

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на тему:

«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНВЕРТИРОВАНИЯ МЕДНО-СВИНЦОВЫХ ШТЕЙНОВ СУЛЬФИДИРОВАНИЕМ»,

представленной на соискание степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе 8D07204 – «Металлургическая инженерия»
АРҒЫН АЙДАРА ӘБДІЛМӘЛКҰЛЫ

Целью диссертационной работы является совершенствование технологии конвертирования медно-свинцовых штейнов путем прямой переработки высокосернистого медного концентрата в конвертерах совместно со штейном и одновременного его использования в качестве сульфидизатора, обеспечивающей глубокое извлечение меди в черновую медь и сопутствующих металлов-примесей (свинца, мышьяка, сурьмы и др.) – в пыль.

Объект исследования – процесс конвертирования медно-свинцовых штейнов УК МК ТОО «Казцинк».

Предмет исследования – теоретические и практические особенности процесса конвертирования медно-свинцовых штейнов в условиях ТОО «Казцинк»; термодинамика медно-свинцовых штейнов; физико-химические закономерности, протекающие при взаимодействии компонентов медно-свинцового штейна с высокосернистым медным концентратом; распределение металлов между продуктами конвертирования при совместной переработке штейнов с высокосернистым медным концентратом.

Задачи исследования:

- на основании системного анализа современного состояния конвертирования медных и полиметаллических штейнов проведение выбора совершенствования процесса конвертирования медно-свинцовых штейнов и научное обоснование направления исследований. Установление ключевых проблем конвертирования медно-свинцовых штейнов в ТОО «Казцинк», снижающие качество получаемых продуктов.

- проведение исследований по формам нахождения металлов и поведения меди, свинца и сопутствующих металлов-примесей (Pb, As, Sb) при конвертировании медно-свинцовых штейнов в условиях ТОО «Казцинк».

- изучение термодинамики равновесия системы медно-свинцовый штейн – газовая фаза в условиях контролируемых значений P_{O_2} и P_{S_2} , характерных для процесса конвертирования промышленных штейнов.

- исследование растворимости кислорода в медно-свинцовых штейнах с установлением количественных соотношений вюстита (FeO) и магнетита (Fe₃O₄) в них.

- разработка технологии конвертирования медно-свинцовых штейнов совместно с высокосернистым медным концентратом.

- проведение технико-экономической оценки с расчетом экономической эффективности новой технологии, полученной от конвертирования медно-свинцовых штейнов совместно с высокосернистым медным концентратом.

Методы исследования. В работе использован комплексный подход, объединивший использование современных подходов к термодинамическим расчетам и новых методов исследования с применением технических средств и приборов высокой точности: атомно-абсорбционный анализ (спектрометр PinAAcle, фирмы PerkinElmer), оптический эмиссионный анализ (спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Agilent 710 ES), термогравиметрический анализ (анализатор фирмы MettlerToledo), рентгенофазовый анализ (рентгеновский дифрактометр X'Pert PRO производства компании PANalytical), структурный анализ (растровый электронный микроскоп JSM-6390LV производства компании «JEOL Ltd.»), ИК-спектроскопический анализ (ИК спектрометр FT-801 фирмы Simex).

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

– Результаты термодинамического анализа реакций, протекающих при совместной переработке медно-свинцовых штейнов совместно с высокосернистым медным концентратом.

– Результаты исследований по распределению меди, свинца, мышьяка и сурьмы между продуктами, полученными в условиях конвертирования медно-свинцовых штейнов совместно с высокосернистым концентратом.

– Кинетические закономерности возгонки мышьяка, сурьмы и свинца в условиях конвертирования медно-свинцовых штейнов совместно с медным концентратом.

– Термодинамика системы Cu–Pb–Fe–S–O в условиях контролируемых значений P_{O_2} и P_{S_2} . Результаты по растворимости кислорода в медно-свинцовых штейнах.

– Оптимальные параметры и технологические показатели новой технологии конвертирования медно-свинцовых штейнов путем прямой переработки высокосернистого медного концентрата в конвертерах и одновременного его использования в качестве сульфидизатора.

Описание основных результатов исследования

– Получены новые данные по растворимости кислорода в медно-свинцовых штейнах. Впервые установлены количественные соотношения FeO и Fe₃O₄ в медно-свинцовых штейнах и рекомендован механизм их образования. Установлено, что снижение содержания PbS в медно-свинцовых штейнах ведет к росту содержания FeO и снижению Fe₃O₄. Показано, что при повышенных концентрациях PbS происходит замещение анионов кислорода, связанного в вюстит, на анионы серы, связанные в PbS. Кислород, связанный в магнетит, практически серой не замещается. Построены количественные математические

модели, прогнозирующие содержания FeO и Fe_3O_4 в реальных медно-свинцовых штейнах в зависимости от изменения их состава.

– На основании термодинамического анализа реакций взаимодействия компонентов высокосернистого медного концентрата с медно-свинцовым штейном показана возможность использования концентрата в качестве сульфидирующего агента для улучшения качества конвертерного шлака и черновой меди. При конвертировании медно-свинцовых штейнов совместно с высокосернистым медным концентратом достигнуто высокое извлечение Pb , Zn , As и Sb в пыль: 97,62; 95,77; 91,0 и 75 %, соответственно. Содержание меди в шлаке снижается с 2,5 масс. до 1,3 % масс.; магнетита – с 18 до 10 масс. %.

– Впервые построены математические модели, позволяющие прогнозировать распределение металлов и температуру процесса конвертирования медно-свинцовых штейнов совместно с высокосернистым медным концентратом в зависимости от состава исходных и полученных продуктов, а также продолжительности процесса.

Обоснование новизны и важности полученных результатов.

Современное состояние производства меди характеризуется тем, что в переработку вовлекается сырье с низким содержанием цветных и повышенным содержанием сопутствующих вредных металлов-примесей. Это привело к получению сложных по составу полиметаллических штейнов с высоким содержанием вредных примесей. Дальнейшая их переработка конвертированием привела к росту эмиссий вредных веществ в атмосферу и увеличила нагрузку на окружающую среду и здоровье людей. С технологической точки зрения значительно снизилось качество продуктов конвертирования – черновой меди, конвертерных шлаков и пыли за счет концентрирования в них сопутствующих металлов-примесей. Особую актуальность данная проблема приобретает в условиях конвертирования медно-свинцовых штейнов свинцового производства на ТОО «Казцинк», где штейны характеризуются повышенным содержанием вредных металлов-примесей: до 25 % свинца, до 4 % мышьяка и до 1,0 % сурьмы. В результате конвертирования таких штейнов получают черновую медь с низким содержанием меди (96-98 %) и высоким содержанием примесей (As , Sb , Pb и др.). Оборотные конвертерные шлаки 1-го периода конвертирования содержат до 35 % свинца, до 3 % меди и до 1,5 % (в сумме) мышьяка и сурьмы. Ввиду отсутствия альтернативного способа переработки медно-свинцовых штейнов, конвертирование остается основным переделом получения черновой меди в общей технологической схеме медного и свинцового производства УК МК ТОО "Казцинк".

Разработанная в работе новая технология конвертирования медно-свинцовых штейнов позволяет значительно повысить качество продуктов конвертирования за счет глубокого извлечения меди в черновую медь, а сопутствующих металлов-примесей (свинца, мышьяка, сурьмы и др.) – в пыль, путем прямой переработки высокосернистого медного концентрата в

конвертерах совместно со штейном и одновременного его использования в качестве сульфидизатора.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам.

Проведенный научно-технический анализ существующей технологии конвертирования медно-свинцовых штейнов показал низкое извлечение меди в черновую медь ~80 % и перераспределение Pb, As, Sb между продуктами конвертирования в сторону ухудшения, что повлияло на снижение качества получаемых продуктов. Показано, что низкое извлечение меди обусловлено повышенным до 15 % распределением меди в конвертерный шлак, и незначительным, до 5 %, ее переходом в пыль. Распределение свинца в черновую медь ~1,5 %. При этом извлечение свинца в пыль находится на низком уровне и составляет 40 %. До 60 % свинца от общего его количества концентрируется в конвертерном шлаке. Несколько иначе обстоит дело с распределением мышьяка и сурьмы. Основная часть мышьяка до 70 %, переходит в пыль. В конвертерном шлаке концентрируется 22 %, оставшаяся часть – 7 %, распределяется в черновую медь. В черновую медь переходит 26,2 % сурьмы, что в четыре раза превышает аналогичный показатель мышьяка. В результате низкой возгонки сурьмы ее распределение в пыль незначительно, и составляет всего лишь 40 %. Оставшаяся часть сурьмы - до 36 %, концентрируется в конвертерном шлаке.

Диссертационная работа выполнена в рамках государственного гранта 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.

Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации

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

По теме диссертации опубликованы 7 научных работ в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК, в том числе: в базе данных WOS – 1 статья, в базе данных Scopus – 2 статьи, в базе РИНЦ – 1 статья, в журналах, рекомендованных КОКСОН МОН РК – 3 статьи.

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

1. Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E., Kurmanseitov M.B., Argyn A.A., Abzhan K. Research of influence of temperature and partial pressure of oxygen on the solubility of copper and lead in slags. International Conference Process Management and Scientific Developments. Birmingham, United Kingdom, December 19, 2019. P.139-149.

2. Досмухамедов Н.К., Аргын А.А., Жолдасбай Е.Е. Поведение соединений меди и сопутствующих металлов-примесей в процессе конвертирования медно-свинцовых штейнов. Сб. научных статей Межвузовского научного конгресса «Высшая школа: Научные исследования». Москва. 2020. С.127-139.

3. Досмухамедов Н.К., Егизеков М.Г., Аргын А.А., Жолдасбай Е.Е. To the Thermodynamics of Copper-lead matte. International University Science Forum Science Education Practice. Part 1. Toronto, Canada. 2020. P.167-175.

4. Dosmukhamedov N.K., Zholdasbay E.E., Argyn A.A. Losses of copper and precious metals with slag in mine smelting of copper-, lead containing raw materials. Collection of scientific papers on materials X International Scientific Conference General question of world science. Amsterdam, 31.07.2020. P. 22-30.

5. Dosmukhamedov N.K., Kaplan V.A., Zholdasbay E.E., Argyn A.A. Cu, Pb, Zn And As Distribution In The Slag Treatment Process. MOLTEN 21, 11th International Conference on Molten Slags, Fluxes and Salts. 21-25 Feb. 2021, Seoul, Korea.