесями
14	–//–2000	1,2	43 (1), 44 (2)	43,44 –включающая матрица
22; 23	–//–1100	1-3	52 (1), 53 (2), 53a (3)	52,53 – включения сульфидовCu, Fe, Zn с примесями, 53a –матрица
24	–//–2000	1	54 (1)	54 – сульфид Cu, Fe, близкий по составу к природному халькопириту
25	–//– 4000	–	–	Фрагмент Рисунок 22
26; 27	–//– 2000	1-7	55 (1), 56 (2), 57 (3), 58 (4), 59 (5), 60 (6), 61 (7), 62 (8), 63 (9).	55-58 –оксиды Сb, Zn, Fe, Cu с примесью петрогенных элементов, 59 –матрица состава оксидов Zn, Fe, Саи других петрогенных элементов, 60,61 – оксиды Zn, Fe, Са и др. петрогенных элементов
28;29	–//– 7000	1	64 (1), 65 (1 режим WDS)	64 – сульфид Cu, Fe, подобный природному халькопириту.

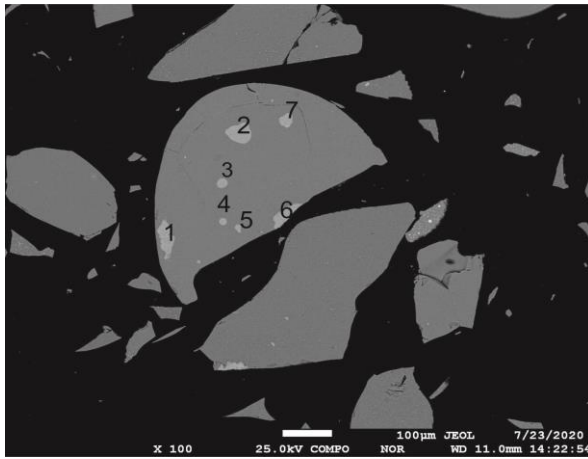


Рисунок 9 – Включения сложных медных минеральных фаз в матрице [80, с.26]

Примечание – Обр. 1, режим COMCO, увел. 100

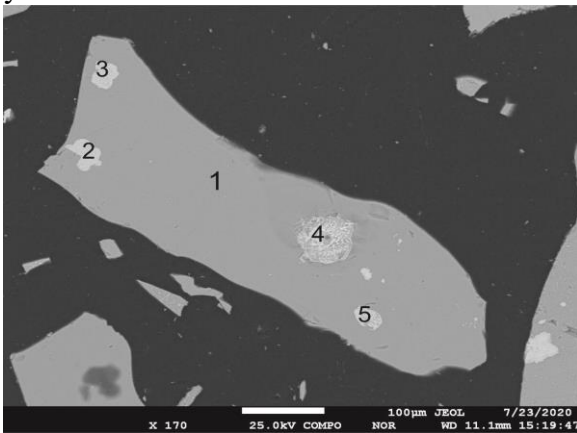


Рисунок 11 – Минеральная матрица с включениями медных минеральных фаз [80, с.26]

Примечание – Обр. 6, режим COMCO, увел. 170

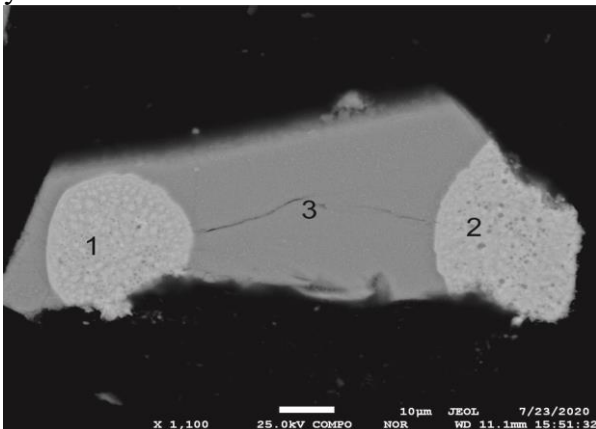


Рисунок 13 – Включения медных минеральных фаз в матрице

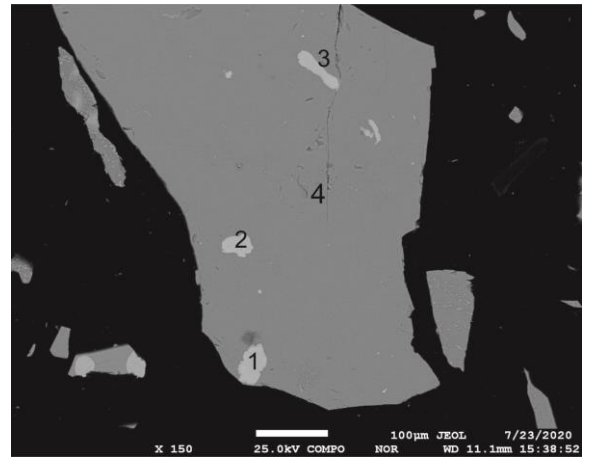


Рисунок 10 – Включения медных минеральных фаз в матрице

Примечание – Обр. 2, режим COMCO, увел. 150

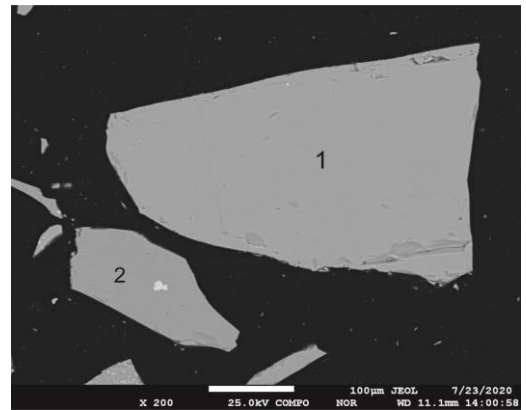


Рисунок 12 – Вмещающая минеральная матрица с включением медного минерального образования

Примечание – Обр. 14, режим COMCO, увел. 200

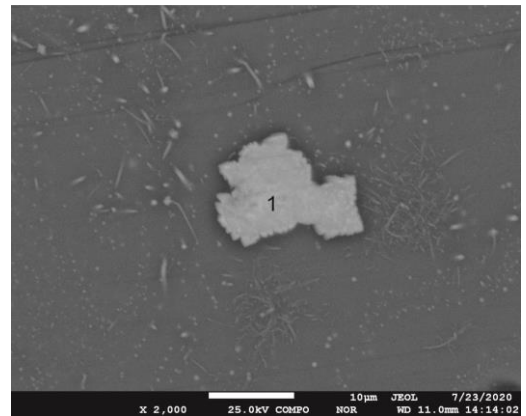


Рисунок 14 – Медная минеральная фаза. (халькопирит)

Примечание – Обр. 22, режим
СОМСО, увел. 1100

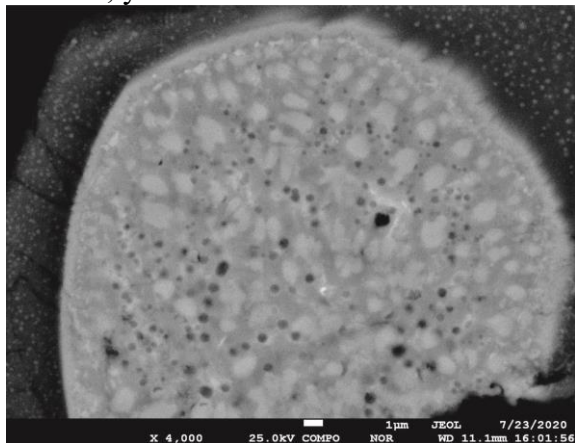


Рисунок 15 – Фрагмент
образца 22

Примечание – Обр. 25, режим
СОМСО, увел. 4000

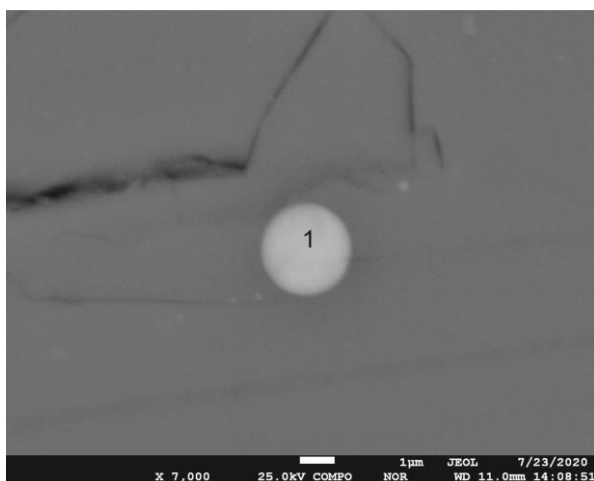


Рисунок 17 – Медная минеральная
фаза включениями медных (типа
халькопирита)

Примечание – Обр. 28, режим
СОМСО, увел. 7000

Примечание – Обр. 24, режим
СОМСО, увел. 2000

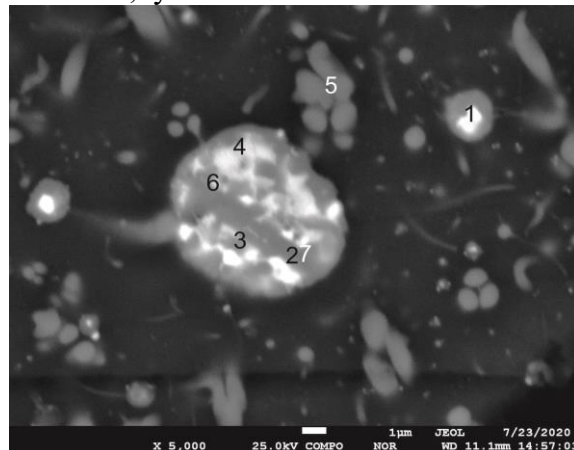


Рисунок 16 – Матрица с включениями
оксидов сложных свинцово-цинково-
железистые-медных минеральных фаз
[80, с.26]

Примечание – Обр. 26, режим
СОМСО, увел. 2000

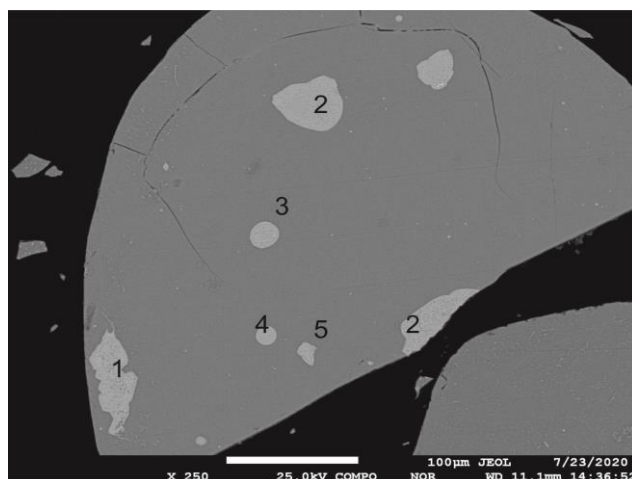


Рисунок 18 – Матрица с минеральных
фаз

Примечание – Обр. 15, увеличенный,
обр.1, режим СОМСО, увел. 250

3.2 Исследование основных параметров процесса переработки шлаков свинцового производства

Для прокаливания вельц-окиси исходные образцы сырой вельц-окиси готовили в виде цилиндрических брикетов диаметром и высотой 10 мм. Брикеты изготавливали методом сухого прессования, в цилиндрической пресс-форме, давление прессования создавали надавливанием руки. Брикеты помещали внутрь фарфоровых тиглей (один брикет - один тигель), показанные

на рисунке 19, затем тигли ставили в холодную муфельную печь, представленную на рисунке 20 [81].



Рисунок 19 – Исходные образцы исследуемых проб



Рисунок 20 – Муфельная печь для проведения процесса обжига (прокалки) при высоких температурах

В ходе исследования по обжигу и прокалке шихтового материала устанавливается определенная температура и исследуемый образец выдерживается в течение заданного времени. Полученные результаты исследований приведены на рисунке 21 [82].



Рисунок 21 – Образцы в нагретой печи

Затем на панели управления печи выставляли первую требуемую температуру (например, 700°C) и включали печь. По мере нагрева печи записывали показания температуры в соответствующие моменты времени. По достижении заданной температуры делали выдержку в течение не менее 20-ти минут; отключали печь; открывали дверцу печи и извлекали соответствующий тигель с образцом (рисунок 21) [81, с. 62; 82, с. 3-15]. После этого закрывали печь; выставляли регулятор на следующую температуру; и включали нагрев печи. Таким образом было проведено прокаливание образцов сырой вельцоокси с последовательным извлечением образцов после выдержки при температурах $700, 800, 900, 950, 1000, 1050, 1110$ и 1160°C . По данным результатам был построен график нагрева печи, рисунок 22 [83]. На рисунке 23 показан внешний вид образцов после прокаливания.

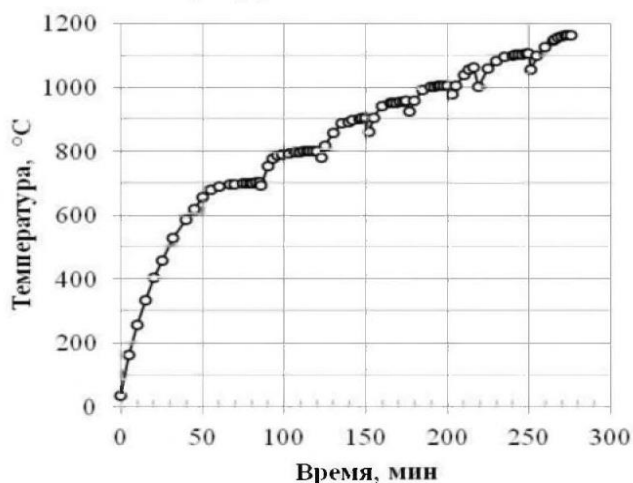


Рисунок 22 – График нагрева печи

По результатам взвешивания образцов до и после прокаливания определена потеря массы сырой вельцо-окси при прокаливании, приведенная в таблице 7 [84, 85].

Таблица 7 – Уменьшение массы образцов вельц-оксида в результате прокаливания при различных температурах

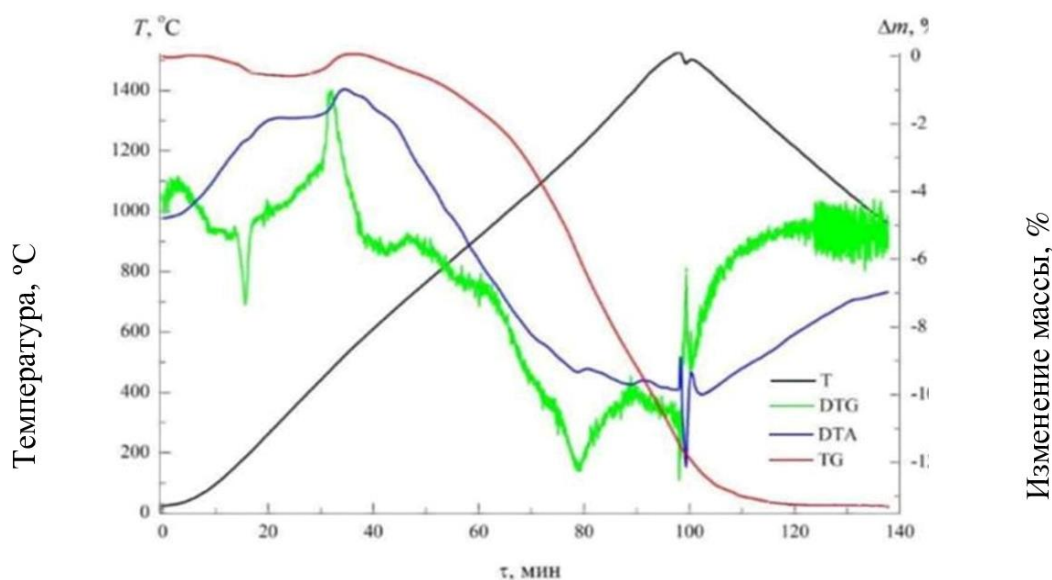
температура, °С	До прокаливания			После прокаливания		Уменьшение массы образца, г
	тигель, г	тигель + образец, г	образец, г	тигель + образец, г	образец, г	
700	14,32	25,30	10,98	25,20	10,88	-0,10
800	14,34	24,15	9,81	24,01	9,67	-0,14
900	12,42	22,90	10,48	22,65	10,23	-0,25
950	12,29	22,38	10,09	22,07	9,78	-0,31
1000	12,32	23,34	11,02	22,90	10,58	-0,44
1050	14,28	23,90	9,62	23,40	9,12	-0,50
1100	13,74	23,72	9,98	23,10	9,36	-0,62
1160	14,25	25,30	11,05	24,50	10,25	-0,80

Внешний вид прокаленных образцов проб в обжиговой печи показан на рисунке 23.



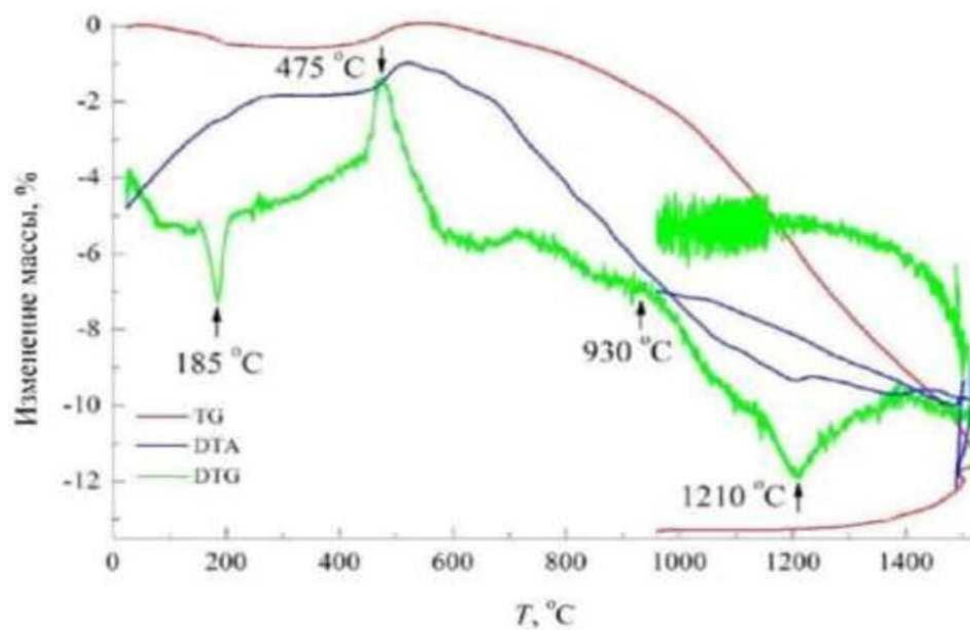
Рисунок 23 – Внешний вид прокаленных образцов

Для определения закономерностей эндо- и экзоэффекта при нагревании вельц-оксида был проведен дериватографический анализ испытываемых образцов. Дериватографический анализ выполнен при нагреве до 1500°C и полученные результаты приведены на рисунке 24.



Время, мин

а



Температура, °C

б

а – развертка результатов анализа по времени; б – развертка результатов анализа по температуре

Рисунок 24 – Результаты дериватографического анализа нагрева сырой вельц-окси

По рисунку 24 (графику) видно, что интенсивная потеря массы образца начинается при нагреве выше 600°C , что соответствует температуре начала испарения хлоридов цинка и свинца. Основная потеря массы приходится на интервал температур более 1000°C , что соответствует распаду сульфата свинца. Общая потеря массы составила 12 мас.%. При визуальном осмотре образца

вельц-окси после эксперимента обнаружено, что произошла значительная усадка первоначально порошкообразного вещества вельц-окси; расплавления образца при нагреве даже до 1500°C не обнаружено, однако наблюдается поверхностное оплавление зерен материала (стеклянный блеск поверхности частичек обожженной вельц-окси).

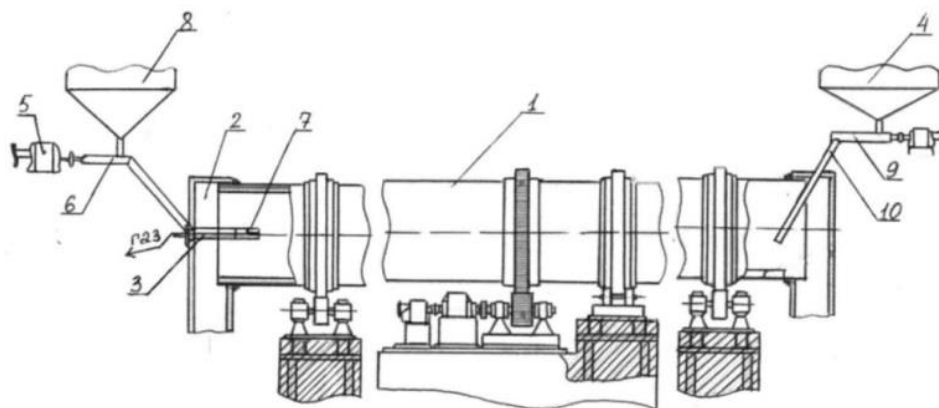
Таким образом, характер изменения массы цилиндрических образцов вельц-окси полностью совпадает с результатами дериватографического анализа.

Установлено, что при нагреве до 1300°C потеря массы составляет 10 мас.%, температуры интенсивного уменьшения массы приходится на диапазон от 700 до 1300°C, что соответствует результатам термодинамического моделирования испарения и распада компонентов вельц-окси.

3.3 Разработка усовершенствованной технологической схемы переработки шлаков свинцового производства

Для восстановления свинца и цинка из шлака свинцового производства, на основании полученных результатов исследования, применяемых в технологическом процессе для переработки свинцового шлака, разработаны процессы сублимации традиционных вельц-печей [86, с.41]. В процессе вдувания смеси пылевидных составляющих шлака и кокса происходит его барботирование и образующиеся при этом газы, вместе с парами цветных металлов, направляются на пылеулавливание возгонов в пылесадительной камере, охладителе и рукавных фильтрах. Очищенные в пылегазоочистной системе газы выбрасываются в атмосферу [87, с.83].

Реализацию предлагаемой технологии, как показано на рисунке 25, осуществляют следующим образом. Из бункера шлака смеси с шихтой поз 4 через питатель с приводом поз 6 и течку поз 10 производится загрузка барабанной вращающейся печи поз 1 шихтовым материалом класса 1-10 мм с холодного конца печи, оснащенной топочной камерой поз 2. Требуемая температура в зоне плавления материала поддерживают в пределах 1000-1150°C +20 градусов Цельсия, за счет сжигания природного газа через газогорелочное устройство поз 3. Над горелкой встроена форсунка поз 7 для подачи смеси пылевидного материала из мелочи кокса и шлака класса 0-1 мм, подаваемой из бункера смеси пылевидных углеродсодержащих материалов поз 8. При помощи питателя с приводом поз 9 и пневмокамерного насоса подачи пылевидного материала поз 5, пылегазовую смесь подают при наличии факела от сжигания топлива в горелке с горячего (выгрузочного) конца барабанной вращающейся печи поз 1 [87, с.82].



1 – барабанная вращающаяся печь; 2 – топочная камера (горячая головка); 3 – газогорелочное устройство (горелка); 4 – бункер шлака в смеси с шихтой; 5 – пневмокамерный насос подачи пылевидного материала; 6 – питатель с приводом; 7 – форсунка для подачи смеси пылевидного материала; 8 – бункер смеси пылевидных углеродсодержащих материалов; 9 – питатель с приводом; 10 – течка

Рисунок 25 – Схема барабанной вращающейся печи

Полученная в реакционной зоне барабанной вращающейся печи пылегазовая смесь дымовых газов, в соответствии с рисунком 26, поступает в газоотводную камеру, а затем в охлаждающую камеру. Из охлаждающей камеры охлажденный материал поступает в пылеосадитель с рукавным фильтром. Осажденная в пылеосадителе с рукавным фильтром пылевидная фракция материала окиси свинца и окиси цинка направляется в бункер фасовочного устройства, а очищенный дымовой газ после доочистки газов при помощи дымососа выбрасывается в атмосферу [87, с.83].

В процессе движения свинцового шлака в барабане печи и горения факела происходит извлечение свинца и цинка как из пылевидного материала, где транспортирующим объектом является сжатый воздух, так и из шихтового материала за счет образования оксидов цинка и свинца по реакциям:

– первая стадия:



– вторая стадия:



На второй стадии процесса восстановителем свинца и цинка является избыток кислорода вдуваемого форсункой вместе с пылевидной фракцией с горячего конца в печь.



Рисунок 26 – Технологическая схема способа извлечения оксидов свинца и цинка

Примечание – Составлено по источнику [87, с. 83]

Кроме того, что в предлагаемой технологии впервые применяют систему вдувания пылевидной смеси свинцового шлака и кокса или же пылевидного угля с горячего конца печи, а основную массу исходных компонентов шихты загружают с холодного загрузочного конца и в то же время в вельц-печь подают сжатый воздух под высоким давлением. Пылевидный уголь является отходом угледобычи, его химический состав приведен в таблице 8. Использование пылевидного угля позволяют интенсифицировать процесс синтеза оксидов свинца и цинка и снизить энергозатраты до 10-15%.

Таблица 8 – Химический состав углеродсодержащих материалов

Содержание компонентов (% , %)						
Наименование материала	C свобод.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S _{общ.}	Влага
Отсевы угледобычи	35-65	27-32	2,5-6,5	2,6-2,9	до 0,6	до 3
Мелочь кокса	85	2-4	2-3	1-2	до 4,0	до 3

Таким образом, совместное использование свинцового шлака и пылевидного угля учитывает технологические и конструкционные особенности печи, улучшает скорость извлечения и эффективность производства оксидов свинца и цинка.

3.4 Предлагаемая технология переработки и утилизации шлаков свинцового производства

Согласно предлагаемой технологии, приведенной на рисунке 27, извлечение токсичных металлов проводится следующим образом: каленый шлак, класса менее 10 мм, с помощью ленточного конвейера подается одновременно металлургический кокс или каменный уголь класса менее 10 мм при помощи ленточного конвейера подается в определенных соотношениях на процесс шихтования (перемешивание) каленого шлака с каменным углем. Перемешанная шихта направляется в вельц-печь, куда вдувают под высоким давлением сжатый воздух, содержащий смесь пылевидного сырья из пыли шлака и углеродистого материала класса менее 1 мм. В вельц-печи происходит процесс возгона окиси свинца и цинка под воздействием высокой температуры. Углерод углеродсодержащего материала, мелочь каменного угля, металлургического кокса и др., применяемого в технологическом процессе в качестве восстановителя приводит к образованию свинца, цинка и углекислого газа. Свинец и цинк, после чего окисляется по реакции $Pb + O_2 = PbO$; $Zn + O_2 = ZnO$ и повторно попадает в пылесборную камеру.

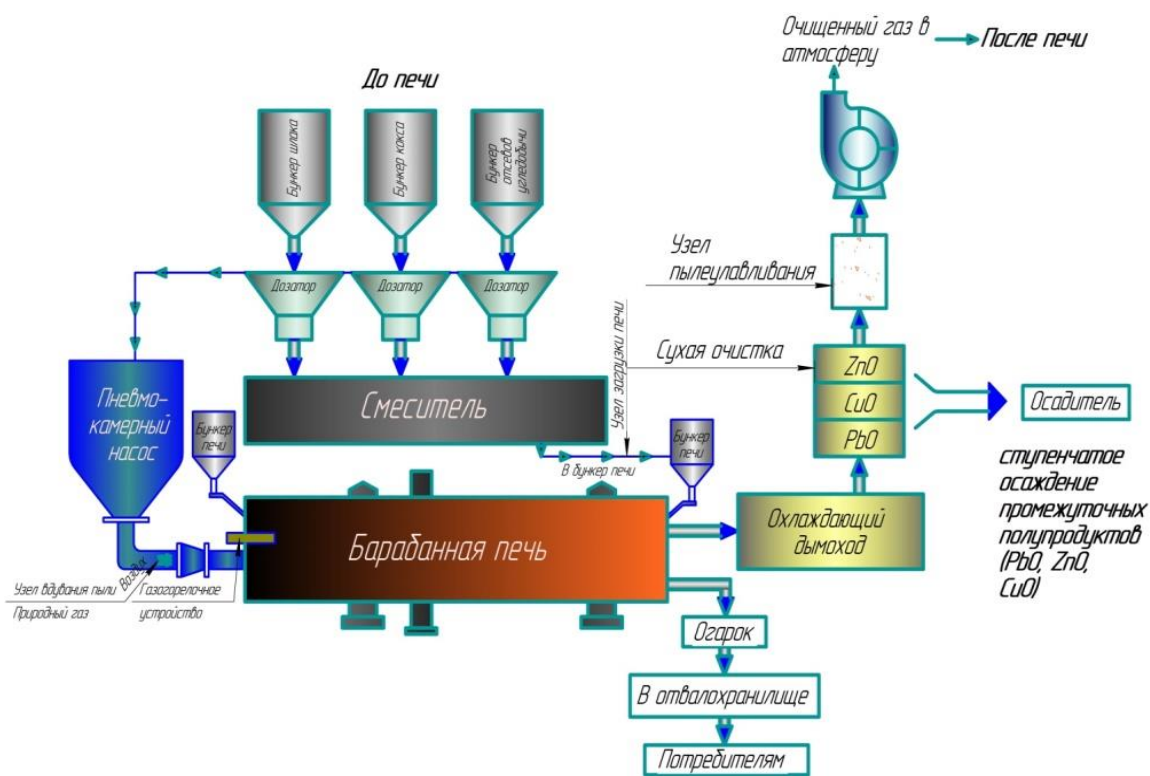


Рисунок 27 – Технологическая схема способа извлечения токсичных металлов

Затем отходящие газы подаются на процесс охлаждения, где пыль окиси свинца и цинка охлаждаясь в охлаждающем дымоходе, осаждается. Температура дыма после охлаждения системы снижается до $1500^{\circ}C$. Дым, проходя рукавный фильтр, полностью улавливает пыль окиси свинца и цинка.

Эффективность системы пылеочистки составляет 99,8%. Собранные в рукавном фильтре окись свинца и цинка засыпают в тарные мешки [88, с. 57-60].

Для определения возможного количества извлечения оксидов свинца и цинка из свинцового шлака проведены лабораторно-промышленные испытания предлагаемой технологии. Для получения окиси свинца и цинка в лабораторных условиях в барабанную вращающуюся печь подавали свинцовый шлак и углеродсодержащий материал (угольная пыль) двумя противоположно направленными потоками. Использованная смесь, содержащая свинцовый шлак дисперсностью 2-6 мм, мелочь кокса и отходы угледобычи в соотношении 1:0,2:3,8, подавалась с холодного конца барабанной вращающейся печи, а с горячего конца барабанной печи подавалась пылевидная часть шлака дисперсностью около 1 мм совместно с углеродсодержащим материалом дисперсностью 0,5-1 мм, в соотношении 1:9,5 в смеси со сжатым воздухом. В предлагаемой технологии использовали шлак свинцового производства, представляющий собой спекшийся материал с размером от 2 до 6 мм гранулообразной формы, содержащий небольшое количество шлака размером до 10 мм, с насыпным весом около 2 тм³ и углом естественного откоса 35 градусов. Процесс извлечения в вельц-печи проходит при температуре 1200°C. Таким образом, при использовании новой технологии, в лабораторных условиях было переработано 300кг свинцового шлака. В результате было получено 750 г оксида свинца и 970 г оксида цинка.

Выводы по разделу

В результате рентгенофлуоресцентного полуколичественного анализа, сканирующей электронной микроскопии и рентгеновского микроанализа свинцового шлака было выявлено, что шлак свинцового производства содержит значительное количество токсичных соединений, являющихся опасными источниками загрязнения окружающей среды.

Спектральным, рентгенофазовым, электронно-зондовым и химическим методами анализа выявлено, что содержание соединений цветных металлов в шлаке свинцового производства высокое. Содержание оксида свинца – до 2%, оксида цинка – до 17% и оксида меди – до 1,25% от общего веса пробы.

Свинцовые шлаки содержат достаточно большое количество соединений цветных металлов: оксида свинца до 0,7% и оксида цинка до 8,5% от массы шлака. Содержание цветных металлов в шлаках свинцового производства позволяет сделать процесс их утилизации технически и экономически целесообразным.

С помощью сканирования тяжелой фракции пробы шлака на электронно-зондовом микроанализаторе выявлены следующие полезные компоненты: медь в виде сульфидов, сложные соединения оксидов свинца, цинка, железа и меди, которые находятся в виде включений в аморфной вмещающей матрице сложного состава.

Результаты предварительных испытаний дают возможность выбрать технологию для более полного извлечения из шлаковых отходов свинцового

производства оксидов свинца и цинка. Дальнейшая переработка и утилизация токсичных шлаков свинцового производства приведет к улучшению экологического равновесия окружающей среды и снижению негативного воздействия на здоровье людей. Также вносится значительный вклад в развитие системы рационального использования природных ресурсов.

Технология непрерывного селективного извлечения свинца и цинка используют шлак свинцового производства, подаваемый во вращающуюся барабанную печь двумя противоположно направленными потоками. По предлагаемой технологии применяют систему вдувания пылевидной смеси свинцового шлака и кокса или же пылевидного угля класса менее 1 мм с горячего конца печи, а основную массу исходных компонентов шихты класса менее 10 мм подают с холодного загрузочного конца. Это учитывает особенности работы печи и процесса синтеза цветных металлов, улучшает скорость извлечения и эффективность производства оксидов свинца и цинка. Технология отличается тем, что используют шлак свинцового производства, подаваемый во вращающуюся барабанную печь двумя противоположно направленными потоками. Дисперсность состава менее 10 мм, содержащего шлак, мелочь кокса и внутренние вскрышные породы угледобычи с холодного конца барабанной вращающейся печи и пылевидную часть дисперсностью до 1 мм совместно с углеродсодержащим материалом (являющимся отходом угледобычи) дисперсностью до 1 мм с горячего конца барабанной печи позволяют интенсифицировать процесс синтеза оксидов свинца и цинка и снизить энергозатраты до 10-15%.

Для снижения уровня воздействия на окружающую среду, - газы, удаляемые из вельц-печи, перед выбросом в атмосферу через высотную трубу, проходят последовательно стадию сухой и мокрой очистки.

При использовании данной технологии в лабораторных условиях было получено 250 г оксида свинца и 323,5 г оксида цинка при переработке 100 кг свинцового шлака.

Разработана технологическая схема утилизации отвальных шлаков свинцового производства путем извлечения токсичных металлов, позволяющая снизить загрязнение окружающей среды и улучшить безопасность жизнедеятельности населения за счет ликвидации шлака свинцового производства, а также освободить земельные площади для посадки зеленых насаждений.

Применение предлагаемой технологии позволяет снизить топливные и энергетические затраты с одновременным уменьшением количества пылегазовых выбросов до 10-15%.

Разработанная технология приводит к эффективной переработке актуальных техногенных шлаков свинцового производства при одновременном получении оксидов свинца и цинка, а также минеральных удобрений, содержащих микроэлементы. Это приводит к внесению значительного вклада в развитие актуальной проблемы рационального использования природных и вторичных сырьевых, а также топливно-энергетических ресурсов.

4 КОМПЬЮТЕРНО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ШЛАКОВ СВИНЦОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЦЕЛЕВЫЕ ПРОДУКТЫ

Регрессионный анализ применяется в химических отраслях при обработке экспериментальных данных, полученных в ходе исследования, совокупность которых представляется некоторой функцией $y(x)$, и задачей регрессионного метода основана на получении параметров этой функции, с наименьшей квадратичной погрешностью изучаемых параметров.

По ряду причин экспериментальные данные следует аппроксимировать следующими полиномами вида:

$$F(x) = b + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_mx^{m1} \quad (3)$$

В Mathcad полиномиальная регрессия определяется с помощью функции *regress* (x, y, m), где m – степень полинома регрессии целого положительного числа [89].

Анализ химического состава шлаков свинцового производства указывает на то, что содержание свинца и цинка, как основных элементов цветных металлов колеблется (в %) свинца от 2 до 2,7, а цинка от 9,5 до 11,3, что делает возможным их извлечение в целевые продукты, а остальные составляющие можно использовать при производстве минеральных удобрений в качестве микроэлементов или же при производстве камнелитых изделий. Полиномиальная регрессия В Mathcad по расчету для свинца и цинка представлена в таблице 9 [90].

Таблица 9 – Расчет для свинца и цинка

Pb		Zn	
x	y	x	y
1,7	85	8,1	85
1,8	85,7	8,3	85,5
2,1	91,4	8,7	90,4
2,3	92,7	8,9	91,7
2,4	93,5	9,3	93,6
2,5	94,6	9,6	94,8
2,6	95	9,8	95

Коэффициенты полиномов для $m=2$

Решение в системе Mathcad выполняется следующим образом:

$$X := \begin{pmatrix} 1.7 \\ 1.8 \\ 2.1 \\ 2.3 \\ 2.4 \\ 2.5 \\ 2.6 \end{pmatrix} \quad Y := \begin{pmatrix} 85 \\ 85.7 \\ 91.4 \\ 92.7 \\ 93.5 \\ 94.6 \\ 95 \end{pmatrix}$$

$$t := 1.7, 1.8.. 2.6$$

$$m := 2$$

$$s := \text{regress}(X, Y, m)$$

$$A(t) := \text{interp}(s, X, Y, t)$$

$$s = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 2 \\ 30.2 \\ 45.404 \\ -7.882 \end{pmatrix}$$

$$A(t) =$$

84.607
86.389
88.013
89.479
90.788
91.939
92.933
93.769
94.447
94.967

$$t =$$

1.7
1.8
1.9
2
2.1
2.2
2.3
2.4
2.5
2.6

На векторе результата S три первые строки являются служебными. Остальные означают содержание значения коэффициентов полинома, и уравнение регресс имеет следующий вид [90, с. 585]:

$$y = -7,882x^2 + 45,404x + 30,2$$

Для построения кривой полинома регрессии следует воспользоваться функцией `interc` (s, x, y, t). В качестве ее параметра s необходимо определить вектор коэффициентов, вычисленный функцией `regress` для `interc`, в которой имеются служебные строки [91, 92]. В Mathcad это выглядит так:

$$A(t) := \text{interc}(S, x, y, t)$$

$$t = 1.7, 1.8.. 2.6$$

На основании вышеприведенных расчетов строим график функций, представленный на рисунке 28.

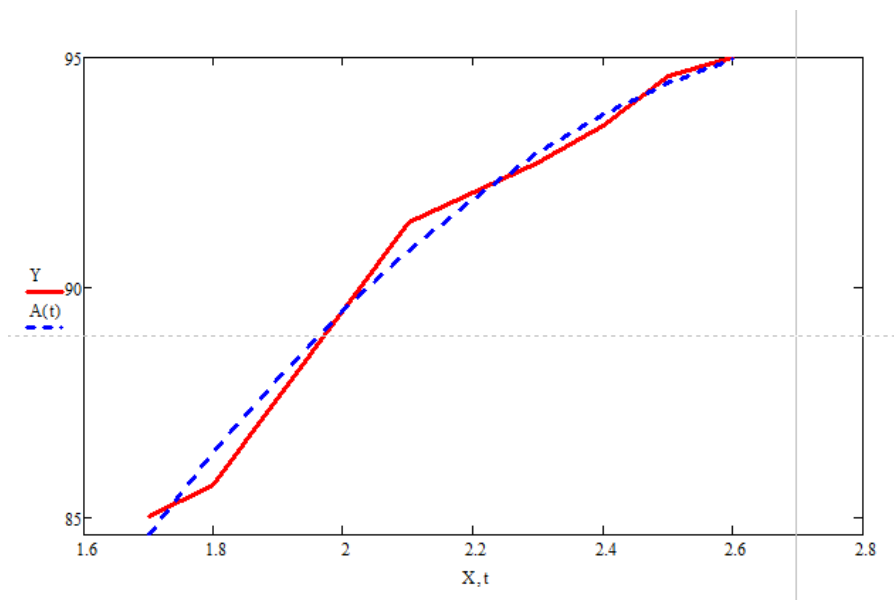


Рисунок 28 – График функции отклонения экспериментальных от расчетных значений PbO

Примечание – Составлено по источнику [90, с. 585]

Встроенные функции: показывает стандартное $stderr(x,y)$ отклонение точек от линии регрессии;

$Stdev(x)$ или $Stdev(y)$ - показывает стандартное отклонение коэффициентов регрессии; а $Corr(x,y)$ – коэффициент корреляции изучаемых параметров.

Значения рассчитываются по следующим функциям:

$$Stdev(X) = 0.346$$

$$Stdev(Y) = 4.128$$

$$stderr(X, Y) = 0.841$$

$$corr(X, Y) = 0.983$$

Расчетные значения для расчета абсолютной и относительной ошибки вычисляются по формуле и составляется программа в системе MathCAD (1) следующим образом:

$$i := 0..6$$

$$Y_{rash}^{(i)} := 30.2 + 45.404 \cdot X_i - 7.882 \cdot X_i \cdot X_i$$

$$Y_{rash} = (84.608 \quad 86.39 \quad 90.789 \quad 92.933 \quad 93.769 \quad 94.448 \quad 94.968)$$

Расчет абсолютной ошибки:

$$Er_abs := Y - Y_{rash}^T$$

$$Er_abs = \begin{pmatrix} 0.392 \\ -0.69 \\ 0.611 \\ -0.233 \\ -0.269 \\ 0.152 \\ 0.032 \end{pmatrix}$$

Расчет относительной ошибки в процентах:

$$Er_otn := \frac{(Y - Y_{rash}^T)100}{Y}$$

$$Er_otn = \begin{pmatrix} 0.461 \\ -0.805 \\ 0.669 \\ -0.252 \\ -0.288 \\ 0.161 \\ 0.034 \end{pmatrix}$$

Расчет среднего значения абсолютной ошибки [90, с. 586]:

$$sr_abs := \begin{cases} s \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 0..6 \\ \quad s \leftarrow s + |Er_abs_i| \\ sr \leftarrow \frac{s}{7} \end{cases} \quad sr_abs = 0.34$$

Расчет среднего значения относительной ошибки [90, с. 586]:

$$sr_otn := \begin{cases} s \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 0..6 \\ \quad s \leftarrow s + |Er_otn_i| \\ sr \leftarrow \frac{s}{7} \end{cases} \quad sr_otn = 0.381$$

Полиномиальная регрессия. В Mathcad по расчету для цинка представлена в таблице 12.

Решение в системе Mathcad выполняется следующим образом:

$$X := \begin{pmatrix} 8.1 \\ 8.3 \\ 8.7 \\ 8.9 \\ 9.3 \\ 9.6 \\ 9.8 \end{pmatrix} \quad Y := \begin{pmatrix} 85 \\ 85.5 \\ 90.4 \\ 91.7 \\ 93.6 \\ 94.8 \\ 95 \end{pmatrix} \quad t := 8.1, 8.2.. 9.8$$

$$k := 2$$

$$s := \text{regress}(X, Y, k)$$

$$s = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 2 \\ -198.457 \\ 58.573 \\ -2.92 \end{pmatrix}$$

$$A(t) := \text{interp}(s, X, Y, t)$$

$$A(t) =$$

84.381
85.478
86.517
87.498
88.42
89.283
90.088
90.835
91.523
92.153
92.725
93.238
93.693
94.089
94.427
...

$$t =$$

8.1
8.2
8.3
8.4
8.5
8.6
8.7
8.8
8.9
9
9.1
9.2
9.3
9.4
9.5
...

На векторе результата S три первые строки являются служебными, а остальные указывают содержание значения коэффициентов полинома, как указывалось выше.

Уравнение регрессионного полинома имеет следующий вид:

$$y = -2,92x^2 + 58,573x - 198,457$$

Для построения кривой полинома регрессии необходимо задать и использовать функцию `interp` (s, x, y, t). В качестве параметра функции s необходимо найти вектор коэффициентов путем вычисления функции `regress` для `interp`, имеющей служебные строки. В программе Mathcad это выглядит так, как приведено в работе [91,92]:

$$A(t) := \text{interc}(S, x, y, t)$$

$$t = 8.1, 8.2, 9.8$$

График функций на основании вышеприведенных расчетов представлен на рисунке 29.

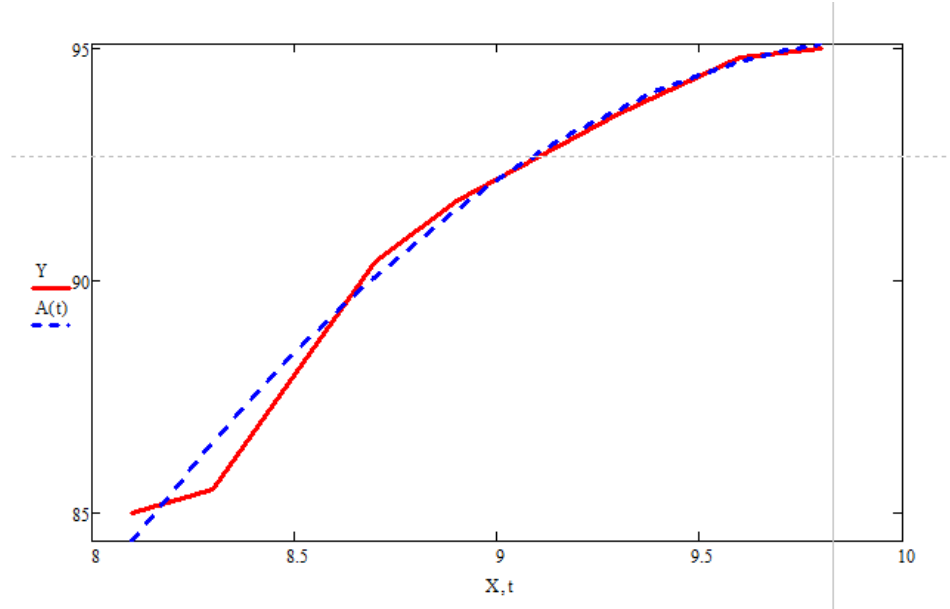


Рисунок 29 – График функции отклонения экспериментальных от расчетных значений ZnO

Встроенные функции: $stderr(x, y)$, $stdev(x)$ или $stdev(y)$, а также $corr(x, y)$ – показывают соответственно стандартное отклонение точек от линии регрессии;

$Stdev(x)$ или $Stdev(y)$ – стандартное отклонение коэффициентов регрессии;

$Corr(x, y)$ – коэффициент корреляции как приведено в работе [93].

Значения рассчитываются по следующим функциям:

$$\begin{aligned} Stdev(X) &= 0.643 & Stdev(Y) &= 4.166 \\ stderr(X, Y) &= 1.114 & corr(X, Y) &= 0.97 \end{aligned}$$

Расчетные значения для абсолютной и относительной ошибок рассчитываются по формуле и составляется программа в системе MathCAD (1):

$$i := 0..6$$

$$Y_{rash}^{(i)} := -198.457 + 58.573 \cdot X_i - 2.92 \cdot X_i \cdot X_i$$

$$Y_{rash} = (84.403 \quad 86.54 \quad 90.113 \quad 91.55 \quad 93.721 \quad 94.737 \quad 95.122)$$

Расчет относительной ошибки в процентах [94]:

$$Er_otn := \frac{(Y - Y_{rash}^T)100}{Y}$$

$$Er_otn = \begin{pmatrix} 0.702 \\ -1.216 \\ 0.317 \\ 0.164 \\ -0.129 \\ 0.067 \\ -0.128 \end{pmatrix}$$

Среднее значение абсолютной и относительной ошибки:

$$sr_abs := \begin{cases} s \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 0..6 \\ s \leftarrow s + |Er_abs_i| \\ sr \leftarrow \frac{s}{7} \end{cases} \quad sr_abs = 0.34$$

$$sr_otn := \begin{cases} s \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 0..6 \\ s \leftarrow s + |Er_otn_i| \\ sr \leftarrow \frac{s}{7} \end{cases} \quad sr_otn = 0.389$$

Расчет абсолютной ошибки:

$$Er_abs := Y - Y_{rash}^T$$

$$Er_abs = \begin{pmatrix} -5.815 \\ -0.015 \\ -0.973 \\ 1.417 \\ 2.312 \\ 3.079 \\ -5.68 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$$

Расчет относительной ошибки в процентах:

$$Er_otn := \frac{(Y - Y_{rash}^T)100}{Y}$$

$$Er_otn = \begin{pmatrix} -6.841 \\ -0.017 \\ -1.112 \\ 1.567 \\ 2.494 \\ 3.265 \\ -5.979 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$$

Среднее значение абсолютной ошибки [90, с. 586]:

$$sr_abs := \begin{cases} s \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 0..6 \\ s \leftarrow s + |Er_abs_i| \\ sr \leftarrow \frac{s}{7} \end{cases} \quad sr_abs = 1.945$$

Среднее значение относительной ошибки [90, с. 586]:

$$sr_otn := \begin{cases} s \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 0..6 \\ s \leftarrow s + |Er_otn_i| \\ sr \leftarrow \frac{s}{7} \end{cases} \quad sr_otn = 2.186$$

Средняя ошибка аппроксимации - среднее отклонение расчетных значений от фактических:

$$\bar{A} = \frac{\sum |y_i - y_x| : y_i}{n} 100\% \quad (4)$$

$$K_a = 5,979\%$$

где y_x – расчетное значение по уравнению

Выводы по разделу.

1. Разработана компьютерно-математическая модель процесса извлечения основных элементов шлаков свинцового производства в целевые продукты с применением регрессионного анализа с получением функции, которая приближительна исходным точкам с наименьшей квадратичной погрешностью изучаемых параметров.

2. Совокупность полученных данных в ходе исследования представляется некоторой функцией $y(x)$.

Построены графики функций полинома регрессии отклонения экспериментальных от расчетных значений оксидов свинца и цинка.

Выявлено, что полиномиальная регрессия в Mathcad по расчету для свинца и цинка описывается уравнением: $y = -7,882x^2 + 45,404x + 30,2$ для свинца и уравнением $y = -2,92x^2 + 58,573x - 198,457$ для цинка.

3. В MATHCAD с помощью метода наименьших квадратов найдены коэффициенты уравнений полиномиальной регрессии, которые описываются уравнением: $F(x) = b + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_mx^{m1}$.

Найдены среднее значение абсолютной ошибки для свинца: $sr_abs = 0,34$, среднее значение относительной ошибки для свинца: $sr_otn = 0,381$. Для цинка среднее значение абсолютной ошибки $sr_abs = 0,34$, а среднее значение относительной ошибки: $sr_otn = 0,389$.

4. Получены данные экспериментальных исследований с использованием уравнения регрессии и расчетных параметров, которые показали о высокой достоверности результатов и отсутствии случайности и наличия оправданной в исследовании закономерности. Значение случайной дисперсии относительно низка по сравнению с факториальной, не превышающая 0,05 и имеет хорошую степень корреляции в пределах 90-95%.

5 ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗРАБОТАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ШЛАКОВ СВИНЦОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Действующие правовые акты РК, относящиеся к вопросам хранения и дальнейшей утилизации отходов различных производств, являются первостепенными кардинальными вопросами по утилизации этих отходов с целью защиты окружающей среды. Установленные законодательные акты и государственные программы, которые направлены на решение вопросов переработки, утилизации и управления отходами различных производств, а также охрану окружающей среды, влияющей на экологическую обстановку в промышленных регионах Казахстана. В Республике Казахстан накоплено около 31,9 млрд. тонн отходов, из них около 7% относятся к категории опасных. Например, из-за увеличения ростов сектора промышленного производства и потребления в Республике Казахстан наблюдается тенденция увеличение капитала образования промышленных и бытовых отходов. Основной причиной накопления этих отходов является ограниченная возможность их вторичного использования из-за недостаточных исследований или же их отсутствия в данной области, хотя на предприятиях, на которых используются эти отходы, сами должны организовать их утилизацию или применение с привлечением ученых отраслевых НИИ и академических Вузов [95].

С целью повышения эколого-экономической эффективности технологии нами предлагается подача смеси пылевидного материала шлака в вельц-печь и пылевидных углеродсодержащих материалов с горячего конца печи, а основную массу исходных компонентов шихты с холодного загрузочного конца печи. Для получения оксидов свинца и цинка в барабанную вращающуюся печь подаются шлак, каменный уголь и известняк двумя противоположно направленными потоками. Смесь, дисперсностью до 10 мм, содержащая техногенный шлак свинцового производства и углеродистого материала в определенном количестве подают с холодного конца вращающейся барабанной печи. В зону высоких температур вельц-печи с горячего конца вдувают сжатым воздухом пылевидную смесь шихты дисперсностью менее 1 мм, состоящую из шлака и углеродистого материала. В предлагаемой технологии используют шлак свинцового производства, представляющий собой спекшийся материал с размером от 2 до 6 мм гранулообразной формы, с насыпным весом около 2 тм^3 и углом естественного откоса 35 градусов [96, с. 373-374].

Расчёт эффективности по газоочистке (пылеулавливанию) в новом производственном объекте по переработке шлаков свинцового производства представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Расчёт эффективности по газоочистке (пылеулавливанию)

Элемент	Zn	Pb
Атомная масса	65,39	207,2
Молекулярная масса	81,39	223,2
Содержание шлама	13,75%	2,64%
Эффективность улавливания на печи	85,0%	87,0%
Вытяжная вентиляция	30000 м ³ /час	
Рабочих дней в году	300	
Объём окиси цинка и окиси свинца, после возгоночного процесса в печи	35%	65%
Примечание – количество переработанного сырья одной печью 100 000 тонн в год; выходная концентрация в выхлопных газах от пылеуловительной камеры 50 мг/м ³		

Исходя из вышеприведенного, проводим расчёт объёма окиси цинка и окиси свинца после возгоночного процесс на одну печь в год:

$$\text{ZnO: } (81,39/65,39) \times 13,75\% \times 85,0\% \times 10 \times 10000 = 14547,264 \text{ т/год}$$

$$\text{PbO: } (223,2/207,2) \times 2,64\% \times 87,0\% \times 10 \times 10000 = 2474,159 \text{ т/год}$$

Расчёт степени пылеулавливания (n) на одну печь:

Первоначальная концентрация (с⁰)

$$=(14547,264+2474,159) \times 106 \times 65\% / 300 / 24 / 30000 = 51,222 \text{ г/м}^3$$

Концентрация после пылеуловителя = 50 мг/м³

Степень пылеулавливания, где n=1, 50/51222=99,90%

Список зданий и сооружений при строительстве нового производственного объекта по переработке шлаков свинцового производства представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Список зданий и сооружений при строительстве нового производственного объекта

Арт.	Предназначение	Дли на, м	Шир ина, м	Высо та, м	Коли чество	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
F1	Склад сырья					
	Уголь и кокс	66	24	10	1	однослойная легкая стальная конструкция, фундаментная лента
F1a	Цех смешивания сырья на погрузчиках					
	Цех смешивания сырья на погрузчиках	27	12	10	1	Однослойная легкая стальная конструкция, фундаментная лента

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7
F1b	Цех подачи на транспортную ленту					
	Цех подачи на транспортную ленту	24	20	8	1	Однослойная легкая стальная конструкция, фундаментная лента
F2	Склады для продукции					
	А. Склад свинцово-цинковой окиси	60	24	6	1	Однослойная легкая стальная конструкция, фундаментная лента
	В. Склад окиси свинца	36	12	6	1	Однослойная легкая стальная конструкция, фундаментная лента
	С. Склад окиси цинка	42	21	6	1	Однослойная легкая стальная конструкция, фундаментная лента
F3	Цех дробление руды					
	Цех - первый участок (крупный помол)	45	15	8	1	однослойная легкая стальная конструкция, фундаментная лента
	промежуток между цехами	8				Бетонная дорога
	Цех - второй участок (мелкий помол)	45	15	8	1	однослойная легкая стальная конструкция, фундаментная лента
F4	Обогатительный цех					
		25	15	6	1	однослойная легкая стальная конструкция, фундаментная лента
F5	Здание загрузки сырья на загрузочный конец печи для большой роторной печи					
		15	6	15	2	стальная конструкция, фундаментная лента
F6	Здание загрузки сырья на загрузочный конец печи для маленькой роторной печи					
		12	6	13	1	стальная конструкция, фундаментная лента
F7	Навес от дождя на разгрузочный конец большой роторной печи					
		8	4	8	2	легкая стальная конструкция, фундаментная лента
F8	Навес от дождя на разгрузочный конец маленький роторной печи					
		8	6	8.5	1	легкая стальная конструкция, фундаментная лента
F9	Навес от дождя для зоны разбивки шлама от большой роторной печи					
		18	5	5	1	легкая стальная конструкция
F10	Водоём сбора дождевой воды на 2400 м ²					
		40	20	3	1	Железобетонная конструкция осадка ниже уровня земли
F11	Цех технического обслуживания техники и оборудования					
		20	15	8	1	Легкая стальная конструкция, фундаментная лента

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7
F12	Лаборатория					
	Лаборатория	12	6	3	1	Железобетонная конструкция, фундаментная лента
F13	Административно-бытовые здания					
	Офис	1300 м ²				
	Здание общежития	700 м ²				

Перечень оборудования и затраты на его приобретение нового производственного объекта по переработке шлаков свинцового производства представлены в нижеследующей таблице 12.

Таблица 12 – Перечень оборудования

Наименование процессов	Наименование оборудования	Тип оборудования	Количество
1	2	3	4
Система извлечения свинца и цинка	Вельц-печь	Ф4000×62000	2
	Охлаждающий дымоход	Ф630×6500×132	2
	Тряпичный рукав-фильтр	15000×8000×5000	1
	Оборудования для сбора пыли	5000×5000×5200	10
	Дымоход	Ф3000×6000	3
Система отделения	Вельц-печь	Ф2800×40000	1
	Охлаждающий дымоход	Ф630×6500×42	1
	Тряпичный рукав-фильтр	10000×8000×5000	1
	Оборудования для сбора пыли	5000×5000×5200	4
	Распылительная башня	Ф3000×6000	2
Система флотационная	Щековая дробилка	СЕХ300×1300	2
	Шаровая мельница	Ф2700×4500	2
	Транспортерная лента	--	2
	Флотационная машина	SF4	6
	Флотационная машина	SF0.37	5
	Флотационная машина	SF0.70	3
	Загуститель	18 ²	1

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4
	Шламовый резервуар	Ф2000×3000	8
Очистка сточных вод	Внутренний водоочистный водоем		1
	Бассейн для обработки дождевой воды		2
Обработка отработавших газов	Известняковая абсорбционная башня		3
	Щелочно абсорбционная башня		2

План реализации проекта нового производственного объекта по переработке шлаков свинцового производства представлен в таблице 13.

Таблица 13 – План реализации проекта

Наименование мероприятия	2020 год			2021 год
	2 кв.	3 кв.	4 кв.	1 кв.
Разработка бизнес плана	+			
Включение проекта в Карту поддержки предпринимательства ЮКО	+			
Оформление земельного участка	+			
Подключение временной инфраструктуры во время строительства	+			
Завоз техники и планировка территории	+			
Завоз строительных материалов	+	+	+	
Подготовка котлованов для производственных цехов	+			
Строительство производственных цехов, ангаров	+	+	+	
Приобретение и доставка оборудования и т.п.		+	+	
Монтаж технологического оборудования			+	+
Пусконаладочные работы технологического оборудования				+
Выпуск первой продукции				+

Таблица 14 – Оценка инвестиционных затрат

Наименование	Ед.изм.	Сумма	2018 год	2019 год
Прединвестиционные затраты	млн.тг	960	384	576
СМР	млн.тг	1280	640	640
Оборудования*	млн.тг	2240	1600	640
Техника	млн.тг	320	320	
Общее	млн.тг	4800	2944	1856
* - Расходы по доставке оборудования включены в стоимость самого оборудования				

Таблица 15 – Эксплуатационные расходы

Статьи издержек	Ед. изм.	Интервал планирования		
		1 год	2 год	3 год
Производственные расходы				
Сырье и материалы	тыс.тг			
Расход сырья	тыс.тг			
расход сырья на ед. продукции	тыс.тг	80 000	80 000	80 000
Техобслуживание и ремонт	тыс.тг			
Ремонтные работы	тыс.тг	16 000	16 000	16 000
Персонал завода	тыс.тг			
Оплата труда	тыс.тг	5 730	5 730	5 730
Социальные отчисления	тыс.тг	630	630	630
ОМС, ОСНС	тыс.тг	400	400	400
Амортизационные отчисления	тыс.тг			
Основные производственные фонды	тыс.тг	32 000	32 000	32 000
Усредненные расходы	тыс.тг			
Спец.форма	тыс.тг	200	200	200
Коммунальные расходы и уголь	тыс.тг	4 800	4 800	4 800
Транспортные расходы	тыс.тг	1 600	1 600	1 600
Итого производственных расходов	тыс.тг	141360	141360	141360
в % к доходам		70%	70%	70%
Расходы период				
Общехозяйственные расходы	тыс.тг			
Коммунальные расходы	тыс.тг	150	150	150
Канцелярские и типографские	тыс.тг	200	200	200
Услуги связи	тыс.тг	800	800	800
Банковские услуги	тыс.тг	1 450	1 450	1 450
Расходы по налогам	тыс.тг	9 600	9 600	9 600
Итого расходов периода	тыс.тг	12 220	12 220	12 220
Всего	тыс.тг	153 580	153 580	153 580

Таблица 16 – Общие и административные расходы предприятия

Затраты	2019 год	2020 год	2021 год
ФОТ, млн. тг.	0	0	0
Электроэнергия, млн. тг.	48	80	80
Услуги связи, млн. тг.	32	48	48
ГСМ, млн. тг.	320	480	480
Обслуживание и ремонт основных средств, млн. тг.	64	96	96
Хозяйственные товары, млн. тг.	32	48	48
Услуги банка, млн. тг.	32	48	48
Прочие расходы, млн. тг.	32	48	48

Таблица 17 - Расчет расходов на оплату труда, тыс. тг.

Наименование	Количество	Среднегодовая заработная плата (\$ США в год)	Сумма за год (\$ США в год)	Сумма за год (тыс. тенге)
Директор	1	50 000	50000	16000
Главный инженер	6	25 000	150000	48000
Инженер по охране труда и ТБ	1	25 000	25000	8000
Главный механик	10	20 000	200000	64000
Главный энергетик	1	25 000	25000	8000
Административный персонал	2	20 000	40000	12800
Бухгалтер	1	10 000	10000	3200
Переводчики	5	10 000	50000	16000
Менеджерсклада	3	7 000	21000	6720
Водители погрузчиков	4	7 000	28000	8960
Робочие (6 служб)	70	6 000	420000	134400
<i>Итого</i>	<i>104</i>	<i>205000</i>	<i>1019000</i>	<i>326080</i>

Общие расходы на оплату труда составляют 326 080 тыс. тенге в год, а социальные отчисления равны 16 304 тыс.тг. в год, из расчета 5% фонда оплаты труда, не включая обязательные пенсионные взносы. Необходимо учесть то, что исчисленную сумму социального налога, следует откорректировать на сумму около 1,5 % от суммы налога за каждого работающего в сторону уменьшения, установленного на соответствующий финансовый год Законом о республиканском бюджете (ст.436 НК РК).

Таблица 18 - Общие инвестиционные затраты по проекту

<i>Расходы</i>	<i>млрд. тенге</i>
Инвестиции в основной капитал	2,1
Оборотный капитал	1,1
<i>Всего</i>	<i>3,2</i>

Таблица 19 – Планируемая производственная программа по годам, тонн

Показатель	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год
Загруженность, %	60%	100%	100%	100%	100%
Оксид цинка	20 878	34 797	34 797	34 797	34797
Оксид свинца	4 437	7 396	7 396	7 396	7 396
<i>Итого</i>	<i>25 315</i>	<i>42 193</i>	<i>42 193</i>	<i>42 193</i>	<i>42 193</i>

Таблица 20 – Показатели лабораторных исследований шлака (сырья) на предмет содержания металлов

Показатель	Доля в %
Цинк	8
Свинец	2
Итого	10

Образование цен, которые основаны на рыночных ценах с учетом полной себестоимости продукции показаны в таблице 21.

Таблица 21 – Планируемые цены на 1 тонну металла, тенге

Наименование	Цена, в \$ США/т	Цена, в тг/т	Всего произведено, т/год	Всего, тг/год
Окись цинка	574,8	183 924	34 797	6 400 000
Окись свинца	540,8	173 067	7 396	1 280 000
Всего	-	-	42 193	7 680 000

Реализация строительства нового производственного объекта по переработке шлаков свинцового производства требует инвестиций в размере 3,2 млрд. тенге.

Изменение себестоимости продукции в год составляет 7 680 000 тг/год. Срок окупаемости составляет $3\,200\,000\,000 / 7\,680\,000 = 4$ года. Экономическая оценка доказала целесообразность осуществления проекта. Дополнительная прибыль от реализации проекта без учета налогов и эффекта от процесса извлечения оксидов свинца и цинка составит 7 680 000 тг/год. Период возврата капитальных вложений составит 4 года.

Строительство завода по переработке свинцовых шлаков позволит:

- снизить воздействие исторических образований – отвалов (терриконов) на окружающую среду;

- улучшить экологическое состояние окружающей среды и снизить отрицательное воздействие на жизнедеятельность путем утилизации токсичных шлаков свинцового производства в целевые продукты с сохранением ландшафта района за счет снижения добычи природных ресурсов;

- исключить нерациональное использование земель, занятых шлаковыми отвалами;

- удовлетворить частично потребность рынка в сырье для производства цветных металлов: свинца, цинка и меди.

Эколого-экономический эффект способа извлечения окиси цинка и окиси свинца на одну печь в год составляет для $ZnO=14547,264$ т/год; $PbO=2474,159$ т/год.

Эколого-экономический эффект реализации строительства нового производственного объекта по переработке шлаков свинцового производства за счет процесса извлечения оксидов свинца и цинка составит 7 680 000 тг/год на 100 тыс. тонн утилизируемого шлака свинцового производства с одновременным снижением экологической нагрузки в промышленном регионе. Снижение экологической нагрузки в промышленном регионе на 1 тонну переработанного шлака составляет 81,6%.

Выводы по разделу.

1. Произведен расчет эколого-экономической эффективности предложенной технологии утилизации и переработки шлаков свинцово-цинкового производства путем отдельной подачи смеси пылевидной фракции кокса и свинец-цинкосоудержающего шлака, расположенного на территории бывшего свинцового завода г. Шымкент.

Эколого-экономическая эффективность с учетом снижения пылевыведений и выхода дополнительного количества оксидов свинца и цинка составляет 7 680 000 тг/год при переработке 100 тыс. тонн шлакового отхода.

Срок окупаемости нового производства по переработке свинец-цинкосоудержающих шлаков составляет 4 года.

2. Строительство завода по переработке свинец-цинкосоудержающих шлаков с использованием отдельной подачи пылевидной фракции, подаваемой с горячего конца печи, а основную массу исходных компонентов шихты с холодного загрузочного конца вращающейся барабанной печи позволит:

– уменьшить отрицательное влияние шлаковых отходов и высвободить дополнительные земельные площади для озеленения прибрежной территории реки Бадам;

– улучшить экологическое состояние окружающей среды и снизить отрицательное воздействие на жизнедеятельность путем утилизации токсичных шлаков свинцового производства в целевые продукты, а также сохранить ландшафт района, за счет снижения добычи природных ресурсов.

6 ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НОВОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ШЛАКОВ СВИНЦОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Проведенный анализ интегрального и покомпонентного воздействия нового производственного объекта на окружающую среду заключается при условии соблюдения технических решений, которые не должны оказывать значимого негативного воздействия на окружающую среду, при этом должны оказывать положительное благосостояние государства на основании проведенной интегральной оценки.

Планируемое влияние на окружающую среду при строительномонтажных работах и эксплуатации проектируемого объекта при выполнении природоохранных мероприятий и соблюдении природоохранного законодательства Республики Казахстан оценивается как «низкое» [97].

6.1 Требования в области охраны окружающей среды

Экологическим Кодексом Республики Казахстан от 02.01.2021г № 400-VI законодательство РК [12] определены общие требования в области охраны окружающей среды при размещении, проектировании, строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, консервации, с учетом демонтажа и сноса зданий, сооружений, а также других объектов. Законом устанавливается обязанность юридических лиц и индивидуальных предпринимателей обеспечения благоприятного состояния окружающей среды. При этом необходимо предусматривать:

- сохранение, восстановление и оздоровление окружающей среды;
- материальные и финансовые средства на компенсацию возможного вреда окружающей среде;
- применение малоотходных, ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий;
- рациональное использование природных ресурсов;
- предотвращение аварий и иных чрезвычайных ситуаций;
- снижение вредного воздействия на окружающую среду;
- финансовые гарантии при выполнении планируемых мероприятий по охране окружающей среды.

При размещении зданий, сооружений и иных объектов должно быть обеспечено выполнение требований в области охраны окружающей среды с учетом ближайших и отдаленных экологических, экономических, демографических и иных последствий эксплуатации указанных объектов и соблюдением приоритета сохранения благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов [98].

6.2 Общая характеристика нового производственного объекта

Основная задача диссертационной работы – создание высокоэффективного производства, позволяющего вовлечь отходы шлаков свинцового производства в переработку с использованием их в качестве вторичных ресурсов. Это позволит рационально использовать природные, материальные и топливно-энергетические ресурсы и освободить площади, занимаемые отходами для создания благоприятных мероприятий.

Для обеспечения бесперебойной работы предприятия и соблюдения природоохранных мероприятий и обеспечения безопасности жизнедеятельности близлежащих населенных пунктов участок проектируемого предприятия делится на предзаводскую и заводскую зону. В предзаводской зоне расположено существующее офисное здание, бытовой корпус. В заводской зоне завода находится площадка для хранения сырья, производственный корпус, две технологические нитки по получению окиси цинка и окиси свинца. Здесь же расположено складское помещение для хранения готовой продукции. Сырье поступает в виде вторичного сырья, с территории бывшего свинцового завода (г. Шымкент). Процесс переработки по проекту принят с помощью двух вельц-печей для обработки шлака свинцовой плавки. Планируемая ежегодная производительность по переработке шлака свинцового производства 200 тыс. т/год (в сухом виде) производительность переработки смеси шлака и кокса 270 тыс. т/год (в сухом виде), используя для производства две одинаковых по размеру вельц-печи, годовая производительность каждой вельц-печи равна к 135 тыс. т/год - сухая масса, во влажном состоянии – 139,05 тыс. т/год [6].

Производство включает следующие отделения:

Первый этап включает в себя:

- склады сырья;
- производственное здание с отделением по переработке сырья с помощью вельц-печей, с ситемой газоочистки и дымовой трубы;
- склада готовой продукции по видам;
- открытый склад клинкера.

Второй этап включает в себя:

- цех дробления;
- отделение флотации;
- шламонакопители.

Режим работы комплекса – автоматический. Контроль за работой и задание программы работы выполняет оператор. Для этого в составе комплекса предусмотрена операторская, расположенная с дистанционными пультами управления и электрическими шкафами управления.

Принята в производстве традиционная вельц-печь для обработки шлака свинцовой плавки. В процессе подачи пылевидной смеси шлака и кокса пневмокамерным насосом происходит его барботаж, и образовавшиеся при этом отходящие газы вместе с парами металлов транспортируются на пылеулавливания. Улавливание возгонов цветных металлов осуществляется организуемой системе пылегазоочистки, состоящей из пылесадительной

камеры, охладителя и рукавных фильтров. Очищенные в системе пылегазоочистки отходящие газы выбрасываются в атмосферу.

Футеровочный кирпич, используемый в вельц-печи, обычно имеет короткий срок службы (около 2 месяцев). В этом проекте используется высокоглиноземистый кирпич для внутреннего покрытия печи. Это послужит увеличению срока службы покрытия до 6 месяцев, за счет этого также увеличивается производительность вельц-печи. Кроме того, в производственном объекте применяется техника продувки вельц-печи, что учитывает особенности печи и улучшает скорость извлечения и эффективность производства окиси свинца и цинка [6].

Всего планируется ввести три очереди производства:

1. Цех, с двумя вельц-печами по переработке шлака свинцово-цинкового производства, с целью получения окиси свинца и окиси цинка. Продукцию планируется экспортировать в КНР и сбывать в системообразующие предприятия страны, такие как КазЦинк и КазахМыс;

2. Обогащительная фабрика переработка клинкера (отходов) от первой очереди производства, с целью извлечения медного концентрата. Продукцию, также планируется экспортировать в Китай и сбывать в системообразующие предприятия Казахстана;

3. Из отходов планируется производить высококачественный, огнеупорный кирпич, а также тротуарную плитку, себестоимость которых будет очень низкой и соответственно конкурентоспособной.

Технологический процесс производства по выпуску продукции: окиси цинка, окиси свинца из вторичного сырья - отработанного шлака свинцового производства включает следующие основные стадии:

Первая стадия:

- прием и хранение шлака;
- прием и хранение кокса;
- подготовка смеси шлака и кокса в необходимом соотношении;
- система транспортирования смеси со склада в производственный корпус конвейерами;
- вельц-печь с системой обеспечения подачи воздуха и топлива;
- улавливание готового продукта системой газоочистного оборудования (пылеосадительной камеры, поверхностного охладителя, пылеуловительной камеры);
- фасовка готового продукта в мешки;
- складирование и хранение готового продукта;
- отгрузка готового продукта.

Вторая стадия:

- склад хранения клинкера;
- дробление клинкера;
- процесс флотации (извлечение медного концентрата).

Выполненный анализ покомпонентного и интегрального влияния на окружающую среду позволяет сделать вывод о том, что при условии

соблюдения всех требований экологических законов и технических решений не будет оказывать значимое негативное воздействие на окружающую среду при одновременном улучшении в сфере социально-экономического благосостояния населения [99].

Технико-экономические показатели нового производственного объекта по переработке шлаков свинцового производства представлены в таблице 23 [96, с.374].

Таблица 23 – Технико-экономические показатели

Наименование показателя	Ед. изм.	Кол-во	% от общей площади
Площадь отведенного участка по госакту	м ²	105 000	
Площадь проектируемого участка	м ²	80 080	100
а) площадь застройки	м ²	37 381	46,7
б) площадь дорожных покрытий	м ²	24 027	30,0
в) площадь озеленения	м ²	18 672	23,3
Неиспользуемый участок на перспективное строительство	м ²	24 920	

Ситуационная схема участка строительства нового производственного объекта по переработке шлаков свинцового производства представлена на рисунке 30.

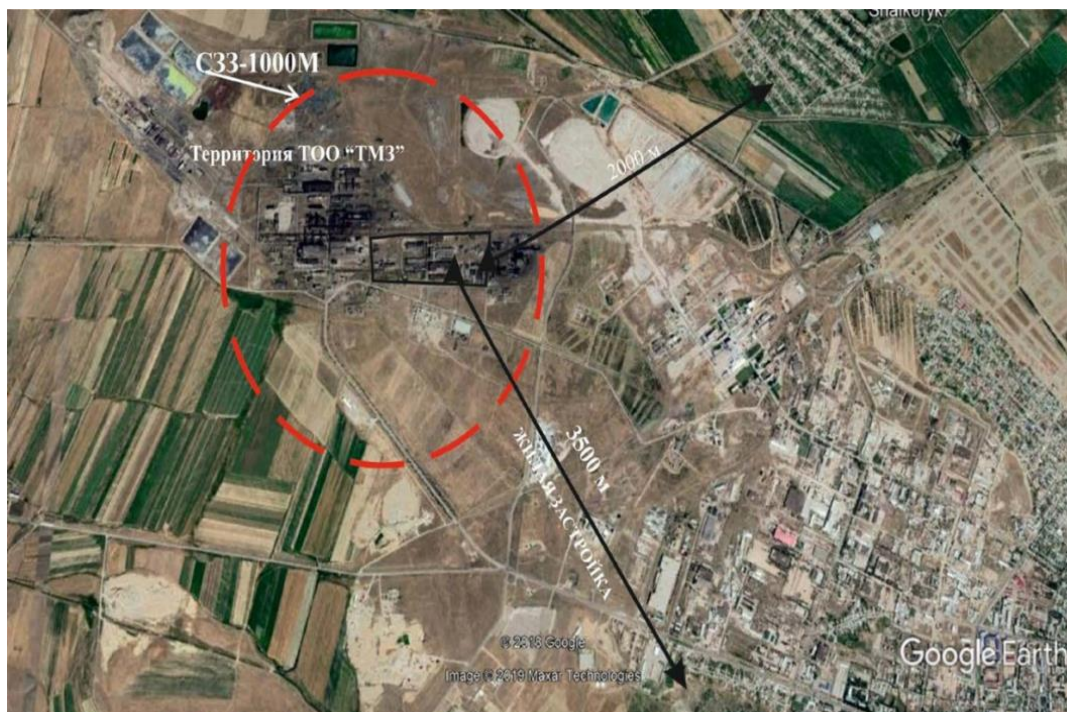


Рисунок 30 – Ситуационная схема участка строительства

Основные источники выделения загрязняющих веществ представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Основные источники выделения загрязняющих веществ

Наименование производства	№ ист. загрязнения атмосферы	№ ист. выделения	Наименование источника выделения загрязняющих веществ
1	2	3	4
(001) Открытый склад шлака	6001	600101	Прием и хранение шлака на складе (S=150м ³)
	6001	600102	Дымовые газы автопогрузчика
(002) Склад кокса	0001	000109	Аспирация потоков сырья и пересыпок на линии №1(X4/1; ПТ6/1; ПТ7/1; X8/1)
	0002	000210	Аспирация потоков сырья и пересыпок на линии №2(X4/2; ПТ6/2; ПТ7/2; X8/2)
	6002	600203	Прием и хранение кокса на складе(S=80м ³)
	6002	600204	Прием и хранение шихты на промежуточном складе (S=25м ³)
	6002	600205	Приемный бункер шихты (V=20м ³)
	6002	600206	Дымовые газы погрузчика
	6002	600207	Транспортер №1
	6002	600208	Транспортер №2
(003) Первая линия	0003	000311	Разгрузка вельц-печи
	0004	000412	Дымовая труба
	0004	000413	Дымовые газы от сжигания дизельного топлива
	6003	600314	Цепная машина
	6004	600415	Разгрузка клинкера на временный склад
	6005	600516	Загрузка клинкера в автотранспорт
	6005	600517	Дымовые газы. Погрузчик
	6006	600618	Просыпь шихты
	6007	600719	Погрузка просыпи в автотранспорт
	6007	600720	Дымовые газы. Погрузчик
(004) Вторая линия	0005	000523	Разгрузка вельц-печи
	0006	000624	Дымовая труба
	0006	000625	Дымовые газы от сжигания дизельного топлива
	6009	600926	Цепная машина
	6010	601027	Разгрузка клинкера на временный склад
	6011	601128	Загрузка клинкера в автотранспорт
	6011	601129	Дымовые газы. Погрузчик
	6012	601230	Просыпь шихты
	6013	601331	Погрузка просыпи в автотранспорт
	6013	601332	Дымовые газы. Погрузчик
(005) Производственный корпус	6008	600821	Загрузка пыли из охладителя в бигбеги
	6008	600822	Загрузка пыли из пылеуловительной камеры в бигбеги
	6008	600833	Загрузка пыли из охладителя в бигбеги
	6008	600834	Загрузка пыли из пылеуловительной камеры в бигбеги
(006) Котельная бытового корпуса	0007	000735	Модульная котельная ВВ-3060 (бытовой корпус)

Продолжение таблицы 24

1	2	3	4
(007) Котельная Офиса и здания временного прожита вания рабочих	0008	000836	Модульная котельная ВВ-2035
(008) Лаборатория	0009	000937	Вытяжные шкафы
(009) Ремонтная мастерская	0010	001038	Станки металлообработки (токарный, фрезерный, зуборезный, сверлильный)
	0010	001039	Заточной станок
	0011	001140	Газо-электросварочный пост
(010) Аварийная ДЭС	0012	001241	Аварийная ДЭС
	0013	001342	Емкость для дизельного топлива ДЭС (аварийный режим)
(011) Склад дизель ного топлива	6014	601443	Ёмкость дизельного топлива

6.3 Рекомендации по управлению отходами производства и потребления

Рекомендации разработаны с учетом имеющихся экологических проблем и направлены на стабилизацию эксплуатации природоохранных сооружений, и включающая только реально осуществимые природоохранные мероприятия снижения негативного воздействия на окружающую среду отходов производства и потребления.

Рекомендации в виде «Паспорта программы по управлению отходами производства и потребления для нового производственного объекта: «Металлургический завод по выпуску окиси цинка и окиси свинца» представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Паспорт программы

Наименование	Программа по управлению отходами производства и потребления для объекта: «Металлургический завод по выпуску окиси цинка и окиси свинца»
Цель	Повышение экологической эффективности цеха по выпуску продукции окись цинка и окиси свинца, за счет снижения негативного влияния отходов производства и потребления на окружающую среду.
Задача	Сокращение, повторное использование, переработка, утилизация, захоронение, обезвреживание, рекультивация мест размещения отходов и отчуждение через передачу заинтересованным лицам. Совершенствование системы управления отходами производства и потребления на окружающую среду.
Ожидаемый результат	Снижение негативной антропогенной нагрузки на окружающую среду. Обеспечение должного санитарного уровня и улучшение экологической обстановки в регионе

Поэтапная реализация Программы предполагает обеспечение стабилизации качества окружающей среды. Однако для стабилизации экологической ситуации близлежащих населенных пунктов необходимо больше подготовительной работы решаемых следующих задач:

- усовершенствование систем производственного мониторинга и качества окружающей среды;
- научное обоснование и обеспечение проблемных вопросов в области охраны окружающей среды;
- выделение участков для временного хранения ТБО и отходов производства;
- сокращение объемов накопления отходов производства и потребления
- внедрение сортировка ТБО и отходов производства;
- благоустройство и озеленение территории (посадка газона);
- предупреждение чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.

Кроме этого, при проведении вертикальной планировки проектных отметок необходимо:

- обеспечение максимального сохранения почвенного покрова и естественного рельефа местности;
- разработать мероприятия по отводу поверхностных вод, исключаящих возможную эрозию почвы;
- обеспечить минимальный объем земляных работ с учетом применения вытесняемых грунтов при строительстве;
- перепад высот в радиусе 2 км не должен превышать 50 метров на 1 км.
- коэффициент влияния рельефа местности должен составлять 1.

Климат района резко континентальный со значительными сезонными и суточными колебаниями температуры воздуха.

Значение коэффициента А, зависящего от температурной стратификации атмосферы, соответствует неблагоприятным метеорологическим условиям. Максимальная концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе равна 200 [98, с. 781].

Основные климатические характеристики района и данные на повторяемость направлений ветра по данным многолетних наблюдений приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере

Метрологические характеристики	Единица измерения	Численное значение
1	2	3
Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, А	-	200
Среднегодовая скорость ветра, значение которой превышает 5% случаев	м/с	9,0

Продолжение таблицы 26

1	2	3
Температура воздуха в 13 часов дня самого жаркого месяца	°С	32,5
Температура воздуха в 13 часов дня самого холодного месяца	°С	+0,4
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль	м/сек.	2,4
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь	м/сек.	4,3
Среднегодовая роза ветров по румбам	%	5
		10
		28
		22
		5
		9
		11
		11
		14

Климатологические характеристики района строительства представлены в таблице 27.

Таблица 27 – Климатологические характеристики района строительства

Наименование показателя	Величина
1	2
Климатический район	IV А
Расчетные температуры наружного воздуха средние по месяцам:	
Январь	-3
Февраль	-0,3
Март	5,7
Апрель	12,9
Май	18,6
Июнь	23,4
Июль	26,3
Август	24,9
Сентябрь	18,6
Октябрь	11,4
Ноябрь	4,6
Декабрь	-0,5
- среднегодовая	11,9
- абсолютная минимальная	-34
- абсолютная максимальная	44
- наиболее холодных суток	-22
- средняя температура наиболее теплых суток	+33

Продолжение таблицы 27

1	2
- средняя температура наиболее холодных суток	-6
Средняя относительная влажность воздуха:	
- самого холодного месяца	67%
- самого жаркого месяца	21%
Барометрическое давление, гПа	970
Снеговой район	I
Ветровой район	III
Нормативные значения ветрового давления, кПа	0,38
Скорость ветра в м/сек возможная один раз в 5 лет	26
Сейсмичность района, балл	7
Расчетная сейсмичность площадки строительства, балл	8
Глубина промерзания, см	50
Просадочность грунтов основания, тип	1

На объектах строительства, где будут проводиться строительные работы возможного выделения негативных веществ в окружающую атмосферу от:

- работы двигателей автотранспорта и строительной техники;
- производства земляных работ;
- пересыпка пылящих стройматериалов;
- сварочных работ;
- покрасочных работ.

Строительная площадка является неорганизованным источником выброса.

Учитывая характер работ при строительстве, количество источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу не будут постоянными, их количество и объемы будут изменяться в соответствии с периодами операций и сочетания используемого в каждый момент времени оборудования.

В период эксплуатации объекта проектирования - источники загрязнения атмосферного воздуха представлены организованными и не организованными источниками [97, с. 45].

Расчет концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы проводился по веществам, выбрасываемым проектируемыми источниками, с учетом групп суммаций, представленных в таблице 28.

Таблица 28 – Таблица групп суммаций на существующее положение

Номер группы суммации	Код загрязняющего вещества	Наименование загрязняющего вещества
	1071	Гидроксибензол (155)
	1401	Пропан-2-он (Ацетон) (470)
	0184	Свинец и его неорганические соединения /в пересчете на свинец/ (513)
	0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый, Сернистый газ, Сера (IV) оксид) (516)
	0301	Азота (IV) диоксид (Азота диоксид) (4)
	0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый, Сернистый газ, Сера (IV) оксид) (516)
	0301	Азота (IV) диоксид (Азота диоксид) (4)
	0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый, Сернистый газ, Сера (IV) оксид) (516)
	0337	Углерод оксид (Окись углерода, Угарный газ) (584)
	1071	Гидроксибензол (155)
	0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый, Сернистый газ, Сера (IV) оксид) (516)
	1071	Гидроксибензол (155)
	0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый, Сернистый газ, Сера (IV) оксид) (516)
	0342	Фтористые газообразные соединения /в пересчете на фтор/ (617)
	0342	Фтористые газообразные соединения /в пересчете на фтор/ (617)
	0344	Фториды неорганические плохо растворимые - (алюминия фторид, кальция фторид, натрия гексафторалюминат) (Фториды неорганические плохо растворимые /в пересчете на фтор/) (615)
	2902	Взвешенные частицы (116)
	2908	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: 70-20 (шамот, цемент, пыль цементного производства - глина, глинистый сланец, доменный шлак, песок, клинкер, зола, кремнезем, зола углей казахстанских месторождений) (494)
	2909	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в %: менее 20 (доломит, пыль цементного производства - известняк, мел, огарки, сырьевая смесь, пыль вращающихся печей, боксит) (495*)

6.4 Воздействие на окружающую среду физических факторов

В процессе функционирования оборудования нового производственного объекта «Металлургический завод по выпуску окиси цинка и окиси свинца» создание электромагнитных полей высоких частот не ожидается [95, с. 234].

Кроме этого, уровень шума и вибрации не будет превышать соответствующих санитарных норм.

Подготовленными проектными решениями, направленными для снижения шума, предусматриваются следующие мероприятия:

- размещение основных технологических линий на значительном отдалении от селитебных территорий;
- проведение изоляции помещений с производственными процессами, обладающими различными уровнями шума между собой;
- осуществление автоматизации производственных процессов с высокими уровнями шума, которые исключают рабочие места в непосредственной близости к оборудованию;
- использование ограждающих конструкций зданий и технических помещений, характеризующихся высокой звукоизолирующей способностью – не менее 30 дБА;
- необходимость установки глушителей на линиях нагнетания систем пылеочистки всасывания компрессоров;
- применение полузакрытых транспортеров для транспортировки сырьевых и топливно-энергетических ресурсов;
- осуществление изоляции вентиляционных установок как источников шума в отдельные помещения;
- проведение установки вентиляторов на виброизолирующих прокладках в местах сопряжения с полом;
- обеспечение устройства звукоизолирующей облицовки из минеральной ваты группы НГ поверхностей внутренних стен и потолков вентиляционных камер;
- применение уплотнений в притворах в конструкциях дверей и ворот.

К дополнительным мероприятиям по борьбе со сверх нормативным шумом, не требует в связи с применением современного сертифицированного оборудования и устройств по локализации и снижению шума и вибрации до нормативно-допустимого уровня.

6.5 Краткая характеристика установок по пылегазоочистке отходящих газов, выбрасываемых в атмосферу

При производстве строительного-монтажных работ ожидаемые выбросы в атмосферу будут формироваться в основном за счет электро - и газосварочных работ, окрасочных работ и работы автотракторной техники. Пылегазоочистные системы при производстве строительного-монтажных работ не применяются в виду незначительного выделения загрязняющих веществ и кратковременности выделений [95, с. 36].

При эксплуатации производства ожидается выделение в атмосферу пыли сырьевых материалов (шлак свинцового производства и кокс), дымовых газов от окисления кокса (оксиды азота, углерода, серы) и дымовых газов котельных.

Для снижения поступления в атмосферу вредных веществ и снижения их приземной концентрации проектом предусматриваются следующие мероприятия:

– очистка от пыли сырьевых материалов при их перегрузках, связанных с транспортированием последних на ленточных транспортерах, предусмотренная аспирационными системами с установкой рукавных фильтров со степенью очистки от пылей 99%;

– очистка газо-воздушной смеси удаляемой из выгрузки вельц-печей производится импульсной пылеуловительной камерой со степенью очистки от пыли 99,8%;

– очистка газо-воздушной смеси, удаляемой из вельц-печей осуществляется в многоступенчатой системе очистки, пылесадительных камерах, поверхностном охладителе, пылеуловительной камере и мокром скруббере и степени очистки от пыли 99,94%, SO₂ – 95%;

– очистка аспирационного воздуха удаляемого от заточного станка применен пылеулавливательный агрегат ПА-2-12МА со степенью очистки 99,6%.

С целью защиты воздушной среды от технологических и аспирационных выбросов необходимо осуществлять постоянный контроль за герметизацией и уплотнением стыков и соединений на технологическом оборудовании и трубопроводах для предотвращения утечек загрязняющих веществ [95, с. 37].

Основные технические параметры метода очистки от дымовых газов представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Основные технические параметры метода очистки от дымовых газов

Параметры	Модель 1	Модель 2	Модель 4	Модель 6	Модель 10
Количество обрабатываемого дутья	3000-4000 м ³ /час	6000-7000 м ³ /час	12000-14000 м ³ /час	18000-21000 м ³ /час	25000-35000 м ³ /час
Скорость ветра при входе	4-20 м/с				
Эффективность пылеотделения	95-99 %				
Эффективность сероочистки	>92%				
Степень черноты Рингелмена	< 1 уровень				
Сила сопротивления	<1200 Па				
Соотношения газа и воды	0.2-0.4		0.15-0.3		
Объем циркуляционной воды (т/час)	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8

Технология мокрого метода сероочистки широко применяется в промышленности и является надежной [97, с. 781-783].

Главные преимущества данного метода:

1. Эффективность сероочистки свыше 95%.

2. Используется известь в качестве абсорбента, которая является легко доступной.

3. Применяемая технология является широко известной, с высокой степенью надежности работы оборудования.

4. Возможность компактного размещения, что важно для экономии занимаемых площадей при строительстве.

5. Подходит для всех видов новых или реконструируемых систем по сероочистке, удобная система управления, стабильность при работе [98, с. 207-210].

В процессе мокрой сероочистки применяется щелочной раствор (известь) в качестве абсорбента. Процесс происходит следующим образом: поток дымового газа, выходящий из печи, проходит в скруббер, затем поток дымового газа поступает в секцию приема газа, затем начинает орошать дымовой газ со специальной абсорбирующей жидкостью, поток раскручивается, и крупные частицы пыли осаждаются (орошаемые водой) [99-105]. Очищаемый газ с высокой скоростью перемещается в скруббер, где происходит хаотичное движение и на поверхности жидкости появляются пузыри, крупные частицы пыли попадают в абсорбирующую жидкость, а диоксид серы становится легко растворимым и абсорбируемым [106-109].

По мере продвижения газового потока в скруббере, мелкие частицы пыли попадая в раствор, легко поглощаются, SO_2 содержащийся в дымовом газе проводят определенную реакцию массового переноса с помощью щелочной капли, происходит процесс изменения с газовой фазы в жидкую фазу [110-114]. В середине скруббера установлена ситчатая тарелка с распыливающей трубой. Очищаемый газ, проходящий через ситчатую тарелку, с абсорбирующей жидкостью распыляется в жидком слое, абсорбирующая жидкость с помощью насоса непрерывно распыляется в скруббер. Абсорбционный раствор поглощает очищаемый газ. Капли, под воздействием тангенциальных сил стекают вниз по стенке аппарата (скруббера) и разделяются на газ и жидкость [115-117]. В данном случае применяется абсорбционный раствор. Очищенный дымовой газ хвостовым вентилятором отводится в выхлопную трубу.

6.5.1 Очистка газов от серы

Технология мокрого метода сероочистки (скруббер) широко применяется для сероочистки во всех видах котлов и печей, оборудование является надежным, простым в изготовлении, сравнительно недорогим, невелики и расходы на эксплуатацию, высокая эффективность сероочистки [118, 119].

Данные по эффективности расчета по пылеулавливанию:

- объем переработанного сырья - 200 000 тонн в год на две печи;
- количество переработанного сырья одной печью - 100 000 тонн в год;
- содержание шлака: Zn 13,75%; Pb 2,64%;
- эффективность улавливания на печи: Zn 85,0%; Pb 87,0%;
- вытяжная вентиляция 30000 м³/час;

- рабочих дней в году - 300;
- остается 35% в отстойнике и поверхностном охладителе;
- 65% поступает на пылеулавливание;
- выборка атомной массы: Zn 65,39; Pb 207,2; O 16;
- молекулярная масса: ZnO 81,39; PbO 223,2;
- выходная концентрация в выхлопных газах от пылеуловительной камеры – 50 мг/м³.

Главными преимуществами является следующее:

- эффективность сероочистки свыше 95%;
- используется известь в качестве абсорбента, который обладает значительно богатыми ресурсами, по цене является дешевой, и легко доступной;
- применяемая технология является широко известной, высокая надежность работы оборудования, имеет хорошую адаптивность по очистке любых разновидностей серы, также отлично применяется и к денитрификации;
- применяются передовые технологии, оборудование спроектировано компактно, занимает меньше площади земли, возможность применения для сероочистки газов из топок, а также для сероочистки любых промышленных отходящих газов;
- подходит для всех видов новых или модифицированных сооружений по сероочистки, удобная система управления, стабильность при работе, данное оборудование является наиболее популярным в сфере очистки любых разновидностей серы.

Метод мокрой сероочистки или скруббер – использует орошающее устройство, авто-кипение, газовый абсорбер, абсорбер с ситчатыми тарелками, обезвоживание, выходной патрубок, обессеривание можно проводить в трех процессах. Метод мокрой сероочистки или скруббер - применяет щелочной раствор или известь в качестве абсорбента [120].

Принципиальная технологическая схема мокрого метода сероочистки представлена на рисунке 31.

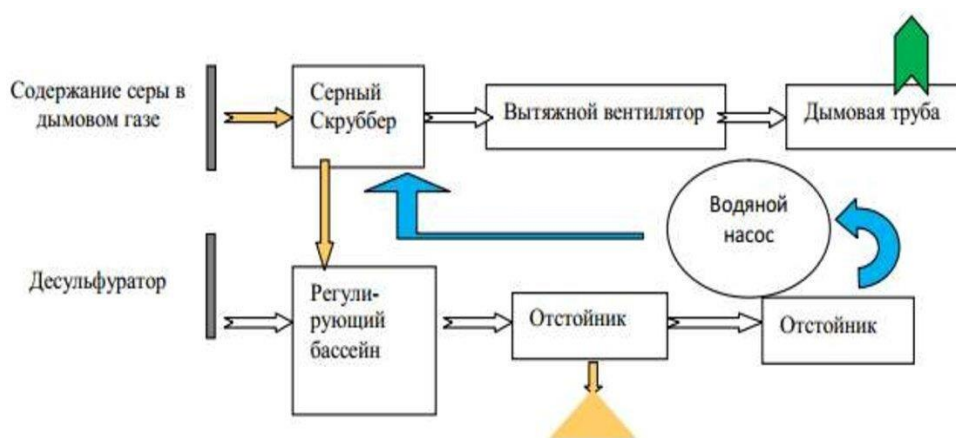


Рисунок 31 – Принципиальная технологическая схема мокрого метода сероочистки

Процесс происходит следующим образом:

Поток дымового газа, выходящий из печи, проходит в скруббере. Затем поток дымового газа поступает в секцию приема газа. Далее начинает орошать дымовой газ специальной абсорбирующей жидкостью. Поток раскручивается, и крупные частицы пыли, стекая, попадают в воду. Дымовой газ в газопроводе с высокой скоростью перемещается в скруббер, за счет воздействия на него вентилятора происходит хаотичное движение, и на поверхности жидкости появляются пузыри [121]. Далее начинается фаза газообразования, используя щелочной раствор, образовывается секция атомизации. Крупные частицы пыли попадают в абсорбирующую жидкость. Диоксид серы и другие вредные вещества, имеющие большую активность содержащейся в пыли, становятся легко растворимыми и абсорбируемыми.

По мере увеличения дымового потока в скруббере, мелкие частицы пыли скапливаются и формуются в золоводяную смесь. Когда усилие потока газа меньше чем вес жидкости, капли воды, попадая в раствор легко поглощаются. Оксид серы и другие вещества, содержащиеся в дымовом газе, проводят определенную реакцию массового переноса. С помощью щелочной капли происходит процесс изменения с газовой фазы в жидкую фазу [122].

В середине скруббера установлена ситчатая тарелка с распыливающей трубой. Дымовой газ проходит через ситчатую тарелку. Абсорбирующая жидкость в ситчатой тарелке должна поддерживать высоту. Дымовой газ, проходящий через ситчатую тарелку, распыляется в жидком слое. Абсорбирующая жидкость с помощью насоса непрерывно распыляется в скруббер, в то же время вспучивающаяся пена увеличивает контакт с помощью газа и жидкости. Затем дымовой газ во время контакта улавливается в жидком слое. После прохождения дымового газа через ситчатую тарелку, заполненной сырьем, поток газа при большой скорости находится под воздействием большой скорости потока газа [123].

В текущем состоянии поглощающая жидкость образует жидкую пленку в набивочном слое, и когда воздушный поток проходит, поглощающая жидкость переносится и поглощается под сильным турбулентным потоком. Затем дымовой газ продолжает подниматься, и аэрозоль используется по принципу верхнего дегидратора и центробежной силы.

Капли стекают вниз по стене для разделения газа и воды. Очищенный дымовой газ по газоходу поступает в дымовую трубу.

Благодаря авто-кипению устройство распыляется в поглощающую жидкость, собранную в скруббер, с образованием пенного слоя с высокой эффективностью улавливания и поглощения, что оптимизирует массообмен жидкости, газа и твердого вещества в трехфазной среде.

Различные механизмы очистки, такие как адгезия жидкости, удержание, столкновение и поглощение в теории двойной мембраны, оказывает эффективную очистку от дымовых газов [124].

Выводы по разделу.

1. При проектировании и строительстве нового предприятия, в соответствии с Экологическим Кодексом Республики Казахстан от 02.01.2021г № 400-VI законодательство РК, определены общие требования в области охраны окружающей среды при проектировании и строительстве новых объектов и реконструкции старых. Предусмотрены сохранение, восстановление и оздоровление окружающей среды, материальные и финансовые средства на компенсацию возможного вреда окружающей среде, применение малоотходных, ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий, рациональное использование природных ресурсов, предотвращение аварий и иных чрезвычайных ситуаций, снижение вредного воздействия на окружающую среду, а также финансовые гарантии при выполнении планируемых мероприятий по охране окружающей среды.

2. При создании высокоэффективного производства, с вовлечением свинцово-цинковых шлаковых отходов ТОО «ШСЗ» процесс их переработки по проекту будет осуществляться технологическими линиями с двумя барабанными вращающимися печами, при ежегодной переработке 250-270 тыс. тонн в год. Производительность одной технологической линии около 135 тыс. тонн по сухой массе.

3. Приведены рекомендации по управлению отходами производства и потребления в виде «Паспорта программы по управлению отходами производства и потребления» для нового предлагаемого металлургического завода по выпуску окиси цинка и окиси свинца, где основной целью является повышение экологической эффективности цеха по выпуску продукции окиси цинка и окиси свинца, с учетом снижения негативного влияния отходов производства и потребления на окружающую среду. Ожидаемым результатом является снижение негативной антропогенной нагрузки на окружающую среду, обеспечение санитарного уровня и улучшение экологической обстановки в регионе.

4. При подготовке проектных решений предусматриваются мероприятия, направленные на снижение шума и вибрации, за счет применения глушителей на линиях нагнетания систем пылеочистки и всасывания компрессоров, применение полузакрытых транспортеров для транспортировки сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. Монтаж вентиляционных установок, как источников шума, в отдельные помещения и установки вентиляторов на виброизолирующих прокладках в местах сопряжения с полом, обеспечение устройства звукоизолирующей облицовки из минеральной ваты группы НГ поверхностей внутренних стен и потолков вентиляционных камер, применение уплотнений в притворах в конструкциях дверей и ворот.

5. С целью уменьшения пылегазовых выбросов на окружающую среду осуществляется постоянный контроль за герметизацией и уплотнением стыков и соединений на технологическом оборудовании и трубопроводах, для предотвращения выделений загрязняющих веществ.

7 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ НОВОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ШЛАКОВ СВИНЦОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Промышленная безопасность производственного объекта по переработке шлаков свинцового завода играет особую роль для состояния защищённости жизненно важных интересов общества от чрезвычайных ситуаций и последствий. Поэтому необходимо обеспечивать выполнение требований в области промышленной безопасности для производственного объекта по переработке шлаков свинцового завода. Рекомендуем не допускать на рабочих площадках плавильных агрегатов наличие влаги легко разлагающихся материалов и веществ, способных взаимодействовать с расплавами металлургического шлака, штейновых траншеях, приямках конвертеров. Следует не допускать загрузки влажной шихты и материалов в агрегаты, содержащие расплавленный шлак или металл в агрегаты или сосуды, содержащие влагу или влажные материалы. Технологической инструкцией агрегата применяется предельное содержание влаги или материалов, содержащие связанную воду в шихте или других компонентах, загружаемых в плавильные агрегаты. Также рекомендуем не допускать эксплуатации плавильных агрегатов при разгерметизации системы водяного охлаждения [125].

Технические устройства с токсичными и взрывопожароопасными веществами должны быть герметичными при проведении технологических процессов и коммуникаций. В случае полной герметизации оборудования, места выделения опасных веществ рекомендуется оснащать средствами контроля среды и оборудовать местными отсосами. Также необходимо систематически проводить осмотр герметизирующих устройств. Нарушения герметичности следует своевременно устранять [126].

Внедрение новых технологических процессов, связанных с выполнением опытных работ на действующих или вновь сооружаемых технических устройствах рекомендуется проводить в технически обоснованных случаях. Технологическая инструкция по обеспечению безопасности проведения опытных работ утверждается техническим руководителем производственного объекта [11].

Для выполнения отдельных опытных работ на действующих или вновь сооружаемых технических устройствах в помещениях, в которых размещаются взрывопожароопасные производства, дополнительно требуется заключение генерального проектировщика или экспертной организации со специальным разрешением Комитета индустриального развития и промышленной безопасности Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан на выполнение данного вида деятельности и целесообразности их проведения [6; 12].

Согласование и внедрение проекта должно проводиться строго в соответствии с законодательством и нормативными техническими требованиями Республики Казахстан.

До начала работ по строительству «Металлургический завод по выпуску окиси цинка и окиси свинца», все участвующие работники должны быть проинструктированы их руководителями о безопасных методах проведения работ с учетом особенностей данного конкретного объекта и о действиях в случаях обнаружения отклонений от нормальной работы технических устройств [6].

Рекомендации по обеспечению выполнения требований в области промышленной безопасности [127]:

1. Контроль выполнения требований охраны труда и техники безопасности сотрудниками при проведении технических работ должен осуществлять их руководитель.

2. При обследовании оборудования с не полностью завершенным монтажом, необходимо соблюдать особую осторожность в связи с возможностью возникновения повышенной опасности.

3. Обеспечивать авторский надзор проектных решений со стороны проектной организации и контроль безопасности в процессе строительства и монтажа технических устройств.

4. Персонал, проводящий строительно-монтажные работы, должен быть обучен и проинструктирован, прошедший проверку знаний в области ПБ, ПТМ, ОТ и ТБ.

5. Строительно-монтажные работы должны производиться в соответствии с требованиями промышленной безопасности, охраны труда, пожаро- и взрывобезопасности, электробезопасности, экологическим требованиям.

7.1 Предлагаемые мероприятия по минимизации негативного воздействия на окружающую среду для производственного объекта

Для предотвращения негативного воздействия на окружающую среду в период строительства нового производственного объекта предлагается предусмотреть следующие мероприятия по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду [128]:

– строгое соблюдение мер и правил по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов;

– неуклонительное выполнение требований природоохранного законодательства;

– анализ и обеспечение строгого контроля за соблюдением всех технологических и технических параметров разрабатываемых процессов;

– обеспечение эффективной работы пылегазоочистных установок по предотвращению загрязнения атмосферного воздуха;

– пылеподавление на строительной площадке;

– разработка и выполнение плана мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при возникновении неблагоприятных метеорологических условий (НМУ);

– техническое обслуживание оборудования и транспортных средств, в том числе мойка транспортных средств только на специально отведенных площадках.

В результате эксплуатации объекта, образующиеся отходы должны собираться отдельно по видам, классам опасности и иным признакам, обеспечивающим их использование в качестве вторичного сырья, обезвреживание и экологически безопасное захоронение. Сбор и хранение отходов производства осуществляются их физическим состоянием, химическим составом и классом опасности отходов [129].

Временное хранение отходов производства допускается только в санкционированных местах их хранения. Способ временного хранения отходов определяется классом опасности отходов:

- отходы 1 класса опасности хранятся в герметизированной таре;
- отходы 2 класса опасности хранятся в закрытой таре;
- отходы 3 класса опасности хранятся в тканевых мешках, полиэтиленовых и бумажных пакетах;
- отходы 4 класса опасности – навалом, насыпью, в виде гряд.

При временном хранении отходов в нестационарных складах и открытых площадках без тары (навалом, насыпью) или в негерметичной таре должны соблюдаться следующие условия:

- временные склады и открытые площадки должны располагаться с подветренной стороны по отношению к жилой застройке;
- поверхность хранящихся насыпью отходов или открытых приемников накопителей должна быть защищена от воздействия атмосферных осадков и ветров (укрытие брезентом, оборудование навесом и т.д.);
- поверхность площадки должна иметь искусственное водонепроницаемое и химически стойкое покрытие (асфальт, керамзитбетон, керамическая плитка и др.).

Выводы по разделу.

1. Промышленная безопасность производственного объекта по переработке шлаков свинцового завода в современных условиях приобретает особую роль, поэтому для обеспечения вопросов защиты окружающей среды и безопасности жизнедеятельности рекомендованы ряд мероприятий по взрыво-и пожаробезопасности, снижению токсичности, за счет обеспечения герметичности технических и технологических процессов и коммуникаций.

2. При строительстве нового производственного объекта предложены ряд мероприятий по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, путем строгого соблюдения мер и правил по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов. Необходимо неуклонительное выполнение требований природоохранного законодательства, обеспечение строгого контроля за соблюдением всех технологических и технических параметров разрабатываемых процессов, эффективной работе пылегазоочистных установок для предотвращения загрязнения атмосферного воздуха, пылеподавления на строительной площадке, разработка и выполнение плана мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при возникновении неблагоприятных метеорологических условий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Эффективность усовершенствованной технологии переработки шлаков свинцового производства подтверждается результатами термического, рентгенофлуоресцентного полуколичественного анализов, растровой электронной микроскопии и рентгеновского микроанализа свинцового шлака. Выявлено, что в шлаке свинцового производства содержатся токсичные металлы, которые являются опасными источниками экологического загрязнения и в то же время целевыми материалами.

2. Среднее содержание токсичных металлов в шлаках, образующихся при переработке сырьевых материалов, составляет:

- свинца – 2,38;
- цинка – 9,81;
- меди – 0,97;
- железа – 25,31;
- оксида кремния – 24,62;
- оксида кальция – 16,21;
- оксида калия – 1,42;
- серы – 1,35% от общего веса пробы.

3. Для более полного и селективного извлечения оксидов свинца и цинка из шлаковых отходов свинцового производства разработана новая технология. Выявлено, что оптимальное количество целевых продуктов получается при подаче шихтовых материалов в барабанную вращающуюся печь двумя противоположно направленными потоками.

4. Организация и внедрение предлагаемой технологической схемы утилизации токсичных шлаков свинцового производства позволяет снизить топливные и энергетические затраты с одновременным уменьшением количества пылегазовых выбросов до 10-15%.

5. При внедрении новой технологии усовершенствованного способа извлечения цветных металлов ожидается улучшение экологического состояния окружающей среды, за счет уменьшения отрицательного влияния на здоровье людей техногенных шлаков свинцового производства. Эколого-экономический эффект составляет 7 680 000 тг/год при переработке 100 тыс. тонн отходов в сухом состоянии.

6. Разрабатываемая усовершенствованная технология позволяет эффективно перерабатывать отвальные техногенные шлаки свинцового производства. Отходы, образующиеся при извлечении оксидов свинца и цинка, можно направить на получение камнелитых изделий.

7. С целью обеспечения безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды разработаны мероприятия и предложены рекомендации по обеспечению выполнения требований в области промышленной безопасности для нового производственного объекта по переработке шлаков свинцового производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Об утверждении Гигиенических нормативов к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах, утв. приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года, №168 // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500011036>. 10.04.2021.
- 2 ГОСТ17.2.3.02-78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. – Введ. 1980-01-01. – М., 1980. – 11 с.
- 3 Об утверждении Санитарных правил "Санитарно-эпидемиологические требования по установлению санитарно-защитной зоны производственных объектов", утв. приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 20 марта 2015 года, №237 // <https://adilet.zan.kz/rus>. 10.04.2021.
- 4 ГОСТ 17.2.301-86. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. – Введ. 1987-01-01. – М., 1987. – 3 с.
- 5 ГОСТ 17.2.1.01-76. Охрана природы. Атмосфера. Классификация выбросов по составу. – Введ. 1977-01-01. – М., 1977. – 2 с.
- 6 Технологический регламент «Металлургический завод по выпуску окиси цинка и окиси свинца», лицензия №17010101 от 05.06.2018 г.
- 7 Титов А.Ф., Казнина Н.М., Карапетян Т.А. и др. Влияние свинца на живые организмы // Журнал общей биологии. – 2020. – Т. 81, №2. С. 147-160.
- 8 Тарасов А.В., Бессер А.Д., Мальцев В.И. и др. Metallургическая переработка вторичного свинцового сырья. – М.: Гинцветмет, 2003. – 224 с.
- 9 Марченко, Н. В. Metallургия тяжелых цветных металлов: учеб. пос. – Красноярск, 2009. – 394 с.
- 10 Президент Республики Казахстан - лидер нации Н.А. Назарбаев. Стратегия «Казахстан-2050: новый политический курс состоявшегося государства: послание народу Казахстана // <https://www.akorda.kz>. 10.04.2021.
- 11 О концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике»: утв. Указом Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года, №577 <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1300000577>. 10.04.2021.
- 12 Экологический Кодекс Республики Казахстан: принят 2 января 2021 года, №400-VI ЗРК, ст. 4, п. 2, раз. 1 // <https://adilet.zan.kz/rus/docs>. 10.04.2021.
- 13 Ташполотов Ы., Садыков Э., Турдубаева Ж.А. и др. Технология переработки техногенных отходов свинца на основе инновационных технологий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – №5. – С. 177-179.
- 14 Юсфин С.Ю., Леонтьев Л.И., Черноусов П.И. Промышленность и окружающая среда. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2009. – 469 с.
- 15 Пат. 2592009 С1 РФ. Способ переработки полупродуктов цветной металлургии, содержащих свинец, медь и цинк / Дитятовский Л.И., Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е., Кабылбеков Ж.Ж.; опубл. 20.07.16, Бюл. №20. – 8 с.

16 Пат. 2486266 С2 РФ. Переработка отходов свинца / Котзева В.П., Кумар Р.В., Сереф С.; опубл. 27.06.01, Бюл. №17. – 24 с.

17 Pat. 2015044353 A1 WO. Process for the selective recovery of lead and silver / Carreño C.A., González M.P., Mercado E.P. et al.; publ. 02.04.15. – 23 p.

18 Пат. 2729521 С1 РФ. Способ выделения олова из черного свинца с рафинированием от примесей / Королев А.А., Крестьянинов А.Т., Тимофеев К.Л. и др.; опубл. 07.08.20, Бюл. №22. – 6 с.

19 Пат. 2693245 С1 РФ. Способ восстановления свинца из оксисульфатных шламов аккумуляторных батарей / Чекушин В.С., Олейникова Н.В., Чекушин М.В. и др.; опубл. 01.07.19. Бюл. №19. – 5 с.

20 Pat. EA024717 B8. Process for zinc oxide production from ore / Shaw R.W.; publ. 30.01.17. – 21 p.

21 Pat. EA038200 B1. Method and system for extracting zinc from low-grade lead-zinc ore / Gou H., Chen X., Wang Z.; publ. 22.07.21. – 15 p.

22 Пат. 2710250 РФ. Способ безуглеродного селективного извлечения цинка и свинца из пыли электросталеплавильного производства и устройство для его реализации / Симонян Л.М., Демидова Н.В.; опубл. 25.12.01. Бюл. №36. – 8 с.

23 Пат. 2617086 С1 РФ. Способ селективного извлечения оксида железа и оксида цинка из шламов и пылей газоочисток металлургических агрегатов / Фарнасов Г.А., Ковалев В.И., Курунов И.Ф. и др.; опубл. 19.04.17, Бюл. №11. – 1 с.

24 Пат. 2629129 С2 РФ. Способ переработки отходов медеплавильного производства / Рыбаулин В.М., Семенов Л.Л., Башлыкова Т.В. и др.; опубл. 24.08.17. Бюл. №24. – 9 с.

25 Пат. 2208057 С1 РФ. Способ извлечения свинца из вторичного сырья /. Бессер А.Д, Сорокина В.С., Соколов О.К. и др.; опубл. 10.07.2003. Бюл. №12. – 5с.

26 Пат. 2507280 С1 РФ. Способ переработки цинксодержащих металлургических отходов / Козлов П.А., Панышин А.М., Леонтьев Л.И. и др.; опубл. 20.02.14. Бюл. №5. – 10 с.

27 Пат. 2 611 229 С2 РФ. Способ переработки металлургического сырья и устройство для его осуществления / Шатохин И.М., Кузьмин А.Л.; опубл. 30.12.19. Бюл. №1. – 6 с.

28 Пат. 2 710 622 С1 РФ. Брикет для металлургического производства / Шеховцов А.Л., Ткаленко И.А., Николаев М.А. и др.; опубл. 30.12.19. Бюл. №1. – 6 с.

29 Пат. 2 611 229 С2 РФ. Способ переработки техногенных отходов металлургических и горно-обогатительных производств / Баев В.С., Юрочкин С.В.; опубл. 20.08.16. Бюл. №23. – 5 с.

30 Шлакоотвал свинцового производства: отчет №А224-09 об оценке движимого имущества / сост. М.Ч. Бимурзаева. – Шымкент, 2017. – 24 с.

31 Brief guide to analytical methods for measuring lead in paint / World Health Organization. – Geneva, 2020. – 15 p.

- 32 Титов А.Ф., Казнина Н.М., Карапетян Т.А. и др. Влияние свинца на живые организмы // Журнал общей биологии. – 2020. – Т. 81, №2. – С. 147-160.
- 33 Сердюкова А.Ф., Барабанщиков Д.А. Последствия загрязнения почвы тяжелыми металлами // Молодой ученый. – 2017. – №51. – С. 131-135.
- 34 Bjorklund K.L. et al. Metals and trace element concentrations in breast milk of first time healthy mothers: a biological monitoring study // Randomized Controlled Trial. – 2012. – Vol. 11. – P. 92-1-92-10.
- 35 Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды. – М.: Финансы и статистика, 2011. – 672 с.
- 36 Ладонин Д.В., Карпухин М.М. Фракционный состав соединений никеля, меди, цинка и свинца в почвах, загрязненных оксидами и растворимыми солями металлов // Почвоведение. – 2011. – №8. – С. 953-965.
- 37 Измеров Н.Ф., Кириллов В.Ф. Гигиена труда: учеб. – Изд. 2-е, перер. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 480 с.
- 38 Жарменов А., Ушаков Н. и др. Технология КИВЦЭТ: Создание и реализация // Промышленность Казахстана. – 2014. – №4. – С. 40-49.
- 39 Даукеев С.Ж. Минерально-сырьевые ресурсы Казахстана - возможности научно-технического развития // Вопросы комплексной переработки сырья Казахстана: тр. 1-й междунар. конф. – Алматы, 2013. – С. 11.
- 40 Shumskiy V.A., Ushakov N.N. Lead and Zinc Raw Material Complex Processing // Proceed. of the Lead-Zinc 2010 internat. conf. – Vancouver, 2010. – P. 1049-1055.
- 41 Mounsey E.N. A Review of Ausmelt technology for lead smelting // Proceed. of the Lead-Zinc 2000 simpos. – Pittsburgh, 2000. – P. 149-169.
- 42 Шэймардан Н., Куленова Н.А., Мамяченков С.В., Анисимова О.С. Defining of specific environments of complex formation in Pb-Zn-EDTA system // Эффективное использование ресурсов и охрана окружающей среды – ключевые вопросы развития горно-металлургического комплекса: матер. 9-й междунар. конф. – Усть-каменогорск, 2015. – С. 267-272.
- 43 Needleman H. Lead Poisoning // Annual Review of Medicine. – 2004. – Vol. 55, Issue 1. – P. 209-222.
- 44 Романтеев Ю.П., Быстров В.П. Metallurgy тяжелых цветных металлов: свинец, цинк, кадмий. – М.: МИСиС, 2010. – 575 с.
- 45 Mäkelä M., Välimäki I. et al. Evaluation of trace element availability from secondary metallurgical slag generated in steelmaking by sequential chemical extraction // Int. J. Environ. Sci. Technol. – 2013. – Vol. 10. – P. 1193-1208.
- 46 Abdulah D.M., Al-Dosky A.H.A, Mohammed A.H. Lead and zinc exposure in the blood of workers in municipal waste management // Environ SciPollut Res Int. – 2020. – Vol. 27. – P. 11147-11154.
- 47 Youcai Z., Chenglong Z. Amphoteric Metal Hazardous Wastes and Hydrometallurgical Processes of Zinc and Lead // In book: Pollution Control and Resource Reuse for Alkaline Hydrometallurgy of Amphoteric Metal Hazardous Wastes. – 2017. – Vol. 18. – P. 1-11.

- 48 Промышленная экология: учеб. пос. / под ред. В.М. Гарина. – М.: Маршрут, 2005. – 328 с.
- 49 Schramm R. X-Ray Fluorescence Analysis: Practical and Easy. – Ed. 2nd. – Bedburg-Nau, 2015. – 21 p.
- 50 Jenkins R., Gould R.W., Gedcke R.W. et al. Quantitative x-ray spectrometry. – NY., 1981. – 586 p.
- 51 Черноруков Н.Г., Нипрук О.В. Теория и практика рентгенофлуоресцентного анализа: электр. учеб.-метод. пос. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 57 с.
- 52 Goldstein J., Newbury D., Joy D. et al. Scanning electron microscopy and X-ray Microanalysis. – NY.: Plenum Press, 2003. – 688 p.
- 53 Cheng L., Li W., Li Y. et al. Thermal analysis and decomposition kinetics of the dehydration of copper sulfate pentahydrate // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. – 2019. – Vol. 135. – P. 2697-2703.
- 54 Dimensional analysis: encyclopaedia Britannica // <https://www.britannica.com/science/dimensional-analysis>. 02.03.2022.
- 55 Hinrichsen O., Rosowski F., Muhler M. et al. Microkinetic Analysis of temperature-programmed experiments in a microreactor flow system // Stud. Surf. Sci. Catal. – 1997. – Vol. 109. – P. 389-400.
- 56 Pivovarova A.P., Strakhov V.I., Smirnov Y.N. X-Ray Diffractometric Study and Electrophysical Properties of Phases in the CaTa₂O₆ – NdTa₃O₉ system // Refractories and Industrial Ceramics. – 2000. – Vol. 41. – P. 313-315.
- 57 Allahverdi A., Kani E.N. Management, Processing and Environmental Assessment // In book: Handbook of Recycled Concrete and Demolition Waste. – Stanford, 2013. – P. 424-435.
- 58 Bertin E.P. Principles and Practice of X-ray Spectrometric Analysis. – NY.: Kluwer Academic, 1975. – 1080 p.
- 59 Newell D.B., Cabiati F., Fischer J. et al. The CODATA 2017 values of h, e, k, and NA for the revision of the SI // Metrologia. – 2018. – Vol. 55. – P. L13-L16.
- 60 Reed S.J.B. Electron Microprobe Microanalysis // In book: Microprobe Techniques in the Earth Sciences. – Berlin, 2015. – Vol. 6. – P. 49-90.
- 61 Goldstein J., Newbury D.E., Joy D.C. et al. Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. – Ed. 3rd. – NY.: Springer, 2003. – 688 p.
- 62 Castaing R. Application of electron probes to local chemical and crystallographic analysis: thes. ... dok. PhD. – Paris, 1951. – 567 p.
- 63 Hombourger C., Outrequin M. Quantitative analysis and high-resolution X-ray mapping with a field emission electron microprobe // Micros Today. – 2013. – Vol. 21. – P. 10-15.
- 64 Dai S., Li Y., Zhou T. et al. Reclamation of heavy metals from contaminated soil using organic acid liquid generated from food waste: Removal of Cd, Cu, and Zn, and soil fertility improvement // Environ SciPollut Res Int. – 2017. – Vol. 24, Issue 18. – P. 1526-1526.

65 Harrison A.P., Cattani I., Turfa J.M. Metallurgy, environmental pollution and the decline of etruscancivilisation // *Environ SciPollut Res Int.* – 2010. – Vol. 17. – P. 165-180.

66 Turrio-Baldassarri L., Battistelli C.L., Conti L. et al. Evaluation of emission toxicity of urban bus engines: Compressed natural gas and comparison with liquid fuels // *Science Total Environ.* – 2006. – Vol. 355, Issue 1-3. – P. 64-77.

67 Antrekowitsch J., Steinlechner S. Efficient utilization of zinc-, lead- and coppercontaining by-products // In book: *The Minerals, Metals & Materials Series.* – Cham: Springer, 2019. – P. 243-249.

68 AsgariLajayer B., Ghorbanpour M., Nikabadi S. Heavy metals in contaminated environment: destiny of secondary metabolite biosynthesis, oxidative status and phytoextraction in medicinal plants // *Ecotoxicol Environ Saf.* – 2017. – Vol. 145. – P. 377-390.

69 Carvajal-Flórez E., Cardona-Gallo S-A. Technologies applicable to the removal of heavy metals from landfill leachate // *Environ SciPollut Res Int.* – 2019. – Vol. 26. – P. 15725-15753.

70 Chen L., Zhou S., Shi Y. et al. Heavy metals in food crops, soil, and water in the lihe river watershed of the taihu region and their potential health risks when ingested // *Sci Total Environ.* – 2018. – Vol. 615. – P. 141-149.

71 Schneider A.R., Cancès B., Ponthieu M. et al. Lead distribution in soils impacted by a secondary lead smelter: experimental and modeling approaches // *Sci Total Environ.* – 2016. – Vol. 568. – P. 155-163.

72 Bagova Z., Zhantasov K., Bektureeva G. et al. The impact of lead-containing slag wastes on the life safety // *Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.* – 2021. – Vol. 5, Issue 339. – P. 94-99.

73 Turebekova G., Bagova Z. et al. Ways of the lead-bearing slag waste utilization // *E3S Web of Conferences.* – 2021. – Vol. 262. – P. 04003-1-04003-11.

74 Багова З.И., Жантасов К.Т., Туребекова Г.З. и др. Анализ и влияние свинецсодержащих отходов свинцового производства на жизнедеятельность человека и окружающую среду // *Науч. тр. ЮКГУ им. М. Ауэзова.* – 2021. – №1(57). – С. 8-14.

75 Bagova Z., Zhantasov K., Turebekova G. et al. Analysis and impact of lead-containing waste from lead production on human life and the environment // *Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.* – 2021. – Vol. 2, Issue 336. – P. 99-104.

76 The author's work № EC-01-003041. – 2020. Bagova Z., Zhantasov K., Turebekova G. et al. Method for extraction of lead and zinc oxides from slag wastes of lead production // <https://interoco.com/copyrightdepository/literarywork/3363-2020-11-24-06-53-33.html>. 11.24.2020.

77 Bagova Z., Zhantasov K., Bektureeva G. et al. Prospects for the rational use of secondary resources in the form of technogenic slag wastes // *Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.* – 2021. – Vol. 4, Issue 338. – P. 110-115.

78 Bagova Z., Zhantasov K., Turebekova G. et al. Disposal of lead production wastes by extraction of lead and zinc oxides // News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2021. – Vol. 2. Issue 446. – P. 37-44.

79 Bagova Z., Zhantasov K., Turebekova G. et al. Prospective utilization of technogenic slag waste from a lead plant // Procceed. internat. health sciences, biomedical and innovative approach cong. (ISARC). – Ankara, 2021. – P. 218-224.

80 Bagova Z., Zhantasov K., Turebekova G. et al. Analysis and prospective utilization of technogenic slag waste from a lead plant // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2021. – Vol. 2, Issue 446. – P. 22-28.

81 Дюйсебаев М.К., Ниязбекова Р.К., Жантасова Д.М. и др. Улучшение промышленной безопасности за счет применения экономически выгодных технологий при получении фосфида цинка из отходов // Вестник Алматинского университета энергетики и связи. 2010. – №3/2(10). – С. 62-66.

82 Жантасов К.Т. Разработка и внедрение малоотходной и энергосберегающей технологии в производстве желтого фосфора: автореф. ... док. техн. наук: 05.17.01. – Шымкент, 1998. – 45 с.

83 Мирошников Н.А., Жумартбаев Э.У., Кунаев А.М. и др. Конгломерация мелочи фосфатно-кремнистого сырья во вращающейся печи // НАН РК КИМС. – 1993. – №1. – С. 48-52.

84 Жантасов К.Т. Схема очистки пылегазового потока процесса конгломерации // Наука и образование Южного Казахстана. – 1996. – №2. – С. 92-94.

85 Дюйсебаев М., Рахманбердиева Ж., Амиралиев Б. Изучение структуры и состава техногенных отходов с целью разработки безопасных и экономически целесообразных технологий // Поиск. – 2010. – №3(1). – С. 37-39.

86 Bagova Z., Zhantasov K., Bektureeva G. et al. Environmental impact and human life at the construction and operation of new industrial objects // J Ind Technol Eng. – 2019. – Vol. 1, Issue 30. – P. 40-48.

87 Zhantasov K., Bagova Z., Turebekova G. et al. Development of technology for the extraction of lead and zinc oxides from dust and slags during the utilization of lead plant waste // News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2021. – Vol. 2, Issue 446. – P. 81-85.

88 Bagova Z., Zhantasov K., Bektureeva G. et al. Technogenic wastes of Kazakhstan and problems of their recycling and disposal // Industrial technologies and engineering: Procceed. 5th internat. scient.-pract. conf., ded. to the 75th anniv. of M. Auezov South Kazakhstan State University and 90th anniv. S.T. Suleimenov holding within 4.0 industrial revolution. – Shymkent, 2018. – P. 57-63.

89 Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad: учеб. курс. – СПб.: Питер, 2016. – 448 с.

90 Bagova Z.I., Zhantasov K.T., Javier R.-I. Mathematical model of calculation of lead and zinc extraction process // Procceed. the 4th internat. scient.-pract. conf. «Actual problems of practice and science and methods of their solution». – Milan, 2022. – P. 583-587.

- 91 Гурский Д.А., Турбина Е.С. Вычисления в Mathcad 12. – СПб.: Питер, 2015. – 544 с.
- 92 Ochkov V. F., Bogomolova E.P., Ivanov D.A. Physical and mathematical studies with Mathcad and the Internet: a textbook. – SPb.: Publishing House "Lan", 2016. – 388 p.
- 93 Draper N., Smith H. Applied Regression Analysis. – Ed. 3rd. – NY., 1998. – 706 p.
- 94 Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. Основы работы в математическом пакете MathCAD: учеб. пос. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2012. – 187 с.
- 95 Мурзина Е. Оценка воздействия на окружающую среду проекта «Металлургический завод по выпуску окиси цинка и окиси свинца». – Шымкент, 2019. – 317 с.
- 96 Багова З.И., Жантасов К.Т., Бектуреева Г.У. и др. Эколого-экономический расчет эффективности реализации нового производственного объекта и разработанной технологии утилизации шлаков свинцового производства // Матер. 17-й междунар. науч.-практ. конф. «Мировые научные исследования: пути совершенствования, разработки и практические внедрения». – Р-на-Д., 2022. – С. 373-375.
- 97 Besser AD, Sorokina VS, Sokolov OK, Paretskii VM (2009) Processing of utilized leadacid storage batteries - The basis of lead recycling // Russ Metall. – 2009. – Vol. 2009. – P. 781-787.
- 98 Moodley I., Sheridan C.M., Kappelmeyer U. et al. Environmentally sustainable acid mine drainage remediation: Research developments with a focus on waste/by-products // Miner Eng. – 2018. – Vol. 2. – P. 207-220.
- 99 Kerry T., Peters A., Georgakopoulos E. et al. Zinc Reduction/Vaporisation Behaviour from Metallurgical Wastes // Proceed. 9th International Symposium on Lead and Zinc Processing (PbZn 2020). – Cham: Springer, 2020. – P. 811-819.
- 100 Stoychev S., Minchev E., Kyurkchiev A. et al. (2020) Technologies for Treatment of Zinc-Containing Waste from Metallurgy in KCM AD // Proceed. 9th International Symposium on Lead and Zinc Processing (PbZn 2020). – Cham: Springer, 2020. – P. 799-809.
- 101 Yin N.H., Lens P.N.L., Sivry Y. et al. Lead and Zinc Metallurgical Slags Mineralogy and Weathering // In book: Sustainable Heavy Metal Remediation. – Cham: Springer, 2017. – P. 133-160.
- 102 Marrugo-Negrete J., Pinedo-Hernández J., Díez S. Assessment of heavy metal pollution, spatial distribution and origin in agricultural soils along the Sinu River basin, Colombia // Environ Res. – 2017. – Vol. 154. – P. 380-388.
- 103 Ercikdi B., Cihangir F., Kesimal A. et al. Utilization of industrial waste products as pozzolanic material in cemented paste backfill of high sulphide mill tailings // J Hazard Mater. – 2009. – Vol. 168. – P. 848-856.

- 104 Antrekowitsch J., Hanke G. (2020) Evaluation and Certification Strategies for Lead–Zinc-Bearing Residues // *Proceed. 9th International Symposium on Lead and Zinc Processing (PbZn 2020)*. – Cham: Springer, 2020. – P. 309-318.
- 105 Antrekowitsch J., Steinlechner S. Efficient Utilization of Zinc-, Lead- and Copper-Containing By-Products // In book: *REWAS 2019: Manufacturing the Circular Materials Economy*. – Cham: Springer, 2019. – P. 197-206.
- 106 Pichler C., Antrekowitsch J. Recycling of Zinc- and Lead-Bearing Residues with Pyrolysis Gas // *JOM*. – 2015. – Vol. 67. – P. 2038-2046.
- 107 Horsfall M., Abia A. Sorption of Cd(II) and Zn(II) ions from aqueous solutions by cassava waste biomass // *Water Res.* – 2013. – Vol. 37, Issue 4913. – P. 38-42.
- 108 Vanhaecke F., Koellensperger G. Detection by ICP-MS // In book: *Handbook of elemental speciation, techniques and methodology*. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2003. – P. 281-312.
- 109 Abate G., Masini J.C., Influence of pH, ionic strength and humic acid on adsorption of Cd (II) and Pb (II) onto vermiculite // *Colloids Surf. A*. – 2005. – Vol. 1. – P. 25-31.
- 110 Kurunov, I.F. Environmental aspects of industrial technologies for recycling sludge and dust that contain iron and zinc // *Metallurgist*. – 2012. – Vol. 55. – P. 634-639.
- 111 Griessacher, T., Antrekowitsch, J. Utilization of Biomass at the Recycling of Heavy Metal Containing Waste // *Waste Biomass Valor.* – 2012. – Vol. 3. – P. 369-374.
- 112 Afsara S. A Review on Recycling Technologies and Product Life Cycle Issues of Zinc and Lead // *Proceed.: 9th International Symposium on Lead and Zinc Processing (PbZn 2020)*. – Cham: Springer, 2020. – P. 947-957.
- 113 Hesami R., Salimi A., Ghaderian S.M. Lead, zinc, and cadmium uptake, accumulation, and phytoremediation by plants growing around Tang-e Douzan lead–zinc mine, Iran // *Environ Sci Pollut Res*. – 2018. – Vol. 25. – P. 8701-8714.
- 114 Wood J., Wilson D., Hughes S. (2020) A New Era in Smelting Sustainability-Intensification of the Outotec® Ausmelt Top Submerged Lance (TSL) Process for Zinc Production // *Proceed.: 9th International Symposium on Lead and Zinc Processing (PbZn 2020)*. – Cham: Springer, 2020. – P. 63-73.
- 115 Millán-Corrales G., Magallanes-Rivera R.X., González-López J.R. et al. Synthesis of an Alternative Hydraulic Binder by Alkali Activation of a Slag from Lead and Zinc Processing // *Waste Biomass Valor.* – 2020. – Vol. 11. – P. 375-388.
- 116 Ren J., Zhang Z., Wang M. et al. Phosphate-induced differences in stabilization efficiency for soils contaminated with lead, zinc, and cadmium // *Front. Environ. Sci. Eng.* – 2018. – Vol. 12, Issue 10. – P. 223-237.
- 117 Mäkelä M., Välimäki I. et al. Evaluation of trace element availability from secondary metallurgical slag generated in steelmaking by sequential chemical extraction // *Int. J. Environ. Sci. Technol.* – 2013. – Vol. 10. – P. 1193-1208.

118 Wood J., Coveney J., Gu H. et al. The Outotec direct zinc smelting process // Proceed. conf. European Metallurgical “Pb-Zn”. – Dusseldorf, 2015. – P. 537-548.

119 Creedy S, Glinin A, Matuszewicz R, Highes S, Reuter M. Ausmelt technology for Treating Zinc Residues // ErzMetall. – 2013. – Vol. 66, Issue 4. – P. 230-235.

120 Moats M., Guerra E., Siegmund A. et al. Primary zinc smelter operating data survey // Proceed. of conf. “Pb-Zn”. – Vancouver, 2010. – P. 263-282.

121 da Silva C.P., da Silveira E.L., de Campos S.X. Environmental pollution by heavy metals in the São João River basin, southern Brazil // Environ Earth Sci. – 2017. – Vol. 76. – P. 554.

122 Kornienko V.S. System for complex exhaust gas cleaning of internal combustion engine with water-fuel emulsion burning // Refrigeration Engineering and Technology. – 2019. – Vol. 55, Issue 1. – P. 28-33.

123 Vieira L.G.M., Barrozo M.A.S. Effect of vortex finder diameter on the performance of a novel hydrocyclone separator // Minerals Engineering. – 2014. – Vol. 57. – P. 50-56.

124 Patts J.R., Colinet J.F., Janisko S.J. et al. Reducing float coal dust: Field evaluation of an inline auxiliary fan scrubber // Mining Engineering. – 2016. – Vol. 68, Issue 12. – P. 63-68.

125 Есиркепов А.Р., Багова З.И. Раздел для рабочего проекта «Технологические решения по обеспечению выполнения требований в области Промышленной Безопасности». – Алматы, 2019. – 73 с.

126 Приказ Министра по чрезвычайным ситуациям Республики Казахстан. Общеотраслевые требования промышленной безопасности: утв. 31 октября 2012 года, №484 // online.zakon.kz. 31.10.2021.

127 Буйко К.В., Володина А.А., Карабанов Ю.Ф. Организация надзорной деятельности в области производственной безопасности в странах «группы восьми» // Безопасность труда в промышленности. – 2016. – №8. – С. 48-53.

128 Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан. Об утверждении перечня видов отходов для захоронения на полигонах различных классов: утв. 7 сентября 2021 года, №361 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 8 сентября 2021 год, №24280) // <https://adilet.zan.kz/rus/docs>. 04.06.2021.

129 Приказ и.о. Министра здравоохранения Республики Казахстан. Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к сбору, использованию, применению, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению отходов производства и потребления»: утв. 25 декабря 2020 года, №ҚР ДСМ-331/2020 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 28 декабря 2020 года, №21934) // <https://adilet.zan.kz/rus/docs>. 10.07.2021.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Европейский патент





INTERNATIONAL ONLINE COPYRIGHT OFFICE
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ДЕПОЗИТАРИЙ АВТОРСКИХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ

ENGLISH

1 1.1. Type of Work: **The author's work**
1.2. Title of Work: **Method for recovering lead and zinc oxides from slag waste of lead production**

2 2.1. Name of Author (s) and Citizenship: **Bagova Zarina (Kazakhstan), Zhantassov Kurmanbek (Kazakhstan), Turebekova Gaukhar (Kazakhstan), Anarbekova Gulshat (Kazakhstan), Sapargaliyeva Bayan (Kazakhstan)**
2.2. Rightholder (s): **Bagova Zarina (Kazakhstan)**

RUSSIAN

3 3.1. Вид произведения: **Авторское произведение**
3.2. Название произведения: **Способ извлечения оксидов свинца и цинка из шлаковых отходов свинцового производства**

4 4.1. ФИО автора (ров) и гражданство: **Багова Зарина Илесовна (Казakhstan), Жантасов Курманбек Тажамаханбетович (Казakhstan), Туребекова Гаухар Закиевна (Казakhstan), Анарбекова Гульшат Джумабаевна (Казakhstan), Сапаргалиева Баян Оралхановна (Казakhstan)**
4.2. Правообладатель (ли) **Багова Зарина Илесовна (Казakhstan)**

Авторское произведение
Способ извлечения оксидов свинца и цинка из шлаковых отходов свинцового производства

Авторское произведение относится к технологии селективного получения оксидов свинца и цинка из пыли и шлаков свинцового производства.

Известен способ выделения оксидов цинка и свинца из пыли, образующейся в сталеплавильном и литейном производствах, который заключается в изготовлении брикетов из пыли и углеродсодержащего связующего, дальнейшего их упрочнения при температуре 315°C, извлечении цинка и свинца при температуре 1370°C с дальнейшим окислением металлов до оксидов и их улавливании.

© 2020 Багова Зарина Илесовна (Казakhstan)

Copyright marks deposited in the INTEROCO Copyright office are under the protection in all member states of Berne Convention for the Protection of Literary and Artistic Works (Bern, Switzerland, 1886, amended on September 26, 1979)



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Технологические решения и рекомендации по обеспечению требований в области Промышленной Безопасности

ҚАЗАҚСТАН
РЕСПУБЛИКАСЫ
ЖАУАПКЕРШІЛІГІ ШЕКТЕУЛІ
СЕРКІТЕСТІГІ
ИНЖЕНЕРЛІК ӨНЕРКӘСІПТІҢ
ТЕХНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ҚӘУІПСІЗДІК
ЖӨНІНДЕГІ БЮРОСЫ



РЕСПУБЛИКА
КАЗАХСТАН
ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
ИНЖЕНЕРНО ТЕХНИЧЕСКОЕ
БЮРО В ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ

«Строительство металлургического завода по выпуску продукции:
окиси цинка, окиси свинца и медного концентрата по адресу
Ордабасинский район, Бадамский с/о, 029 квартал, уч.1563, Туркестанской области,
кадастр 19-293-023-1563»

РАЗДЕЛ

Технологические решения по обеспечению выполнения
требований в области Промышленной Безопасности

Утвержден:

Генеральный директор

ТОО «Инженерно Техническое
Бюро в Промышленной Безопасности»

Сулъкебаев Е.А.

«02» ноября 2019 г.



Разработан:

Инженер-технолог ТОО «ИТБ ПБ»

Есиркепов А.Р.

PhD докторант ЮКУ им. М.Ауэзова

Багова З.И.



г. Алматы - 2019 г.

15 Заключение

Настоящий раздел «Технологические решения по обеспечению выполнения требований в области Промышленной безопасности» выполнен на основании рабочего проекта строительства объекта «Строительство металлургического завода по выпуску продукции: окиси цинка, окиси свинца и медного концентрата по адресу Ордабасинский район, Бадамский с/о, 029 квартал, уч.1563, Туркестанской области, кадастр 19-293-023-1563», соответствующего требованиям в области промышленной безопасности.

При разработке раздела «Технологические решения по обеспечению выполнения требований в области Промышленной безопасности» были учтены государственные и ведомственные нормативные требования и положения.

Принятый метод производства, основные стадии технологического процесса, описание технологической схемы, технические устройства (их технические характеристики и предназначение), технологические решения в объеме выполненного рабочего проекта, соответствуют нормативным техническим требованиям в области промышленной безопасности согласно Закону «О гражданской защите» Республики Казахстан № 188-V от 11.04.2014г., статье 69 «Обеспечение промышленной безопасности»; Приказа Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 28 апреля 2015 года №511 «Об утверждении стандартов государственных услуг в области промышленной безопасности»; Технического Регламента Таможенного союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования», утвержденного Решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. № 823; Приказа Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 358 «Об утверждении Правил обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под давлением»; Приказа Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 360 «Об утверждении Правил обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации компрессорных станций»; Приказа Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года № 359 «Об утверждении Правил обеспечения промышленной безопасности при эксплуатации грузоподъемных механизмов».

Объекты, входящие в состав производства запроектированы таким образом, что не окажут отрицательного влияния на социально-экономические и санитарно-эпидемиологические условия людей, расположенных в жилых районах Ордабасинского района Туркестанской области.

Вместе с тем, с вводом в производство объекта «Строительство металлургического завода по выпуску продукции: окиси цинка, окиси свинца и медного концентрата по адресу Ордабасинский район, Бадамский с/о, 029 квартал, уч.1563, Туркестанской области, кадастр 19-293-023-1563» позволит

не только решить вопрос с утилизацией шлака свинцового производства, но и создать 231 новых рабочих мест.

Выполненный раздел «Технологические решения по обеспечению выполнения требований в области Промышленной безопасности» показал целесообразность намечаемого мероприятия.

Следовательно, на основании «Строительство металлургического завода по выпуску продукции: окиси цинка, окиси свинца и медного концентрата по адресу Ордабасинский район, Бадамский с/о, 029 квартал, уч.1563, Туркестанской области, кадастр 19-293-023-1563» в целом определяется как умеренно воздействующее на природную среду, при условии строгого соблюдения технологической дисциплины производства, соблюдения правил, требований в области промышленной безопасности, проведения рекультивационных работ, отсутствия аварийных ситуаций, а также при учёте приведённых в данном разделе «Технологические решения по обеспечению выполнения требований в области Промышленной безопасности» рекомендаций.

Утверждено:

Генеральный директор

ТОО «Инженерно Техническое

Бюро в Промышленной Безопасности»



Сулькебаев Е.А.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Акт опытных испытаний

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель
РГУ «Управление санитарно-
эпидемиологического контроля

Абайского р-на г.Шымкент»




Адырбаева К.А.

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по НР и И
ЮКУ им. М.Ауэзова




У.С. Сулейменов

Акт опытных испытаний № 5 от 13-08-21

свинцосодержащих шлаковых отвалов на содержание вредных веществ

На базе лаборатории высокотехнологических исследований Национального центра экспертизы по Туркестанской области были проведены совместные исследования представителей РГУ «Управление санитарно-эпидемиологического контроля Абайского р-на г.Шымкент» в лице гл.специалиста санитарно-гигиенического отдела по промышленности Шонтаевой Г.Б., зав. лаборатории отделения высокотехнологических исследований Оразовой Л.К. и представителей ЮКУ имени М.Ауэзова в лице д.т.н., профессора кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» («БЖиЗОС») Жантасова К.Т., к.т.н., профессора кафедры «БЖиЗОС» Науkenовой А.С., профессора кафедры «НиН» Туребековой Г.З. и докторанта кафедры «БЖиЗОС» Баговой З.И. с 20.01.2020 года по 03.02.2020 о влиянии вредных веществ шлаковых отвалов на здоровье населения и окружающую среду близлежащих районов (густонаселенные микрорайоны г. Шымкент «Казыгурт», «Сауле» и другие рядом расположенные улицы Абайского района.

На территории металлургического завода заскладированы отходы (продукты) производства, на левом берегу р.Бадам в створе основной площадки размещены шлаковые отвалы.

Исследования почвы в зоне влияния завода показали, что отмечается превышение содержания солей тяжелых металлов:

- по свинцу в 1,1 – 3,7 раза;
- по кадмию в 1,2 – 7,5 раза;
- по цинку в 1,4 - 8,7 раза;
- по меди в 3,2 – 9,9 раза.

По результатам исследования средняя концентрация свинца составила 553 мг/кг, превышения ПДК в 16,5 раз. Выделены зоны аномального загрязнения:

- зона свыше 5000 мг/кг, в ней находятся производственные объекты и жилая застройка СМУ-4 с площадью 200м × 100м;

- зона от 5000 мг/кг до 3000 мг/кг, в ней находится жилая застройка СМУ-4, участки с площадью 500м × 400м и 200м × 200м;

- зона от 1000 мг/кг до 3000 мг/кг, в ней находятся микрорайоны «Курсай» (содержание свинца 591 мг/кг – 4056 мг/кг), «Карл Маркс», «Хамза» и многоэтажная жилая застройка СМУ-4. А также 5 школ №4, №5, №21, №26, №65 и 4 детских сада №65 «Балбулак», №68 «Балауса», №69 «Еркебулан», №70 «Шолпан».

На территории детского сада «Шолпан» (вблизи бывшего свинцового завода), загрязнение свинцом почвенного покрова в среднем составило 3564,9 мг/кг. Таким образом, загрязнение свинцом почвенного покрова на территории детского сада «Шолпан» значительно выше, чем в других районах, и составляет в среднем 100 ПДК.

Также в СЗЗ завода находятся 22 объекта (промышленные предприятия, объекты торговли и общепита, стадион, баня и медклиника).

Проводились исследования по содержанию свинца в крови детей, проживающих в зоне влияния бывшего свинцового завода. У обследованных детей содержание свинца в крови составило в среднем 20,1 мкг/дл, а в зоне загрязнения в среднем 28,07 мкг/дл, доля детей с превышением ПДК составило 91,9% от обследованных. Обследовалось также и взрослое население, у всех в крови обнаружился свинец, хотя в концентрациях не превышающих допустимый уровень.

Влияние тяжелых металлов свинца на организм человека приводит к свинцовому отравлению (сатурнизму). Поражает тело человека, центрально-нервную систему, кровь и почки, действует на нервную, сердечно-сосудистую, пищеварительную системы.

Воздействие токсичных соединений свинцового шлака на здоровье детей.

Последствия свинцового отравления на здоровье детей.

Влияние тяжелых металлов свинцового шлака, в частности свинца, приводит к поражению центрально-нервной системы, что характеризуется проблемами потери памяти, головным болям, деградации умственной деятельности, снижением IQ, утрате слуха, нарушению речи (дизартрия) потери способности к обучению, приводит к поражению тела человека, что приводит уменьшению скорости роста костной и мышечной массы. Также приводит к поражению зрения, частичному выпадению поля зрения, галлюцинации. Приводит к поражению кровеносной системы (анемии).

У новорожденных – нервно-психические нарушения, снижение интеллекта, способности к обучению.

Воздействие токсичных соединений свинцового шлака на здоровье взрослых.

Последствия свинцового отравления на здоровье взрослых.

Влияние тяжелых металлов свинцового шлака, в частности свинца, приводит к поражению центрально-нервной системы, что характеризуется

проблемами потери памяти, головным болям, депрессии, бессонницы, раздражительности, поражению сердечно-сосудистой системы - гипертонии, поражению пищеварительной системы, что приводит к потере аппетита, запорам, поносам, тошноте.

Влияние тяжелых металлов свинцового шлака, в частности свинца, приводит к поражению нейро-мышечной системы, что приводит к проблемам координации, судорогам, задержкам реакции, слабости и спазмам.

Результаты проведенных исследований показали что, отравление свинцом (сатурнизм) приводит к таким последствиям, как повреждение мозга, нервной системы, сердечно-сосудистой системы, пищеварительной системы, почек и крови у детей и взрослых.

Кардинальные симптомы сатурнизма:

- свинцовые энцефалопатии и полиневриты;
- свинцовые колики;
- свинцовая кайма на деснах;
- свинцовый колорит кожи

Свинец в продукты попадает из посуды (покрытой свинцовой глазурью) и почвы. В крови – базофильная зернистость эритроцитов, ретикулоцитоз. Повышение содержания свинца в моче – более 0,04 мг/л.

Исходя их вышеизложенного считаем целесообразным утилизировать шлаковые отвалы, для того чтобы снизить влияние тяжелых металлов свинца на организм человека и окружающую его среду.

От РГУ «Управление санитарно -
эпидемиологического контроля
Абайского р-на г.Шымкент»

Гл.специалист санитарно-
гигиенического отдела по
промышленности



Шонтаева Г.Б.

Зав.отделения лаборатории
высокотехнологических
технологий



Оразова Л.К

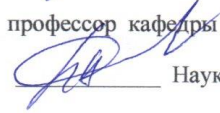
От ЮКУ им. М.Ауэзова

д.т.н, профессор



Жантасов К.Т.

профессор кафедры «БЖиЗОС»



Науkenова А.С.

профессор кафедры «НиН»



Турбекова Г.З.

докторант кафедры «БЖиЗОС»




Багова З.И.

Акт опытно-промышленных испытаний

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

ТОО «ИТБ ПБ»


Е.А. Сулькебаев



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по ИР и И

ЮКУ им. М. Ауэзова


С. Сулейменов



АКТ № 6 от 13.02.21

о проведении опытно-промышленных испытаний технологии извлечения оксидов свинца и цинка из шлаковых отходов свинцового производства

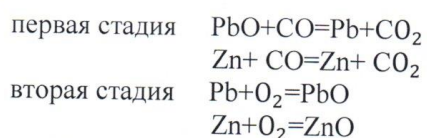
Мы, нижеподписавшиеся, представители ТОО «ИТБ ПБ» в лице директора Сулькебаева Е.А., и представители ЮКУ им.М.Ауэзова в лице д.т.н., профессора кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» («БЖиЗОС») Жантасова К.Т.; к.т.н., профессора кафедры «БЖиЗОС» Наукеновой А.С., к.т.н., профессора кафедры «НиН» Турбековой Г.З. и докторанта кафедры «БЖиЗОС» Баговой З.И. составили настоящий акт о том, что с 05.01.2020 года по 10.03.2020 года на технологической линии по переработке шлаков свинцового производства были проведены опытно-промышленные испытания разработанной технологии извлечения оксидов свинца и цинка из шлаковых отходов свинцового производства путем вдувания до 10% пылевидной фракции шлака в смеси с углеродсодержащим материалом.

Шлак свинцового производства представляет собой спекшийся материал с размером гранулообразной формы от 2 до 6 мм, содержащий небольшое количество класса до 10 мм с насыпным весом около 2 т/м³ и углом естественного откоса 35 градусов. Шлак свинцового производства содержит (%,%): свинца – 2-2,7; цинка – 9,5-10,3; меди – 0,9-1,1; железа – 25,0-25,6; оксида кремния – 24,3-25,0; оксида кальция – 16,0-16,4; калия – 1,0-1,8; серы – 1,0-1,7 и влаги до 3%.

Реализация предлагаемой технологии осуществляется следующим образом: из бункера шлака смеси с шихтой через питатель с приводом и течку производится загрузка барабанной вращающейся печи шихтовым материалом класса 1-10 мм с холодного конца печи, оснащенной топочной камерой. Требуемая температура в зоне высоких температур плавления материала поддерживается в пределах 1000-1150°C ± 20°C за счет сжигания природного газа через газогорелочное устройство, где над горелкой устроена форсунка для подачи смеси пылевидного материала из мелочи кокса и шлака класса 0-1 мм, подаваемых из бункера смеси пылевидных

углеродсодержащих материалов с помощью питателя с приводом и пневмокамерного насоса подачи пылевидного материала, при наличии факела от сжигания топлива в горелке с горячего (выгрузочного) конца барабанной вращающейся печи.

В процессе движения свинцового шлака в барабане печи и горения факела происходит извлечение свинца и цинка как из пылевидного материала, где транспортирующим объектом является сжатый воздух, так и из шихтового материала за счет образования оксидов цинка и свинца по реакциям:



На второй стадии процесса восстановителем свинца и цинка является избыток кислорода вдуваемого форсункой до 10% пылевидной фракции шлака и отсевов углеродсодержащих материалов с горячего конца в печь.

Полученная в барабанной вращающейся печи пылегазовая смесь поступает в газоотводную камеру, а затем в охлаждающую камеру. Из охлаждающей камеры охлажденный материал поступает в пылесадитель с рукавным фильтром. Осажденная в пылесадителе с рукавным фильтром пылевидная фракция материала окиси свинца и окиси цинка направляется в бункер фасовочного устройства, а очищенный дымовой газ после доочистки газов при помощи дымососа выбрасывается в атмосферу.

В испытываемой технологии непрерывного безуглеродного селективного извлечения цинка и свинца из пыли электросталеплавильного производства, содержащем не более 3% углерода, дополнительно используют шлак свинцового производства, подаваемый во вращающуюся барабанную печь двумя противоположно направленными потоками, дисперсность состава, содержащего шлак: 1 – 10 мм, мелочь кокса и внутренние вскрышные породы угледобычи в соотношении 1:0,2(3,8-4,5): с холодного конца барабанной вращающейся печи и пылевидную часть дисперсностью до 1 мм совместно с углеродсодержащим материалом дисперсностью до 1 мм с горячего конца барабанной печи, в соотношении пыль – кусковой материал 1: (9 – 9,5).

В технологии дополнительно к природному газу сжигаемому через газогорелочное устройство в качестве топлива используются углеродсодержащие материалы, химический состав которых показан в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав углеродсодержащих материалов

Наименование материала	Содержание компонентов (%,%)					
	Ссвобод.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S _{общ.}	Влага
Отсевы угледобычи	35-65	27-32	2,5-6,5	2,6-2,9	до 0,6	до 3
Мелочь кокса	85	2-4	2-3	1-2	до 4,0	до 3

Результаты опытно-промышленных испытаний показали, что представленная технология позволяет селективно получить порошки оксидов цинка и свинца без введения дополнительного восстановителя.


Анализируя результаты опытно-промышленных испытаний, мы пришли к выводу, что предлагаемая технология показала более полное и селективное извлечение оксидов свинца и цинка из шлаковых отходов свинцового производства по сравнению с другими методами.

При применении предлагаемого селективного способа извлечения цветных металлов будет улучшено экологическое состояние окружающей среды и снижено отрицательное влияние на здоровье людей, за счет утилизации токсичных шлаков свинцового производства.

При этом вносится весомый вклад в развитие системы рационального использования природных ресурсов, путем снижения топливно-энергетических ресурсов на 5-10% и природного сырья.

От ТОО «ИТБ ПБ»


инженер-технолог

 Есиркепов А.Р.

энергетик ТОО «ИТБ ПБ»

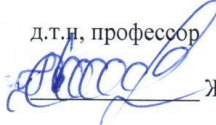
 Кульбаев Т.А.

зав.лаборатории ТОО «ИТБ ПБ»

 Сапарбек Г.

От ЮКГУ им. М.Ауэзова

д.т.н, профессор

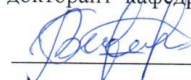
 Жантасов К.Т.
профессор кафедры «БЖиЗОС»

 Наукенова А.С.

профессор кафедры «НиН»

 Турбекова Г.З.

докторант кафедры «БЖиЗОС»

 Багова З.И.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Акты внедрения

Ф.7.07-14



АКТ №1 от 13.09.21

внедрения НИР ГБ НИР-21-07-04 «Разработка и создание экологически безопасной технологии переработки техногенных отходов фосфорного и свинцово-цинкового производств с получением целевых продуктов»

Настоящий акт составлен по итогам НИР, выполненным на кафедре «Химическая технология неорганических веществ» в 2020-2021 годах

Настоящим актом подтверждается, что результаты НИР в виде разработанной экологически безопасной технологии переработки техногенных отходов свинцово-цинкового производства прошли апробацию в международных рецензируемых научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus и Web of Science - «News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences» «Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук», «International Journal of Environmental Science and Technology», Springer (Germany); Международном авторском свидетельстве № ЕС-01-003041, депонированном во всех странах-участниках Бернской конвенции об охране литературных и художественных произведений (Берн, Швейцария), 24 ноября, 2020 г., докладах в международных научных конференциях – «ISARC 1. Конгресс по инновационным наукам», 21-22 мая 2021 г. Анкара, V международной научно-практической конференции «Промышленные технологии и инжиниринг», посвященной 75-летию Южно-Казахстанского Университета им. М. Ауэзова и 90-летию академика Сулейменова Султана Таширбаевича в рамках промышленной революции»

(краткое описание научных результатов)

Выполненные д.т.н. профессором кафедры «ХТНВ» Жантасовым К.Т., PhD-доктором «БЖиЗОС» Шапаловым П.К., профессором кафедры «НИН» Туребековой Г.З., докторантом кафедры «БЖиЗОС» Баговой З.И

(должность, степень, звание, ф.и.о.)

внедрены в учебный процесс:

в практические занятия дисциплины «Основы экологии и безопасности жизнедеятельности». Основы общей экологии. Понятие о биосфере. Обеспечение безопасности жизнедеятельности

(указывается наименование дисциплины)

Научный руководитель темы

К.Т. Жантасов

(подпись)

Директор ДАВ

А.С. Наукенова

(подпись)

Начальник отдела
координации научной деятельности ДАН

М. К. Серкебаев

(подпись)

Директор ДАН
У.Б. Назарбек

(подпись)



АКТ № 07 13.09.21

внедрения НИР ГБ НИР-21-07-04 «Разработка и создание экологически безопасной технологии переработки техногенных отходов фосфорного и свинцово-цинкового производств с получением целевых продуктов»

Настоящий акт составлен по итогам НИР, выполненным на кафедре «Химическая технология неорганических веществ» в 2020-2021 годах

Настоящим актом подтверждается, что результаты НИР в виде разработанной экологически безопасной технологии переработки техногенных отходов свинцово-цинкового производства прошли апробацию в V международной научно-практической конференции «Промышленные технологии и инжиниринг», посвященной 75-летию Южно-Казахстанского Университета им. М. Ауэзова и 90-летию академика Сулейменова Султана Таширбаевича в рамках промышленной революции». Международной научно-практической конференции «Вклад молодежного потенциала в модернизацию Казахстана», в международных рецензируемых научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus и Web of Science - «News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences» «Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук», «International Journal of Environmental Science and Technology», Springer (Germany); Международном авторском свидетельстве № ЕС-01-003041, депонированном во всех странах-участниках Бернской конвенции об охране литературных и художественных произведений (Берн, Швейцария), 24 ноября, 2020 г.

(краткое описание научных результатов)

Выполненные д.т.н. профессором кафедры «ХТНВ» Жантасовым К.Т., PhD-доктором «БЖиЗОС» Шапаловым Ш.К., профессором кафедры «НиН» Туребековой Г.З., докторантом кафедры «БЖиЗОС» Баговой З.И

(должность, степень, звание, ф.и.о.)

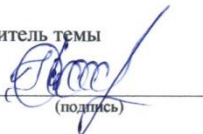
внедрены в учебный процесс:

в практические занятия дисциплины «Основы проектирования и оборудование производств». Оборудования и системы, применяемые при высокотемпературной обработке сырья и материалов. Вращающиеся барабанные печи

(указывается наименование дисциплины и ее разделы)

Научный руководитель темы

К.Т. Жантасов


(подпись)

Директор ДАВ

А.С. Наукунова


(подпись)

Начальник отдела
координации научной деятельности ДАН

М.К. Серкебаев


(подпись)

Директор ДАН

У.Б. Назарбек


(подпись)



АКТ № 3 от 13.08.21

внедрения НИР ГБ НИР-21-07-04 «Разработка и создание экологически безопасной технологии переработки техногенных отходов фосфорного и свинцово-цинкового производств с получением целевых продуктов»

Настоящий акт составлен по итогам НИР, выполненным на кафедре «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» в 2020-2021 годах

Настоящим актом подтверждается, что результаты НИР что результаты НИР в виде разработанной экологически безопасной технологии переработки техногенных отходов свинцово-цинкового производства прошли апробацию в международной научной конференции «International Social Sciences and Innovation Congress (Ankara), «Инновационные технологии в инженерии окружающей среды и агроэкосистемах» в серии конференций «E3S Web of Conferences», в международных рецензируемых научных журналах, индексируемые в базе данных Scopus и Web of Science - «News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences» «Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук», «International Journal of Environmental Science and Technology», Springer (Germany); Международное авторское свидетельство № EC-01-003041, депонированное во всех странах-участниках Бернской конвенции об охране литературных и художественных произведений (Берн, Швейцария), 24 ноября, 2020 г.

(краткое описание научных результатов)

Выполненные PhD-доктором «БЖиЗОС» Шапаловым Ш.К., к.т.н. профессором кафедры «БЖиЗОС» Науковой А.С., профессором кафедры «НиИ» Туребековой Г.З., докторантом кафедры «БЖиЗОС» Баговой З.И

(должность, степень, звание, ф.и.о.)

внедрены в учебный процесс:
в практические занятия дисциплины «Инженерные системы, сети и оборудование»
Инженерные системы защиты от различного загрязнения окружающей среды
(указывается наименование дисциплины и ее разделы)

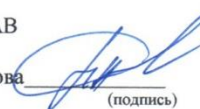
Научный руководитель темы

К.Т. Жантасов


(подпись)

Директор ДАВ

А.С. Науменова


(подпись)

Начальник отдела
координации научной деятельности ДАН

М. К. Серкебаев


(подпись)

Директор ДАН

У.Б. Назарбек


(подпись)

Келісіміз
ҒЖ және И.проректоры



Бекітемін
Оқу және ОӘЖ проректоры



АКТИ № 4.07.13.09.27

Оқу үдерісіне ҒЗЖ ГБ-21-07-04 "Максатты өнімдер ала отырып, фосфор және қорғасын-мырыш өндірістерінің техногендік қалдықтарын қайта өңдеудің экологиялық қауіпсіз технологиясын әзірлеу және жасау" м/б ҒЗЖ ендіру

(м/б ҒЗЖ атауы мен тақырыбының шифры)

Осы акт 2020-2021 жылдары "Тіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау" кафедрасында, ҒЗЖ қорытындысы негізінде құрастырылды

ІТБЕА 2021 "Инженерлік және агроэкожүйелердегі инновациялық технологиялар" Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында "E3S Web of Conferences" конференциялар сериясының "Экологиялық инженериядағы инновациялық технологиялар" секциясы, әдеби және көркем шығармаларды қорғау туралы Берн конвенциясына қатысушы барлық елдерде (Берн, Швейцария) депозиттелген № ЕК-01-003041 халықаралық авторлық куәлігі, Халықаралық ғылыми конференциялардың баяндамаларында - "ISARC 1. Инновациялық ғылымдар бойынша конгресс", 21-22 мамыр 2021 ж. Анкара, Scopus және Web of Science деректер базасында индекстелетін халықаралық рецензияланатын ғылыми журналдарда - "Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым академиясының жаңалықтары. Геология-техникалық ғылымдар сериясы", "Экологиялық ғылымдар мен технологиялардың халықаралық журналы", Springer (Германия) ҒЗЖ нәтижесі осы актімен расталады.

(ғылыми нәтижелердің қысқаша сипаттамасы)

Орындаған т.ғ.к., "Т Қ Қ О Қ" кафедрасының профессоры Наукенова А. С., PhD-докторы Шапалов Ш. Қ. "Мұнай-химия және мұнай өңдеу" кафедрасының профессоры Түребекова Г. З., "Т Қ Қ О Қ" кафедрасының докторанты Багова З. И

(қызметі, дәрежесі, атағы, Т.А.Ә.)

оқу лабораториялық барысында «Енбекті қорғау», дәріс 13. Өрт қауіпті бөлмелердің жабдықтары

(пәннің атауы мен оның бөлімі көрсетіледі)

Тақырыптың ғылыми жетекшісі

К.Т. ЖАНТЗОВ
(Т.А.Ә., қолы)

Ғылыми қызметті үйлестіру

бөлімінің басшысы

Серкебаев М.К.

(Т.А.Ә., қолы)

АМЖД директоры

Наукенова А.С.

(Т.А.Ә., қолы)

АҒД директоры

Назарбек У.Б.

(Т.А.Ә., қолы)

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Сертификаты



Valencia (Spain), April 29th 2021

CERTIFICATE

SUCCESSFUL COMPLETION OF

INTERNSHIP SCIENTIFIC RESEARCH PROGRAM AT THE UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA,

AWARDED TO

BAGOVA ZARINA

PhD student of M. Auezov South Kazakhstan University (Kazakhstan) – Universitat Politècnica de València (Spain)

The scientific research internship program at Universitat Politècnica de València

took place from March 29th 2021 to April 29th 2021



Professor JAVIER RODRIGO ILARRI, PhD
Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente
ETSI Caminos Canales y Puertos
Universitat Politècnica de València

 EUROPEAN CONFERENCE

DIPLOMA OF THE FIRST DEGREE

Awarded

Bagova Zarina

IV International Scientific and Practical Conference
«ACTUAL PROBLEMS OF PRACTICE AND SCIENCE
AND METHODS OF THEIR SOLUTION»
January 31 – February 02, Milan, Italy

Chairman of the Organizing Committee



Ekaterina Zvereva

Milan, Italy 2022

isarc

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

CERTIFICATE

of participant

This is to certify that

Zarina BAGOVA

In oral and technical presentation, recognition and appreciation of research contributions to
1. INTERNATIONAL HEALTH SCIENCES, BIOMEDICAL AND INNOVATIVE
APPROACH CONGRESS 21-22 May 2021/ Ankara
with the paper entitled

“ Prospective Utilization Of Technogenic Slag Waste From A Lead Plant “

Uzm. Yasemin AĞAOĞLU
General Coordinator

Sefa Salih BILDIRICI
HEAD OF ISARC

РОСТОВ-НА-ДОНУ

Международная научно-практическая конференция

«Мировые научные исследования:
пути совершенствования, разработки и практические внедрения»

СЕРТИФИКАТ

certificate

Багова

фамилия

Зарина

имя

Илесовна

отчество

Директор издательства «ПРИОРИТЕТ»

Ж. С. Тихонова
М.П.

31 января 2022 г.

