

## АННОТАЦИЯ

диссертационной работы **Пазыловой Даны Темирбековны** на тему «Разработка технологии извлечения хлоридов цветных металлов из шлаков свинцового производства с использованием дистиллерной жидкости», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072000-«Химическая технология неорганических веществ»

**Актуальность исследуемой темы.** В современных условиях, когда во всём мире с особой остротой встал вопрос о защите окружающей природной среды от вредных производственных воздействий, большее значение приобретают исследования в области переработки различных отходов, в частности свинцовых шлаков и отхода производства кальцинированной соды – дистиллерной жидкости.

В настоящее время проблема утилизации дистиллерной жидкости довольно остро стоит во всех странах, производящих соду по аммиачному методу. Применяемые технологии переработки, утилизации и использования данного отхода решают проблему только отчасти, ввиду большого количества образующихся отходов, так при получении 1 т кальцинированной соды образуется 9-10м<sup>3</sup> дистиллерной жидкости. Вследствие этого, в основном происходит накопление отходов в шламонакопителях или осуществляется сброс в водоемы, расположенные неподалеку от действующих производств.

Вместе с тем в металлургической отрасли РК в производстве свинца накопилось значительное количество отвальных шлаков, которые на сегодняшний день практически не нашли полной утилизации и оказывают вредное экологическое воздействие на окружающую среду. В целом в Казахстане общее количество отходов цветной металлургии достигает более 5 млрд. т.

В этой связи предлагаемая нами комплексная безотходная технология переработки отвального свинцового шлака с использованием дистиллерной жидкости в качестве хлорагента для извлечения цветных металлов в виде неорганических хлоридов и одновременного получения теплоизоляционного материала является актуальной и своевременной.

**Цель и задачи исследования.** Научное обоснование безотходной переработки дистиллерной жидкости и отвальных шлаков свинцового производства с одновременным извлечением неорганических хлоридов цветных металлов и получением теплоизоляционного материала.

Для достижения цели исследования были решены следующие научные задачи:

- проведение анализа современного состояния формирования, использования и переработки дистиллерной жидкости и отвальных Zn- Pb- Cu содержащих шлаков.

- физико-химические исследования дистиллерной жидкости содового производства и свинцовых шлаков.

- выполнение термодинамического моделирования взаимодействия компонентов дистиллерной жидкости и техногенного отхода.

- исследование кинетических закономерностей и особенностей механизма хлоридовозгонки неорганических хлоридов цветных металлов из отвального шлака в присутствии дистиллерной жидкости.

**Объекты исследования.** Отход производства кальцинированной соды - дистиллерная жидкость отвальный шлак свинцового производства, неорганические хлориды цветных металлов.

**Методы исследования.** В диссертационной работе был использован метод термодинамического моделирования (полный термодинамический анализ) с применением программного комплекса HSC-5.1 Chemistry разработанного Outokumpu Research Oy, основанного на принципе минимума энергии Гиббса. Кинетические исследования и математическое планирование экспериментов выполнены с использованием метода рототабельного планирования исследований второго порядка - методом Бокса-Хантера; Достоверность результатов экспериментов обеспечивалась применением современных технических средств физико-химического анализа-растрового электронного микроскопа (РЭМ) марки JEOL, ИК-Фурье спектрометра Shimadzu IR Prestige-21, рентгено-фазового анализатора ДРОН-3, дифференциально-термического анализа (Q-дериватограф), масс-спектрометре МСХ-3А.

**Связь с планом научно-исследовательских работ.** Работа выполнялась в соответствии с планом научно-исследовательских работ кафедры «Технология неорганических и нефтехимических производств» Южно-Казахстанского университета имени М.Ауэзова по госбюджетным НИР на 2016-2020 гг. Б-16-02-03 «Исследования по созданию альтернативно-инновационных технологий обогащения сырья и получения продуктов синтеза неорганических соединений из природных рудно-минеральных ресурсов и техногенных отходов различных отраслей промышленности» и на 2021-2025 гг. Б-21-03-02 «Разработка новых перспективных технологий и усовершенствование традиционных технологий получения неорганических продуктов, экологически безопасных удобрений и стимуляторов роста растений на основе минерального сырья и техногенных отходов».

#### **Научная новизна исследования:**

- установлена температура начала равновесной хлоридовозгонки свинца, цинка, меди из отвальных свинцовых шлаков с использованием дистиллерной жидкости;
- найдено, что в равновесных условиях увеличение степени хлоридовозгонки неорганических хлоридов металлов наблюдается в следующем ряду  $PbCl_2 > ZnCl_2 > CuCl$ ;
- установлены кинетические закономерности хлоридовозгонки свинца, цинка, меди и определены факторы, влияющие на процесс возгонки;

- определено, что процессы хлоридовозгонки протекают в кинетическом режиме и для их интенсификации необходимо увеличение температуры;
- установлена «кажущаяся» энергия активации периода зарождения реакции, которая для хлоридовозгонки свинца составляет 162 кДж/моль, меди – 140 кДж/моль.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- результаты термодинамического моделирования взаимодействия компонентов дистиллерной жидкости с основными соединениями характерными для отвальных свинцовых шлаков.
- результаты кинетических исследований и основные закономерности образования и извлечения неорганических хлоридов свинца, цинка, меди при взаимодействии отвальных свинцовых шлаков с дистиллерной жидкостью.
- результаты укрупненно-лабораторных испытаний окислительно-хлорирующего обжига отвальных свинцовых шлаков с дистиллерной жидкостью с извлечением неорганических хлоридов цветных металлов.
- расчет основных экономических показателей извлечения неорганических хлоридов свинца, цинка, меди из отвальных свинцовых шлаков с использованием дистиллерной жидкости.

#### **Практическая значимость:**

- в укрупненно-лабораторном масштабе установлено, что хлоридовозгонным способом из шлаков свинцового производства в присутствии дистиллерной жидкости возможно извлечь в виде неорганических хлоридов 92,9% цинка, 88,3% свинца и 87,5% меди; Огарок после обжига содержащий 0,08% цинка, 0,03 % свинца и 0,06% меди можно использовать в качестве теплоизоляционного материала.
- на основе теоретических, экспериментальных и укрупненно-лабораторных исследований предложена технологическая схема комплексной переработки отвальных свинцовых шлаков, дистиллерной жидкости и получение теплоизоляционного материала;
- по предложенной технологии получены 2 патента на полезную модель РК (№3154 от 17.09.2018. Способ переработки свинецсодержащих шлаков; №4038 от 04.06.2019 Способ переработки свинецсодержащих шлаков).
- выполненные предварительные технико-экономические расчеты показывают, что себестоимость переработки 1т шлака с извлечением неорганических хлоридов свинца, меди, цинка с одновременным получением теплоизоляционного материала во вращающейся печи составляет 9700 тенге, а прибыль - 6915тенге.
- проведены испытания резервного варианта извлечения неорганических хлоридов металлов из шлаков свинцового производства в присутствии дистиллерной жидкости агломерационно-хлорирующим обжигом;

### **Степень достоверности и апробация результатов.**

Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:

- термодинамическое моделирование на основе многофункционального программного комплекса HSC-5.1, 6 Chemistry.
- рототабельный метод планирования экспериментов второго порядка (план Бокса-Хантера).
- современные методы обработки результатов кинетических исследований.
- укрупненно-лабораторные испытания проведены на современной установке изготовленной ООО «Уралэлектропечь», оснащенной необходимыми приборами для контроля технологического режима, а также устройством для автоматического управления процессом.

Степень достоверности подтверждается достаточной степенью совпадения результатов термодинамического анализа, кинетики и укрупненно-лабораторных испытаний изученных процессов.

Предлагаемая технология извлечения неорганических хлоридов цветных металлов прошла апробацию укрупненно-лабораторными испытаниями в научно-исследовательской лаборатории «Перспективные металлургические технологии» при ЮКУ имени М.Ауэзова.

**Личный вклад докторанта** заключается в анализе литературных данных по теме диссертационного исследования, выборе методов исследования и анализа, проведении термодинамических, кинетических и экспериментальных исследований, математической и статистической обработке, интерпретации и обобщении результатов.

**Публикации по теме диссертации.** Основные положения выполненных диссертационных исследований отражены в 10 научных публикациях, в том числе 1 в международном научном журнале, входящем в базу данных Scopus, 4 в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНиВО РК, 5 статьи опубликованы в материалах международных конференций. По результатам исследований получены 2 патента на полезную модель РК.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 108 страницах машинописного текста, содержит 16 таблиц, 65 рисунка. Работа состоит из введения, 6 разделов, заключения, списка использованных источников из 113 наименований и 4 приложений.