

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на тему:

**«РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ
ТЕХНОЛОГИИ СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СВИНЦОВЫХ
ПОЛУПРОДУКТОВ, ОБОРОТНЫХ МАТЕРИАЛОВ
И ВЫСОКОСЕРНИСТОГО МЕДНО-ЦИНКОВОГО КОНЦЕНТРАТА»,**
представленной на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D070900 – «Металлургия»
ЖОЛДАСБАЙ ЕРЖАН ЕСЕНБАЙУЛЫ

Целью диссертационной работы является разработка новой ресурсосберегающей, адаптированной к широким вариациям типа и состава исходного сырья, экологически чистой окислительно-восстановительной барботажной технологии совместной переработки накопленных некондиционных полупродуктов, оборотных материалов, шлаков и трудно перерабатываемого медно-цинкового концентрата с высоким извлечением ценных металлов в целевые продукты.

Объект исследования – некондиционные полупродукты и оборотные материалы свинцового производства, трудно перерабатываемый медно-цинковый концентрат.

Предметом исследования является исходная шихта, включающая некондиционные полупродукты и оборотные материалы свинцового производства, а также многокомпонентная шлаковая система, насыщенная оксидом меди: $\text{Cu}_2\text{O}-\text{FeO}-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$.

Задачи исследования:

– установление распределения меди, свинца, мышьяка и сурьмы между продуктами шахтной сократительной плавки в условиях ТОО «Казцинк». Определение форм нахождения меди, свинца, цинка, мышьяка и сурьмы в продуктах шахтной сократительной плавки;

– изучение термодинамики равновесия сложной системы медно-свинцовый штейн – железосиликатный шлак – газовая фаза в условиях контролируемых значений парциального давления кислорода (P_{O_2}) и серы (P_{S_2}). Определение растворимости меди, свинца, мышьяка и сурьмы в сложной многокомпонентной оксидной системе $\text{Cu}_2\text{O}-\text{FeO}-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$;

– выбор и обоснование оптимального состава шлака, обеспечивающий минимальные потери меди и свинца со шлаком. Состав шлака, % масс: 26-28 SiO_2 , 8-10 CaO , $\text{FeO}/\text{SiO}_2 = 0.8 \div 0.9$;

– исследование температуры ликвидус, вязкости и растворимости оксида меди в сложной многокомпонентной шлаковой системе $\text{Cu}_2\text{O}-\text{FeO}-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$.

– выбор и обоснование оптимального состава исходной шихты с установлением распределения цветных и сопутствующих металлов при совместной плавке свинцовых полупродуктов, оборотных материалов и трудно перерабатываемого медно-цинкового концентрата.

Методы исследования. Использованное оборудование при проведении экспериментальных исследований: вибрационная дробилка 75Т-ДР, электронные весы для взвешивания массы компонентов Shimadzu ELB 1200, высокотемпературная электропечь SNOL, система подачи инертного газа.

Оборудование, использованное при изучении химического и минералогического состава, микроструктуры: сканирующий электронный микроскоп JSM 5910 и X-ray powder diffraction (XRD, Rigaku TTRAXIII), оптический микроскоп «Neophot 32» и рентгеновский аналитический микронзонд – микроскоп «РАМ 30–g», хроматограф Кристалл 2000М.

Основные положения (доказанные научные гипотезы и другие выводы, являющиеся новыми знаниями), выносимые на защиту:

– новая установка и динамический метод газового потока для исследования термодинамического равновесия сложной многокомпонентной системы медно-свинцовый штейн – шлак – газовая фаза с определением растворимости меди, свинца, мышьяка и сурьмы в шлаке при контролируемых значениях P_{O_2} и P_{S_2} ;

– выбор и обоснование нового состава шлака, обеспечивающий минимальную растворимость меди и свинца в нем в зависимости от изменения состава медно-свинцового штейна;

– новые результаты по температуре ликвидус, вязкости и растворимости оксида меди в сложной многокомпонентной шлаковой системе $Cu_2O-FeO-SiO_2-CaO-Al_2O_3$;

– выбор и обоснование оптимального состава новой исходной шихты шахтной сократительной плавки;

– новые результаты по распределению цветных и сопутствующих металлов при совместной переработке некондиционных полупродуктов и оборотных материалов свинцового производства с трудно перерабатываемым медно-цинковым концентратом.

Описание основных результатов исследования.

- разработана новая установка и методика по изучению равновесия сложных многокомпонентных систем: медно-свинцовый штейн – шлак – газовая фаза, металл – шлак – газ в условиях контролируемых значений P_{O_2} , P_{S_2} . Изучен механизм перехода меди и свинца из сложного медно-свинцового штейна в шлак, определены значения растворимости меди и свинца из медно-свинцового штейна в шлак в зависимости от изменения состава штейна;

- впервые получены новые данные по температурам ликвидус, вязкости и растворимости оксида меди в многокомпонентной системе $Cu_2O-FeO-SiO_2-CaO-Al_2O_3$, насыщенной оксидом меди. Определен оптимальный состав шлака, % масс: 26-28 SiO_2 , 8-10 CaO , $FeO/SiO_2 = 0.8 \div 0.9$, обеспечивающий минимальные потери меди и свинца. Установлено, что при плавке новой шихты на оптимальный состав шлака достигается рост извлечения цинка в шлак с 80% по существующей технологии до 95%, с уменьшением

растворимости меди и свинца в шлаке с 0,8 до 0,3% и с 1,8 до 0,5%, соответственно;

- получены новые данные по распределению Cu, Pb, Zn, As, Sb и их соединений между продуктами плавки при совместной плавке высокосернистого медно-цинкового концентрата с полупродуктами и оборотными материалами свинцового производства. Установлено, что наилучшие результаты по извлечению цветных металлов в целевые продукты достигаются при расходе концентрата, равном 30% (от веса шихты). Селективное извлечение металлов в целевые продукты составило: меди в штейн – до 96%, против 88% по сравнению с существующей технологией; свинца в черновой свинец – 94%, против 60,8%; цинка в шлак – 94,7%, против 80,7%; мышьяка и сурьмы в пыль – 92,3 и 91%, против 69,5% и 59,8%, соответственно.

- на основании укрупненно-лабораторных испытаний установлены основные оптимальные параметры технологии и даны технологические рекомендации для практики. Получены высокие показатели по извлечению свинца в черновой свинец – 92,0 %; меди в товарный штейн – 96,0 %; мышьяка, сурьмы в пыль – 91 и 89%, соответственно.

Обоснование новизны и важности полученных результатов.

В настоящее время при переработке некондиционных полупродуктов и оборотных материалов ни на одном из существующих технологических процессов не достигается высокого извлечения ценных металлов в целевые продукты. Не обеспечивается достаточно глубокой возгонки мышьяка и сурьмы в пыль, что снижает их вывод из основного производства. Растет их накопление в основном производстве, вследствие чего повышаются материальные и энергетические затраты на производство свинца и меди, снижается качество получаемых продуктов, увеличивается отрицательная нагрузка на окружающую среду.

Разработанная в работе новая ресурсосберегающая, адаптированная к широким вариациям типа и состава исходного сырья, экологически чистая окислительно-восстановительная технология совместной переработки накопленных некондиционных полупродуктов, оборотных материалов, шлаков и трудно перерабатываемого медно-цинкового концентрата позволяет достичь высокого извлечения ценных металлов в целевые продукты. При этом обеспечивается одновременный вывод мышьяка и сурьмы из основной технологической цепи за счет глубокой их возгонки в пыль.

Использование разработанной технологии, наряду с прямой переработкой трудно перерабатываемого медно-цинкового концентрата, обеспечивает дополнительное высокое извлечение меди в штейн, и цинка в шлак. Использование медно-цинкового концентрата в качестве сульфидизатора улучшает качество получаемых продуктов и снижает при плавке расход дорогостоящего кокса в два раза по сравнению с существующей технологией.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам.

Современное состояние переработки свинцовых полупродуктов и оборотных материалов не обеспечивает достижения высоких технологических показателей. Существующая технология переработки некондиционных полупродуктов и оборотных материалов на ТОО «Казцинк» базируется на шахтной сократительной плавке. При плавке исходной шихты шахтной сократительной плавки, значительные объемы цветных, благородных, а также сопутствующих вредных металлов-примесей (As, Sb) циркулируют в технологической цепи «плавка-конвертирование». В результате ценные металлы размазываются по продуктам плавки, а сопутствующие металлы-примеси (As, Sb) накапливаются в технологической цепи, что снижает качество получаемых продуктов, повышает негативное влияние на окружающую среду и безопасность жизнедеятельности рабочих. Существующая технология направлена исключительно на извлечение основных металлов - меди и свинца. При этом извлечение меди в штейн низкое, и составляет ~83%. Извлечение свинца в черновой свинец едва достигает до уровня 60%. Низкое извлечение свинца объясняется высоким его содержанием в штейне (до 30%) и шлаке (до 1,7%). Процесс сопровождается большим расходом дорогостоящего кокса и выходом шлака (до 60% от веса загружаемой шихты), высокими энерго- и материальными затратами. Выход пыли составляет ~15% от веса загружаемой шихты и характеризуется высоким содержанием цветных металлов, %: Pb - 20; Cu -6-7; Zn - до 10. Вследствие отсутствия благоприятных условий для глубокой возгонки мышьяка и сурьмы, их извлечение в пыль низкое и составляет 70% и 57%, соответственно. Сложный состав получаемых штейнов, характеризующийся высоким содержанием Pb до 25%, As-до 2% и Sb ~1,5%, затрудняет дальнейшую их переработку конвертированием и повышает энерго- и материальные затраты процесса. Ключевая задача диссертационной работы – решение вопроса комплексного использования сырья с установлением оптимальных технологических решений и подходов новой технологии, обеспечивающей высокое извлечение ценных металлов в целевые продукты.

Диссертационная работа выполнена в рамках государственных грантов фонда науки МОН РК по проекту: № AP05130595 «Разработка новой высокотехнологичной барботажной технологии прямого извлечения свинца, меди, цинка и редкоземельных металлов в товарные продукты из некондиционных полупродуктов и оборотных материалов свинцового производства» на 2018-2020 г. и по проекту: «Разработка высокотехнологичной безотходной технологии для утилизации текущих и накопленных шлаковых отходов цветной металлургии с получением товарных продуктов», выполненному в рамках программы № 2018/BR05235618 «Модернизация технологий и производств в горнодобывающей и горноперерабатывающей отраслях Республики Казахстан» на 2018-2020 г.

Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации.

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач работы, проведении исследований, обработке и анализе результатов, формулировании выводов, написании статей и тезисов докладов.

По теме диссертационной работы опубликовано 21 научных работ, в том числе: 3 статьи в научных журналах, входящих в базу данных Web of Science; 2 статьи в научных журналах, входящих в базу данных Scopus; 2 статьи в научных журналах, входящих в базу данных РИНЦ; 5 статей в научных журналах, рекомендованных КОКСОН МОН РК.

По результатам работы получены 2 патента РК.

Основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на Международных научно-практических конференциях:

1. Жолдасбай Е.Е., Досмұхамедов Н.Қ. Шахталық қысқартып балқыту процесінің математикалық моделі // «Индустрия 4.0 жағдайында минералды және техногенді шикізатты тиімді пайдалану» Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының Еңбектер жинағы. 14-15 наурыз, 2019. Алматы. – 478-493 б.

2. Жолдасбай Е.Е., Досмұхамедов Н.К. Влияние состава шлака на потери меди, свинца при плавке медь-, свинец содержащего сырья // Тр. Международной научной конференции «Наука и инновации – современные концепции». 21 февраля, 2019. Москва. – С. 139-154.

3. N. Dosmukhamedov, E. Zholdasbay, V. Kaplan Partitioning of Cu, Pb, Zn and As following high temperature treatment of smelter slag // IX International science conference The latest research in modern science: experience, traditions and innovations. 20-21 June, 2019, Morrisville, North Caroline, USA. – P. 34-42

4. Dosmukhamedov N., Zholdasbay E. Model of oxide solubility of copper and lead in slag of reduction smelting of copper -, lead-containing raw materials // The 5th International scientific and practical conference Dynamics of the development of world science. January 22-24, 2020. Vancouver, Canada. –P.78-90.

5. Dosmukhamedov N., Kaplan V., Zholdasbay E. Cu, Pb, Zn And As Distribution in the Slag Treatment Process // 11th International Conference on Molten Slags, Fluxes and Salts. 21-25 February 2021, Seoul, Korea.