

УТВЕРЖДАЮ:

Врио директора

Института металлургии УрО РАН,

кандидат технических наук

Чесноков Ю.А.

«29» января 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук на диссертационную работу Усольцева Алексея Викторовича «Выделение индия полифункциональными и алюмосиликатными сорбентами из растворов цинкового производства», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Металлургия черных, цветных и редких металлов

Доля редких металлов в наукоемких отраслях и промышленных технологиях постоянно возрастает. На сегодняшний день около 90% индия (в виде оксидов индия и олова - ИО) используется в тонкопленочных покрытиях современных смартфонов, жидкокристаллических дисплеев (LCD) и солнечных элементах.

При окислительном обжиге цинковых концентратов (800 - 900 °С) подавляющая часть индия остается в цинковых огарках, которые перерабатывают пирометаллургическим или гидрометаллургическим способом. В цинковом производстве индий концентрируется в возгонах вельцевания, фьюмингования, а также медно-кадмиевых кеках.

Низкая концентрация индия в растворах выщелачивания предопределяет использование методов экстракции, сорбции или их сочетания. Основопологающим моментом таких технологий является выбор сорбента (экстрагента). Известно, что ряд алюмосиликатов (монтмориллонит, бентонит, каолинит и др.) обладает сорбционной способностью, а их модифицирование обеспечивает большую селективность по отношению к извлекаемым компонентам.

В качестве цели работы автор выбрал разработку основ сорбционной технологии извлечения индия из растворов цинкового производства полифункциональными ионитами и модифицированными алюмосиликатами.

Актуальность темы диссертации не вызывает сомнения, так как затрагивает вопрос совершенствования технологии и повышение извлечения индия как важного стратегического металла.

Общая характеристика работы. Диссертационная работа выполнена в Научно-исследовательском центре НЧОУ ВО «Технический университет УГМК» и на кафедре «Металлургия цветных металлов» Института новых материалов и технологий ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Диссертация изложена на 155 страниц машинописного текста содержит 40 рисунков и 59 таблиц и 6 приложений. Отдельные главы между собой логически связаны, структурированы, каждая заканчивается выводами. В заключении проведено обобщение полученных результатов. Список использованной литературы состоит из 142 источников, отражающих последние достижения в области металлургии индия.

По объему и структуре работа соответствует требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Степень обоснованности научных положений, выводов, результатов.

Во введении отмечена актуальность работы, сформулированы цель исследований, суть научной проблемы и защищаемые положения.

В первой главе проведен обзор литературных источников по извлечению индия из отходов и промпродуктов цветной металлургии. Акцентируется внимание на экстракционных и сорбционных технологиях, приведены их преимущества. Обобщены сведения об алюмосиликатных сорбентах, оценено влияние технологических параметров на физико-химические свойства сорбентов.

Во второй главе проведена оценка результатов исследования сорбции индия из модельных растворов на синтезированных полифункциональных

смолах в зависимости от кислотности, соотношении Ж:Т, состава растворов, температуры. Установлен диффузионный режим сорбции и индия на сорбентах.

В третьей главе проведены эксперименты по сорбционному извлечению индия из технологических растворов. Установлена меньшая, по сравнению с макроэлементами (Zn и Fe), сорбируемость индия. Автор рекомендует использовать модифицированные алюмосиликаты как эффективный сорбент для извлечения индия из растворов цинкового производства.

В четвертой главе представлены результаты сорбции индия из модельных и технологических растворов монтмориллонитом и экстрагентом Д2ЭГФК (Метозоль) в статических и динамических условиях. Показана селективность последнего к индию в области повышенных концентраций ионов железа и цинка в статических условиях. Установлено, что процесс сорбции протекает в диффузионном режиме.

В пятой главе подведены итоги и обобщен экспериментальный материал работы, предложена технологическая схема сорбционного извлечения индия из растворов выщелачивания вельц-оксидов реагентом «Метзоль».

Научная новизна работы заключается в том, что установлены основные физико-химические закономерности сорбции и адсорбции ионов индия на поверхности высокодисперсных модифицированных монтмориллонитов. Определены кинетические параметры сорбции и адсорбции ионов индия на полифункциональных смолах, природных и модифицированных алюмосиликатах, рассчитаны константы скоростей и энергий активации реакций обмена. Предложены математические зависимости, интерпретирующие процесс сорбции ионов индия на модифицированных алюмосиликатах.

Практическая ценность. Разработаны технические решения для организации процесса комплексной переработки растворов цинкового передела. Обеспечено селективное сорбционное извлечение и концентрирование индия из растворов, содержащих железо и тяжелые

цветные металлы. Разработаны предложения по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду за счет уменьшения содержания вредных веществ в стоках предприятий цветной металлургии.

Основные материалы диссертации достаточно полно изложены в печатных изданиях. По результатам работы опубликовано 10 научных работ, в том числе 5 статей в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, 1 монография и патент Российской Федерации на изобретение.

Материалы диссертации доложены на научно-практических конференциях. Автореферат охватывает основные положения диссертационной работы и полностью отражает ее содержание.

Защищаемые научные положения и выводы обоснованы проведенными теоретическими и экспериментальными изысканиями. Достоверность результатов обеспечена представительностью и надежностью исходных данных; применением сертифицированного оборудования, современных средств и методик проведения экспериментов, использованием метрологически-достоверных и аттестованных методик выполнения измерений.

Объект, предмет диссертации, цели и задач работы, а также содержания основных разделов, позволяют утверждать, что диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 05.16.02 «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов».

По содержанию диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

- Взаимосвязь выполненных теоретических выкладок и выбора технологических параметров прослеживается не явно. Существенная часть работы (две главы) посвящена расчету термодинамических характеристик. Каким образом эти данные повлияли на выбор сорбента? Не ясно каким образом полученные многочисленные сведения о кинетике, энергии активации, лимитирующих стадиях, порядках реакции соотносятся с поставленными целями и задачами работы в целом?

- Автор несколько бегло охарактеризовал конечные продукты. Из работы не ясно - подвержен ли сорбент химической деградации, почему при

десорбции индия использована соляная кислота, как влияют на показатели электролиза цинка?

- Для восприятия технической значимости работы целесообразно провести сравнительный анализ основных показателей предлагаемой технологии с известными промышленными аналогами.

- Процесс хемосорбции характеризуется обязательной стадией химического взаимодействия между адсорбатом и адсорбентом. Автором указаны многочисленные данные по фазовому и элементному составам, но не раскрыт механизм процессов.

- Растворы цинкового производства являются достаточно сложной многокомпонентной системой, но автор делает акцент на подробной оценке влияния макроэлементов (цинк, железо) и индия на процесс сорбции. Каково поведение остальных микроэлементов, таких как катионы меди, кадмия, мышьяка, германия, а также анионов хлора, фтора в ходе сорбции? В каких продуктах они концентрируются и как в дальнейшем предполагается их извлекать или обезвреживать?

- Каковы перспективы внедрения работы на цинковых заводах Российской Федерации?

Высказанные замечания не снижают ценности полученных результатов и научно-практической значимости всей работы, но указывают на аспекты, которые необходимо учесть при дальнейшем изучении и практическом использовании предлагаемой технологии.

Заключение

Диссертационное исследование Усольцева Алексея Викторовича на тему «Выделение индия полифункциональными и алюмосиликатными сорбентами из растворов цинкового производства» является завершённым научным исследованием, которое позволяет создать научно-технологический задел, необходимый для решения проблемы комплексной переработки растворов цинкового передела.

Текст автореферата полностью соответствует основному содержанию диссертации и даёт представление о структуре, научной новизне и

практической значимости работы, а также обоснованности и достоверности защищаемых положений, апробации и публикациях. По теме диссертации опубликовано 5 статей в рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК, а общее количество печатных работ по теме исследования – 10.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Усольцев Алексей Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02–«Металлургия чёрных, цветных и редких металлов»

Обсуждение результатов диссертации Усольцева А.В. и отзыва на нее состоялось на расширенном научном семинаре лаборатории пирометаллургии цветных металлов (протокол № 42 от 24.01.2018 г.).

Отзыв утвержден на заседании Ученого совета Института металлургии УрО РАН (протокол № 1 от 26 января 2018 г.).

Председатель научного семинара, доктор технических наук,
заведующий лабораторией пирометаллургии цветных
металлов Института металлургии
УрО РАН


Селиванов Евгений Николаевич

Секретарь научного семинара, кандидат технических наук,
старший научный сотрудник лаборатории пирометаллургии
цветных металлов Института металлургии
УрО РАН


Уполовникова Алена Геннадьевна

29.01.2018

Подпись Селиванова Е.Н. и Уполовниковой А.Г. удостоверяю
Ученый секретарь ИМЕТ УрО РАН,
кандидат химических наук


Пономарев Владислав Игоревич

620016, г. Екатеринбург, ул. Амулдсена Ю1, ФГБУН Институт металлургии Уральского
отделения Российской академии наук (ИМЕТ УрО РАН).

Телефон: (343) 267-91-24, 267-91-30. e-mail: imet.uran@gmail.com, admin@imet.mplik.ru