

ВАЗОРАТИ САНОАТ ВА  
ТЕХНОЛОГИЯҲОИ НАВИ  
ЧУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

МДИ «ПАЖӮҲИШГОҲИ ИЛМИЙ -  
ТАДЌИҚОТИИ САНОАТ»



МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
И НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ  
ТАДЖИКИСТАН

ГНУ «НАУЧНО –  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

ш.Душанбе, к. Айни, 259 тел. 225-61-06 г.Душанбе, ул.Айни, 259, niiprom@inbox.ru

№ 38 « 17 » октябрь 2019

«УТВЕРЖДАЮ»



Директор ГНУ «Научно-  
исследовательский институт  
промышленности»

Носиров З.М.

« 17 » октябрь 2019 года

## ОТЗЫВ

ведущей организации на докторскую работу

Насыимова Голибшо Тагдировича на тему: «Кинетика азотнокислотного выщелачивания свинца из галенитсодержащих полиметаллических концентратов месторождения Кони Мансур», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия

### Актуальность работы.

С настоящего времени в Таджикистане сравнительно большими темпами развивается горнорудная промышленность, ориентирующаяся на собственные источники сырья. К одним из флагманов горнорудной промышленности относится Адрасманский ГОК, предназначенный для обогащения свинцово-цинковой руды месторождения Кони Мансур. Мощность комбината составляет более 650 тыс.тонн руды в год. Разведанные запасы месторождения составляют более 15 млн. тонн руды. При нынешнем уровне мировых цен на свинец и цинк, эксплуатация данного месторождения является перспективной.

Решение проблемы использования данного месторождения возможно с помощью создания научных основ по разработке эффективных и экологически чистых технологий, предусматривающих комплексное дифференцированное извлечение составляющих металлов из состава концентрата.

Обычно для извлечения целевого металла из концентрата используют пирометаллургические способы. Для переработки концентрата месторождения Кони Мансур, ввиду сложности его состава, использование пирометаллургического способа является малоэффективным, по причине того, что содержание примесей выходит за пределы, переносимые плавильной печью. В то же время, для извлечения свинца из данного концентрата может быть приемлемым гидрометаллургический способ,

позволяющий с наименьшими затратами извлекать свинец из состава сложных флотационных сульфидных концентратов. В связи с этим возникает необходимость в разработке технологии азотнокислотного выщелачивания указанного концентрата. Эффективную технологию можно разработать на основе кинетических параметров химического процесса. Следовательно, разработка эффективных технологий извлечения свинца из концентрата на основе широкого исследования кинетики выщелачивания, позволяющая определить комплексное влияние параметров процесса на скорость извлечения свинца, является актуальной темой научной работы для нахождения малоэнергоемкой и безотходной технологии переработки галенитсодержащих концентратов.

**Цель и задачи работы.** Целью работы является исследование кинетики в широком диапазоне изменения параметров, определение механизма реакции и моделирования технологических процессов азотнокислотного выщелачивания галенитсодержащего концентрата.

Задачами исследования являются:

- анализ современного состояния отечественного и зарубежного опыта по извлечению свинца;
- исследование кинетики азотнокислотного выщелачивания галенитсодержащего концентрата в широких пределах изменения концентрации кислоты, температуры и времени;
- определение механизма и областей протекания реакции выщелачивания концентратов;
- моделирование процесса азотнокислотного выщелачивания концентрата для оптимизации промышленных параметров его гидрометаллургической переработки.

В исследованиях использованы концентрат месторождения Кони Мансур (Республика Таджикистан), именуемый в дальнейшем концентрат №1 (основной концентрат), и концентрат месторождения Баля (Республика Турция) - концентрат №2, исследуемый для сравнения;

Рабочими параметрами приняты температура, концентрация кислоты, размеры частиц и продолжительность процесса выщелачивания концентрата. В качестве выщелачивателя выбран раствор азотной кислоты разной концентрации;

Измерение интенсивности и степени воздействия выбранных параметров осуществлено использованием Полного Факториального Дизайна (FullFactorialDesign) со статистическим программным обеспечением MINITAB 15.0;

#### **Научная новизна работы:**

1. Изучена кинетика процессов выщелачивания свинца из полиметаллических концентратов месторождений Кони Мансур (Республика Таджикистан) и Баля (Республика Турция) в азотной кислоте ( $HNO_3$ ) в зависимости от концентрации кислоты, температуры и продолжительности процесса.
2. Установлено, что процесс выщелачивания свинца из полиметаллических концентратов очень чувствителен к температуре, повышение которой всегда сопровождается увеличением степени выщелачивания свинца при всех концентрациях раствора азотной кислоты.
3. Установлено, что при температурах 45-65°C и концентрации кислоты 2.0-3.0 M скорость реакции выщелачивания концентрата резко повышается. Для концентрата Кони

Мансур оптимальными параметрами являются; температура 55°C , концентрация кислоты 3.0 М и время выщелачивания 70 минут. Для концентрата Баля оптимальными параметрами являются; температура 45 °C , концентрация кислоты 2.0 М и время выщелачивания 50 минут.

4. Установлено, что процесс извлечения свинца из концентрата протекает по механизму сокращающегося ядра с поверхностно-химическим ограничением. При температурах 45-65 °C и концентрации кислоты 0.5-3.0 М реакция извлечения свинца протекает в кинетической области с энергией активации 46.778 кДж/моль , а при температурах 25-45 °C скорость процесса извлечения свинца лимитируется внутридиффузионным торможением проникновения раствора кислоты в порах частицы концентрата с энергией активации 12.392 кДж/моль.

5. Установлено, что интенсивность и степень действия параметров на степень извлечения свинца из концентрата Кони Мансур, определенных моделированием с помощью применения полнофакториального дизайна (FullFactorialDesign) с использованием статистического программного обеспечения MINITAB 15.0, составляют для: температуры–42.8%, концентрации кислоты–31.9% и времени–15.5%. Для концентрата месторождения Баля степень воздействия температуры составила 27.8%, концентрации кислоты–39.4% и времени–25.7%.

#### **Практическая значимость работы:**

1. Разработана селективная технология получения свинца из галенитсодержащих полиметаллических концентратов с оптимальными параметрами режима выщелачивания азотной кислотой;

2. Разработанная технология азотнокислотного выщелачивания свинца из концентрата является малоэнергоёмкой и легко осуществляемой в промышленности.

3. Разработан технологический регламент для проектирования производства по извлечению свинца из галенитсодержащих концентратов на основе статистического анализа параметров.

**Апробация работы.** Результаты работы обсуждались на

1. Межвузовской научно-практической конференции «Достижения в области металлургии и машиностроения Республики Таджикистан», 14-15 Мая 2004 года, г. Душанбе, Таджикистан.

2. Республиканской конференции «Прогрессивные технологии разработки месторождений и переработка полезных ископаемых. Экологические аспекты развития горно рудной промышленности», сентябрь 2005 года, Министерство промышленности РТ, г. Душанбе, Таджикистан.

3. Республиканской научно-практической конференции «Инновация- эффективный фактор связи науки с производством», 16-17 мая 2008 года, г.Душанбе, Таджикистан.

4. VII международной конференции «Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования в физиологии и медицине», 20-21 ноября 2014 года, г. Санкт-Петербург, Россия.

5. XXII международной съезд и выставка горного дела Турции, 11-13 мая 2011, г. Анкара, Турция.

**Публикации:** по теме диссертации опубликовано 17 работ, в том числе 7 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, и 10 материалов научных конференций.

**Вклад автора** выражается в анализе и систематизации литературных данных, выполнения экспериментов, анализе и обобщении результатов исследований, формулировке основных выводов и положений диссертации.

**Объем и структура диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, выводов, списка литературы, включающего 122 наименований, изложена на 107 страницах текста компьютерного набора, включая 13 таблиц и 44 рисунков.

**Сфера охвата исследования.** Объем выполненной работы включает в себя следующие этапы:

- Приобретение галенитсодержащих концентратов;
- Измельчение концентрата и просеивание частиц фракции разных размеров;
- Химический анализ состава концентрата с использованием рентгеновского флуоресцентного спектрометра (XRF) и энерго-дисперсионного рентгеновского спектроскопа (EDX);
- Минералогический анализ концентратов с использованием рентгеновского дифрактометра (XRD);
- Микроструктурный анализ концентратов с использованием растрового электронного микроскопа (SEM);
- Гранулометрический анализ распределения размеров частиц с целью очертания последовательных шагов для определения механизма реакции и проверки других анализов;
- Кинетические исследования по выщелачиванию свинца из концентратов при различных параметрах изменения температуры, концентрации кислоты и времени;
- Применение статистических математических методов для определения интенсивности и степени воздействия каждого параметра на процесс выщелачивания свинца.

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель, задачи, научная и практическая значимость исследования, указаны структурные характеристики диссертации.

**В первой главе** приведены общие сведения о свинцовых месторождениях Кони Мансур (Республика Таджикистан) и анализированы известные способы извлечения свинца.

**В второй главе** определены методы исследования и приготовление образцов для проведения химических, минералогических и микроструктурных анализов. Отобраны устройства и оборудование и проведены химические и гранулометрические составы концентратов Месторождения Кони Мансур и Баля.

**В третьей главе** изучена кинетика процессов выщелачивания свинца при варировании температуры, концентрации кислоты и времени переработки концентрата раствором азотной кислоты. На основе кинетических исследований определены оптимальные параметры процесса выщелачивания (температура, концентрация кислоты, время выщелачивания концентрата для обоих видов концентрата). Также исследованы составы твердых остатков после выщелачивания концентратов.

**В данной главе** также определён механизм протекания процесса выщелачивания, найдены уравнения кинетики выщелачивания частиц, определены областей протекания реакции при разных параметрах процесса. Вычислены значений константы скорости и определены величины энергии активации азотокислотного выщелачивания концентрата.

Процесс выщелачивания концентрата Кони Мансур при оптимальных параметрах процесса протекает в кинетической области с энергией активации 46.778 кДж/моль

В четвертой главе проведены результаты статистического анализа данных экспериментов по выщелачиванию свинца с использованием уравнений линейной регрессии. Определены доля влияния каждого параметра в осуществлении процесса выщелачивания концентратов.

Диссертационная работа завершается выводами и списком литературы.

Диссертационная работа соискателя соответствует паспорту специальности 02.00.04 – физическая химия, который отражает нижеследующие пункты:

п.4 – Теория растворов, межмолекулярные и межчастичные взаимодействия между раствором азотной кислоты и частицами галенитсодержащего концентрата

п.10 - Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями осуществления химической реакции между азотной кислотой и минералами состава галенитсодержащего концентрата.

п.11 - Физико-химические основы процессов химической технологии переработки галенитсодержащего концентрата и извлечения свинца.

Диссертационная работа Насымова Г.Т. представляет собой завершенное научное исследование и выполнено на высоком уровне с использованием современных методов кинетических исследований, анализов составов и свойств реагентов и продуктов реакций, математического моделирования химико-технологического процесса. Результаты работы имеют большое практическое значение при переработке концентрата Кони Мансурского месторождения. Однако, к работе можно сделать следующие замечания:

1. Кинетика выщелачивания концентрата исследована на одной фракции частиц (-63 мкм), желательно было бы провести исследования и на других фракциях, чтобы определить влияние диффузионных процессов на степень выхода свинца;
2. В литературном анализе указывается на существование сульфатного, хлоридного и других видов кислотного выщелачивания свинцового концентрата. Однако, в исследованиях не приведено сравнение степеней выхода свинца при указанных видах кислотного выщелачивания свинцового концентрата;
3. Работа имеет большое практическое значение, однако не осуществлено опытно-производственное испытание разработанной технологии азотнокислотного выщелачивания концентрата месторождения Кони Мансур;
4. Не осуществлен расчёт технико-экономических параметров процесса азотнокислотного выщелачивания свинцового концентрата Кони Мансурского месторождения и неопределена себестоимость получаемого целевого продукта по исследованной технологии.

Приведенные замечания нисколько не снижают высокую теоретическую и практическую значимость работы соискателя.

Полученные Насымовым Г.Т. экспериментальные данные и результаты их теоретических обобщений прошли хорошую апробацию на международных и республиканских конференциях и симпозиумах. Они опубликованы в ряде международных и рекомендованных ВАК Российской Федерации журналах. Достоверность полученных Насымовым Г.Т. результатов не вызывает сомнений, так как

работа выполнена с использованием современных независимых физико-химических методов исследований.

Содержание автореферата отражает цели и задачи исследования, научную новизну, теоретическую и практическую значимость полученных результатов. Диссертационная работа на тему «**Кинетика азотнокислотного выщелачивания свинца из галенитсодержащих полиметаллических концентратов месторождения Кони Мансур**» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Насыров Голибшо Тагирович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Отзыв заслушан и утвержден на расширенном заседании научно-технического совета ГНУ «Научно-исследовательский институт промышленности» (протокол № 2 от « 17» октября 2019 года).

Адрес: 734003, г. Душанбе, ул. Айни 259, ГНУ «Научно-исследовательский институт промышленности», E-mail: [niiprom@inbox.ru](mailto:niiprom@inbox.ru) Тел: (+992)-225-61-06.

Старший научный сотрудник  
ГНУ «Научно-исследовательский  
институт промышленности»,  
доктор технических наук по специальности  
02.00.04 - физическая химия,

Юсупов Ш.Т.

Старший научный сотрудник  
ГНУ «Научно-исследовательский  
институт промышленности»,  
кандидат технических наук по специальности  
02.00.01 - неорганическая химия,

Баротов М.А.

Подписи научных сотрудников Юсупова Ш.Т. и Баротов М.А. заверяю:  
Начальник ОК ГНУ НИИП.

Холикзода М.З.

