

6
A 67

Министерство высшего и среднего специального образования

Р С Ф С Р

Уральский ордена Трудового Красного Знамени политехнический
институт имени С.М.Кирова

На правах рукописи

И.И. КЕРШАНСКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОГО
СПОСОБА ПЕРЕРАБОТКИ СЕРЕБРИСТОЙ ПЕНЫ И ЕГО ВНЕДРЕНИЕ
В СВИЩОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

(Диссертация напечатана на русском языке)

Специальность № 05.322 - металлургия цветных, благородных
и редких металлов

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Свердловск

1971

II56

Работа выполнена в лаборатории пиromеталлургии Всесоюзного ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского горно-металлургического института цветных металлов.

Научный руководитель - заслуженный деятель науки и техники РСФСР, академик АН Каз.ССР, профессор, доктор технических наук В.И.Смирнов.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор Окунев А.И., кандидат технических наук И.П.Паздников.

Ведущее предприятие - Лениногорский ордена Трудового Красного Знамени полиметаллический комбинат.

Автореферат разослан "15" ноября 1971 г.

Защита состоится "20" декабря 1971 г.

на заседании Ученого Совета по присуждению ученых степеней по металлургии цветных и редких металлов УПИ имени С.М.Кирова.

Отзывы и замечания просим направлять по адресу: г.Свердловск, К-2, Втузгородок, УПИ им.С.М.Кирова, Ученому секретарю Совета института, тел. 54-85-74.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

В.И.Деев

Современная технология производства благородных металлов из серебристой пены, получаемой при обессеребрении черного свинца, почти на всех свинцовых заводах состоит из двух последовательных металлургических операций: дистилляции цинка из пены, при которой цинк отделяют от свинца и благородных металлов, и купелирования серебристого свинца, при котором благородные металлы отделяются от свинца. При этом процесс дистилляции цинка из серебристой пены является наиболее трудоемким и сложным.

В 1956-1957 гг. во ВНИИцветмете нами была начата разработка нового электротермического способа дистилляции цинка из серебристой пены, а в 1967 г. впервые в мировой практике было завершено его освоение в масштабе отрасли - свинцовой промышленности СССР.

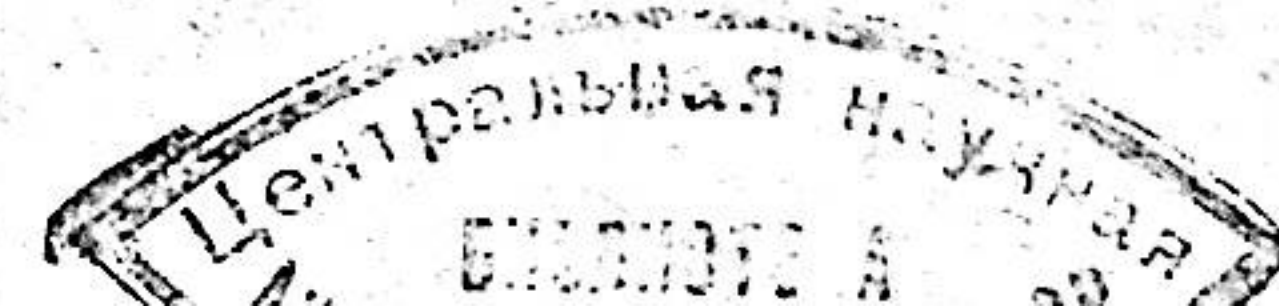
Способ основан на отгонке цинка из серебристой пены в газовую фазу с последующей конденсацией его паров в жидкий металл и переводе благородных металлов в серебристый свинец в герметизированных электротермических печах, в которых телом сопротивления служит искусственно наведенный шлак.

Освоение электротермического способа дистилляции цинка из серебристой пены позволило усовершенствовать также процесс купелирования серебристого свинца.

Разработка и внедрение нового процесса потребовали одновременного решения целого ряда вопросов теоретического, технологического и аппаратурно-конструктивного характера.

Анализ процессов удаления цинка из серебристой пены

Для удаления цинка из серебристой пены широкое распространение получил процесс дистилляции, основанный на различии температур кипения цинка, свинца, серебра, золота и парциальных



давлений их паров при нагревании.

Почти все свинцовые заводы мира процесс дистилляции цинка из серебристой пены осуществляют в ретортных печах Фабер-дю-Фора. Аналогичный процесс удаления цинка из серебристой пены применялся на свинцовых заводах СССР. Только на заводе Нуазель Годоль (Франция) дистилляцию цинка из предварительно обогащенной пены проводят в вакуумной электрической печи с графитовыми нагревателями, расположенными над расплавом.

Существенные недостатки ретортного способа, главными из которых являются: низкая производительность, высокий выход полупродуктов, переработка которых приводит к дополнительным потерям металлов и производственным затратам, низкое прямое извлечение благородных металлов в серебристый свинец и цинка в металл, тяжелые условия труда, требовали изыскания более совершенного способа переработки серебристой пены. Исследования проводились в основном в двух направлениях: путем совершенствования самого процесса дистилляции цинка из серебристой пены и путем улучшения качества пены за счет повышения в ней концентрации благородных металлов. Большинство из предложенных способов не устраняли недостатки ретортного способа и предусматривали многостадийную переработку серебристой пены. Некоторые технологические процессы, например, вакуумный способ дистилляции цинка из серебристой пены и электролиз цинк-серебряного сплава в расплавленных хлоридах не нашли применения в производстве, другие, например, процессы переработки серебристой пены, разработанные на заводах Нуазель Годоль (Франция) и Курило (НРБ), не получили распространения.

В этой связи разработка принципиально новой технологии дистилляции цинка из серебристой пены, устранявшей недостатки

ретортного способа и обеспечивающей высокие технико-экономические показатели, имела важное значение для свинцовой промышленности СССР. Таким технологическим процессом явился электротермический способ дистилляции цинка из серебристой пены.

Физико-химическая характеристика серебристой пены

Серебристая пена, получаемая на свинцовых заводах, содержит: 58-73% свинца, 17-27% цинка, 6-14% серебра, 0-0,38% золота, до 1,1% меди, а также ряд примесей, переходящих в нее из черного свинца. Исследованиями установлено, что в пене до 10% свинца и 7,5% цинка представлено их окислами. Остальное количество этих металлов находится в серебристой пене в металлическом состоянии.

Крупность пены не превышает 30 мм, а содержание фракций минус 1 мм достигает 50%. Средний диаметр частиц в этой фракции пены составляет 30,3 мк, а удельная поверхность, определенная методом измерения воздухопроницаемости под атмосферным давлением на приборе Товарова, $236 \text{ см}^2/\text{г}$.

Специальными методами исследования (термографическим и термооптическим) установлена сложная структура серебристой пены: от металлического свинца до тугоплавкой окиси цинка.

Некоторые теоретические исследования по разработке электротермического способа дистилляции цинка из пены

Для научно обоснованного ведения и выбора оптимального технологического режима процесса дистилляции цинка из серебристой пены в электротермической печи потребовалось изучение основных физико-химических свойств шлаковых расплавов и

окорости восстановления из них окиси цинка.

Изучение влияния состава шлака на степень отгонки цинка

Изучение степени отгонки цинка из шлаковых расплавов различного состава проводилось методом плавки шлака, содержащего окись цинка, в графитовых лодочках. Принятая методика отвечает условиям взаимодействия в электропечи шлакового расплава с твердым восстановителем, протекающим на поверхности раздела фаз: расплав - газ - углерод кокса. Исходные шлаки готовились из химически чистых реактивов путем их сплавления при температурах до 1350°C. Для проведения исследований было приготовлено 12 проб различных по составу шлаков (табл. I).

Таблица I

Химический состав исходных шлаков, %

№ шлаков	SiO ₂	CaO	Na ₂ O	ZnO
I	40,94	31,85	18,20	9,01
2	40,81	27,27	22,31	9,61
3	40,85	22,70	27,14	9,31
4	40,75	18,16	31,92	9,17
5	36,62	32,05	21,91	9,42
6	36,44	27,34	26,95	9,27
7	36,45	22,78	31,45	9,32
8	36,15	18,06	36,50	9,29
9	31,22	22,30	37,07	9,41
10	32,33	18,72	41,42	7,53
II	26,62	22,18	42,84	8,36
12	26,60	17,74	46,91	8,75

Тонкоизмельченную навеску шлака весом 5-10 г помещали в графитовую лодочку и после достижения в печи заданной температуры вводили в реакционную зону. Опыты вели в токе инертного газа. Восстановителем служил материал самих лодочек. После окончания опыта лодочку с навеской шлака быстро удаляли из реакционной зоны, охлаждали и взвешивали. По убыли веса шлака, определявшегося с точностью до 0,001 г, и данным химического анализа до и после опыта рассчитывали степень восстановления окиси цинка из шлаковых расплавов. Исследования проводили при температурах 1200, 1250, 1300 и 1350°C, а время выдержки в печи при указанных температурах составляло от 5 до 60 мин.

По экспериментальным данным были рассчитаны величины кажущейся константы скорости отгонки цинка из шлаковых расплавов, кажущейся энергии активации процесса и температурного коэффициента скорости восстановления окиси цинка из шлаков различного состава.

Углетермическое восстановление окиси цинка из изученных шлаковых расплавов носит сложный характер, и степень отгонки цинка в значительной степени определяется химическим составом шлака, продолжительностью его пребывания в восстановительной атмосфере и температурой.

Степень отгонки цинка возрастает с повышением концентрации в шлаке Na₂O или CaO при одновременном снижении содержания SiO₂. Замена CaO на Na₂O в шлаках при одном и том же содержании SiO₂ снижает степень отгонки цинка, что, по-видимому, можно объяснить усилением ионной связи, которой обладают цинк и натрий, и уменьшением ковалентной связи.

Проведено исследование по отгонке цинка из заводского шлака состава, %: 8,04 Zn, 0,15 Pb, 0,03 Cu, 0,69 Fe, 40,76 SiO₂, 26,3 CaO, 21,35 Na₂O. В пересчете на 3-х компонентную систему SiO₂-CaO-Na₂O заводской шлак по составу близок к искусственно приготовленному шлаку № 2 (табл. I).

Зависимость степени (β) и скорости (W) отгонки цинка из заводского шлака от продолжительности опыта (τ) при температурах 1200, 1250, 1300 и 1350°C была также аппроксимирована уравнениями:

$$\beta = \frac{\tau}{\alpha + \beta \cdot \tau} ; \quad W = \alpha \cdot \tau^{\beta},$$

где α и β — значения температурных коэффициентов.

Согласие вычисленных значений степени и скорости отгонки цинка из заводского шлака с экспериментальными данными удовлетворительное.

Температурный коэффициент скорости восстановления окиси цинка из заводского шлака равен 1,06. Зависимость $\lg K$ от $1/T$ описывается уравнением $\lg K = - \frac{626}{T} - 1,2902$.

По экспериментальным данным процесс восстановления окиси цинка из шлака можно условно разделить на три режима: кинетический, переходный и диффузионный.

Процесс восстановления окиси цинка из шлака для интервала температур 1200–1350°C идет вначале в кинетическом режиме до степени отгонки цинка, равной в зависимости от температуры 30,7–41,4%, что соответствует концентрации цинка в расплаве соответственно 5,78 и 4,93%. Кажущаяся энергия активации, рассчитанная для интервала температур 1250–1350°C по величинам кажущейся константы скорости, равна 26050 кал/моль.

В этот момент наблюдается наибольшая скорость восстановления окиси цинка, что можно объяснить равной концентрацией цинка в шлаке и на поверхности реагирования.

По мере восстановления концентрация цинка в поверхностном слое расплава на границе контакта с лодочкой уменьшается, что приводит к снижению степени и скорости отгонки цинка. При степени отгонки цинка от 30,7–41,4% до 62,3–70,2% отмечен переходный режим процесса.

С увеличением степени восстановления цинка от 62,3–70,2 до 82,5–87,2%, что соответствует концентрации цинка в зависимости от температуры 3,28–2,67%, наблюдается резкое снижение скорости процесса, что свидетельствует, очевидно, об определяющей роли диффузионных процессов.

Изучение вязкости шлаков

Исследования проводились на ротационном вискозиметре в нейтральной атмосфере.

Исследуемый шлак, предварительно измельченный и тщательно перемешанный, помещали в корундовый тигель и медленно нагревали до полного расплавления. После достижения 1400–1350°C и небольшой выдержки с целью гомогенизации расплава опускали шпindel. Вязкость измеряли в процессе охлаждения расплава через каждые 10–50 градусов в интервале температур 1350–1000°C после некоторой выдержки расплава при температуре измерения. Исследования проводили с искусственно приготовленными и заводскими шлаками.

В результате проведенных исследований показано влияние температуры и состава на изменение вязкости шлаков.

Наименьшей вязкостью обладают шлаки, содержащие

42,5-50% SiO_2 , 20-25% CaO и 25-35% Na_2O , у которых отношение SiO_2 к CaO $\approx 1,7$. Вязкость этих шлаков не превышает 15-3 пуаз при температурах 1250-1350°C. Содержание окиси цинка в заводских шлаках до 37% не оказывает существенного влияния на вязкость этих шлаков.

Определение электропроводности шлаков

Электропроводность шлаков определяли компенсационным методом при помощи электрического мостика слабого переменного тока высокой частоты в инертной атмосфере.

Исследуемый шлак помещали в корундовый тигель и нагревали до температуры 1350-1400°C. После небольшой выдержки в расплав погружали платиновые электроды и начинали замеры сопротивления шлака.

Удельную электропроводность определяли по формуле:

$$\kappa = \frac{K}{R - \tau_x},$$

где R - измеряемое сопротивление расплава, ом

K - постоянная измеряемой ячейки, ом⁻¹

τ_x - сопротивление токоподводящих проводов и электродов, ом .

Исследованию подвергли 9 проб синтетических шлаков, содержащих 45-50% SiO_2 , 20-35% CaO и 15-35% Na_2O , а также 4 пробы заводского шлака, отобранных по ходу дистилляции цинка в электротермической печи.

Повышение содержания SiO_2 в шлаке с 45 до 50% за счет снижения в нем концентрации CaO или Na_2O , а также замена Na_2O на CaO при одинаковом содержании SiO_2 в нем приводят к снижению удельной электропроводности шлаковых расплавов.

Исследования и промышленное освоение электротермического способа переработки серебристой пены с получением окисленной цинковой пыли

Укрупненно-лабораторные исследования и полупромышленные испытания по дистилляции цинка из серебристой пены проводились на электротермических установках непрерывного действия, состоящих из электропечи, пылевой камеры для сжигания цинковых паров и окиси углерода, рукавного фильтра. Телом сопротивления в электропечи олушил шлак трехкомпонентной системы $\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{Na}_2\text{O}$. Были отработаны электрический и технологический режимы процесса дистилляции цинка из пены, снят материальный баланс процесса, изучено распределение металлов.

Результаты этих исследований показали преимущества электротермического способа переработки серебристой пены по сравнению с применявшимся ретортным и вакуумным способами: непрерывность процесса, а следовательно, и более высокая производительность, более полная отгонка цинка, высокое извлечение благородных металлов в серебристый свинец.

Для практического внедрения была спроектирована, построена и освоена на УК СЦК им. В.И.Ленина опытно-промышленная электротермическая установка для дистилляции цинка из пены. Установка состояла из электропечи мощностью 300 ква с площадью пода 2 м², камеры дожигания объемом 2 м³ и рукавного фильтра.

Данные материального баланса плавки пены в опытно-промышленной электротермической установке подтвердили показатели, полученные при проведении укрупненно-лабораторных исследований и полупромышленных испытаний. Выход продуктов дистил-

ляции пены составил: серебристого свинца 71,3% и возгонов 35,2% от веса пены. Дроссов практически не получалось. Цинк на 92,8% был возогнан в пыль и 5,4% его осталось в свинце. Основное количество золота (97,15%) и серебра (35,98%) сконцентрировалось в серебристом свинце. В пыль перешло 1,83% серебра и 2,81% золота. Свинец на 94,8% был извлечен в металл и на 4,5% в пыль. Потери металлов со шлаками были незначительными и составили 0,2% свинца, 1,9% цинка и 3,0% серебра.

Внедрение электротермического способа дистилляции цинка из серебристой пены позволило по сравнению с ретортным способом повысить степень использования сырья на 4,49%, за счет уменьшения топливно-энергетических затрат и сокращения численности производственных рабочих снизить производственные затраты, в 2 раза увеличить производительность труда, значительно улучшить санитарно-гигиенические условия труда. Годовой экономический эффект на данном этапе внедрения электротермического способа по сравнению с ретортным составил 592,5 тыс. рублей.

Исследования и промышленное освоение электротермического способа переработки серебристой пены с конденсацией цинка в жидкий металл

Получение окисленной цинковой пыли вместо металлического цинка одерживало внедрение электротермического способа переработки серебристой пены на других свинцовых заводах, снижало извлечение металлов в товарную продукцию, а следовательно, и эффективность процесса в целом.

Присутствие в пене металлического цинка и высокое содержание его в парогазовой фазе требовало экспериментальной проверки возможности получения металлической цинковой пыли или жидкого металла при переработке серебристой пены в электропечи. С этой целью на электротермической установке Иртышского медеплавильного завода, состоящей из электропечи мощностью 150 ква, водоохлаждаемой камеры и инерционного пылеуловителя, были проведены испытания по получению активной цинковой пыли путем заливки цинка на расплавленную поверхность шлака, находящегося в электропечи. Получены положительные результаты: содержание цинка в пыли достигало 95%, а ее активность была равна 86%. Пыль была тонкодисперсная (средний диаметр частиц 4,12 мк) и обладала высокой удельной поверхностью ($2735 \text{ см}^2/\text{г}$). Выход пыли составил 97,7% от веса загруженного в электропечь цинка.

Для изучения условий конденсации цинковых паров в жидкий металл при электротермическом способе переработки серебристой пены и отработки отдельных конструктивных узлов была спроектирована и построена укрупненно-лабораторная установка, состоящая из электропечи мощностью 50 ква, жидкостного конденсатора и инерционного пылеуловителя. Этими исследованиями показана полная возможность осуществления процесса конденсации цинка при электротермическом способе переработки серебристой пены, содержащей металлический цинк.

На основании данных укрупненно-лабораторных исследований, а также работы опытно-промышленных установок по переработке окисленных цинксодержащих материалов с конденсацией цинка в жидкий металл на УК СЦК им. В.И. Ленина была построена и освоена первая в Советском Союзе промышленная электротермическая установка.

кая установка для переработки серебристой пены с получением металлического цинка. Были установлены технологический и электрический режимы процесса, изучено распределение металлов, снят материальный баланс, изучены состав и свойства парогазовой фазы.

Сравнение экономической эффективности электротермического способа переработки серебристой пены с конденсацией цинковых паров в жидкий металл показало преимущества по сравнению с вариантом этого способа с получением цинковой пыли. Кроме получения компактного цинка, пригодного для обессеребрения черного свинца, внедрение процесса конденсации цинка позволило повысить степень использования сырья и практически полностью устранить "неучтенные" потери цветных металлов.

Исследования и разработка процесса купелирования серебристого свинца с получением металлического свинца

Вторая стадия процесса переработки серебристой пены - купелирование серебристого свинца - оставалась несовершенной и малоизученной.

Проведенными нами исследованиями показано, что серебро в купеляционном глетье, помимо взвеси корольков свинцово-серебряного сплава в начальный период купелирования или металла до-ре в конце его, находится в растворенном состоянии. До достижения в донной фазе 65-70% серебра повышение его содержания в глетье выражается прямой линией, показывающей постепенно увеличивающееся содержание серебра во взвешенных в глетье корольках этой фазы. По мере дальнейшего обогащения донной фазы серебром (свыше 65-70%) содержание его в глетье за счет повышения растворимости резко растет. Установлено, что рас-

плав PbO обладает высокой растворимостью серебра даже при температуре ниже температуры плавления серебра. Показано, что с повышением температуры расплава с 900 до 1150°C количество серебра в глетье возрастало с 0,17 до 1,95%. Полученные данные согласуются с заводской практикой купелирования серебристого свинца. Опыты по отстаиванию глетьа с целью выделения взвешенных частичек серебряно-свинцового сплава не дали положительных результатов. Серебро из глетьа полностью не извлекалось даже при восстановлении 50% свинца.

Для повышения извлечения цветных и благородных металлов, содержащихся в серебристом свинце, снижения производственных затрат на переработку твердого купеляционного глетьа в шахтных печах предложен и проверен в полупромышленном масштабе способ восстановления глетьа непосредственно при купелировании путем фильтрации его через раскаленный оловый кокс.

Итоги внедрения электротермического способа переработки серебристой пены в свинцовой промышленности СССР

Высокая эффективность электротермического способа переработки серебристой пены с конденсацией цинковых паров в жидкий металл, впервые освоенного в 1964 г. на УК СЦК им. В.И. Ленина, позволило рекомендовать его к внедрению на всех свинцовых заводах. В 1965 г. он был внедрен на Чимкентском свинцовом заводе им. М.И. Калинина, в 1967 г. - на комбинате "Сихали" и на заводе "Электроцинк".

Действующие в настоящее время электротермические установки состоят из электропечи, жидкостного конденсатора, инерционного пылеуловителя и газохода для отвода газов в цех пылеулавливания.

В результате дистилляции цинка из пены получаются два продукта: серебристый свинец и металлический цинк. Цинк направляется в процесс обессеребрения чернового свинца, а серебристый свинец - на купелирование.

Процесс характеризуется следующими технико-экономическими показателями: суточная производительность установки 4-5 т пены на 1 м² площади пода электроды; прямое извлечение благородных металлов и свинца в серебристый свинец с учетом переработки оборотов около 100%, цинка в жидкий металл - 95%. Расход электроэнергии на 1 т пены составляет 500-600 квт-ч, электродов - до 5 кг, коксика - до 20 кг. Высокая стойкость экспериментально подобранного шлака позволила производить замену шлаковой ванны в электропечи один раз в месяц.

Внедрение нового способа переработки серебристой пены на свинцовых заводах СССР изменило технологию купеляционного отделения в целом, придало ему совершенную техническую форму и позволило вместо нескольких ретортных печей, работа на которых требовала применения тяжелого ручного труда и была периодической, установить одну электропечь небольших размеров; механизировать процесс и сделать его непрерывным; повысить извлечение золота и серебра в золото-серебряный сплав в целом по отрасли соответственно на 6,35 и 5,42 % (абс.), свинца и цинка из серебристой пены в металлы соответственно на 10,19 и 54,58 % (абс.); в 4 раза повысить производительность труда; оставить на каждом свинцовом заводе по одной купеляционной печи вместо двух-трех купеляционных печей, ранее занятых на переработке дроссов и серебристого свинца.

Важнейшим преимуществом внедрения электротермического способа переработки серебристой пены явилось обеспечение нормаль-

ных санитарно-гигиенических условий труда, что полностью устранило свинцовую интоксикацию обслуживающего персонала, имевшую место при переработке пены в ретортных печах.

Процесс дистилляции цинка из серебристой пены в электропечи просто и хорошо вписывается в существующую технологическую схему свинцовых заводов; электропечь нетребовательна к качеству серебристой пены; серебристый свинец, получаемый этим методом, хорошо купелируется.

Капитальные затраты на строительство и монтаж электротермической установки окупаются в зависимости от производительности завода в течение одного - трех месяцев.

Годовой экономический эффект от внедрения электротермического способа переработки серебристой пены в свинцовой промышленности СССР на основании технико-экономических расчетов предприятий составил 5145,2 тыс. рублей, а за весь период работы по этому способу - 39,4 млн. рублей.

Электротермический способ переработки серебристой пены принят к внедрению за рубежом. Он пригоден для переработки различных богатых цинксодержащих окисленных или металлизированных полупродуктов заводов цветной металлургии.

З а к л ю ч е н и е

На основании критического анализа современной практики переработки серебристой пены и существующих в металлургии тяжелых цветных металлов технологических процессов предложен, разработан и внедрен в свинцовой промышленности СССР новый электротермический способ дистилляции цинка из серебристой пены с конденсацией цинковых паров в жидкий металл.

Для проведения процесса дистилляции цинка из серебристой

пены в герметизированной электротермической печи предложен состав шлака трехкомпонентной системы $\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{Na}_2\text{O}$.

Изучена степень и скорость отгонки цинка из шлаковых расплавов системы $\text{SiO}_2 - \text{CaO} - \text{Na}_2\text{O}$ (синтетических и заводских) в зависимости от их состава и продолжительности нагрева от 5 до 60 мин при температурах 1200, 1250, 1300 и 1350°C.

Определена вязкость и электропроводность синтетических и заводских шлаков. Сняты термограммы образцов серебристой пены и заводского шлака.

На основании исследований шлаки, содержащие 45% SiO_2 , 20-30% CaO и 25-35% Na_2O , рекомендованы для проведения дистилляции цинка из серебристой пены в промышленных электротермических печах. Эти шлаки обладают высокой стойкостью химического состава при температурах 1200-1350°C в восстановительной атмосфере и обеспечивают необходимую для процесса степень и скорость отгонки цинка.

Заводские шлаки, подобранные экспериментально, обладают малым интервалом температуры от начала размягчения до полного расплавления (1150-1190°C) и сравнительно небольшим удельным весом (2,81-2,92 г/см³), создающим благоприятные условия для его разделения от серебристого свинца.

С целью отработки технологического и электрического режимов, а также выбора наиболее рационального аппаратного оформления для электротермического способа переработки серебристой пены, обеспечивающих условия для эффективной его интенсификации и перевода благородных металлов и свинца в серебристый свинец и цинка в конденсат (возгоны), проведены лабораторные исследования, полупромышленные и промышленные испытания.

Исследованиями показано, что основной причиной перехода серебра в глет при купелировании серебристого свинца является резкое повышение растворимости серебра после достижения его содержания в свинцово-серебряном сплаве выше 65-70%. Проведены полупромышленные испытания по отработке технологии процесса восстановления купельционного глета путем фильтрации его через слой раскаленного кокса в электропечи.

Высокая эффективность электротермического способа переработки серебристой пены с конденсацией цинка в жидкий металл, достигнутая при его внедрении на УК СЦК им. В.И. Ленина, позволила внедрить его на всех свинцовых заводах СССР.

Материалы, относящиеся к теме диссертации, были доложены:

1. На Всесоюзном совещании по электротермии в свинцово-цинковой промышленности, г. Усть-Каменогорск, 1959 г.
2. На Всесоюзной секции тяжелых и редких металлов НТО цветной металлургии, г. Москва, 1969 г.
3. В Управлении драгоценных металлов Министерства финансов СССР, г. Москва, 1970 г.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. И.И. Кершанский, В.П. Овчаренко. Способ переработки получаемой при обессеребрении свинца серебристой пены. Авторское свидетельство СССР № 109280
2. И.И. Кершанский, В.П. Овчаренко. Электротермический способ дистилляции цинка из серебристой пены. Цветные металлы, № 4, 1958.
3. И.И. Кершанский, В.П. Овчаренко, В.А. Сидоровский. Переработка серебристой пены в электропечи. Рудный Алтай, Восточно-Казах-

станский совнархоз, г. Усть-Каменогорск, № 3-4, 1958.

4. И.И. Кершанский, Г.М. Пелях, Б.А. Бессонов. Сравнительная эффективность способов переработки серебристой пены в условиях Рудного Алтая. Бюллетень цветной металлургии, № 23, 1958.

5. И.И. Кершанский, В.П. Овчаренко, Д.О. Аверченков, Д.С. Копченко, В.Ф. Пронькин, В.А. Сидоровский. Внедрение электротермического способа дистилляции цинка из серебристой пены на Усть-Каменогорском свинцовом заводе. Цветные металлы, № 1, 1959.

6. И.И. Кершанский, Д.С. Копченко. Переработка серебристой пены электротермическим способом. Материалы совещания по электротермии в свинцово-цинковой промышленности. ГНТК СМ СССР, Москва, 1960.

7. И.С. Воронин, И.И. Кершанский, С.Т. Такежанов, Я.З. Бейлин, А.С. Сарсембаев, О.Х. Кагарманов. Внедрение процесса конденсации цинка при электротермическом способе переработки серебристой пены. Цветные металлы, № 2, 1965.

8. И.И. Кершанский, В.Ф. Травин. Характеристика пылегазовой фазы при электротермическом способе переработки серебристой пены с конденсацией цинка в жидкий металл. Бюллетень "Цветная металлургия", № 4, 1965.

9. И.И. Кершанский, З.Г. Кузенталь. Экономическая эффективность электротермического способа переработки серебристой пены с конденсацией цинка в жидкий металл. Бюллетень "Цветная металлургия", № 12, 1965.

10. И.А. Строителев, И.И. Кершанский, Н.П. Пестунова. Причины повышенного содержания серебра в шлаках купелирования серебристого свинца. Цветные металлы, № 5, 1966.

11. И.И. Кершанский, Р.Ж. Хобдабергенев. Внедрение электротермического способа переработки серебристой пены с конденсацией цинка в жидкий металл. Бюллетень "Цветная металлургия", № 15, 1966.

12. И.И. Кершанский. Вязкость и электропроводность шлаков дистилляции цинка из серебристой пены в электротермической печи. Бюллетень "Цветная металлургия", № 18, 1968.

13. И.И. Кершанский. О составе шлака при переработке серебристой пены в электропечи. Цветные металлы, № 11, 1968.

14. И.И. Кершанский. Вязкость шлаков при дистилляции цинка из серебристой пены в электротермической печи. Теория процессов обжига и плавки. Сб. трудов ВНИИцветмета, № 17, 1968.

15. И.И. Кершанский, Н.А. Фокин. Получение активной цинковой пыли из металлического цинка электротермическим путем. Кислород и электротермия в цветной металлургии. Сб. трудов ВНИИцветмета, № 18, 1969.

16. И.И. Кершанский. Выбор состава шлака для электротермического способа переработки серебристой пены с конденсацией цинковых паров в жидкий металл. Кислород и электротермия в цветной металлургии. Сб. трудов ВНИИцветмета, № 18, 1969.

17. И.И. Кершанский, И.С. Воронин, Р.Ж. Хобдабергенев, Г.М. Штейнгарт, В.Ф. Пронькин, В.Д. Ильяшенко, Т.Д. Саутиев. Итоги внедрения новой технологии переработки серебристой пены с применением электротермии в свинцовой промышленности СССР. Цветные металлы, № 11, 1969.

18. И.И. Кершанский. Электротермический способ дистилляции цинка из серебристой пены. Бюллетень технической информации. Лицензинторг СССР, № 3, 1970.

ИС 29397. Подписано к печати 12/XI 1971 г.

Объем 0,88 уч.-изд. л. Заказ 1156. Тираж 130. Бесплатно.

Свердловск. Ротапринт УПИ.