

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Наимова Носира Абдурахмоновича на тему «Физико-химические и технологические основы комплексной переработки глиноземсодержащих руд Таджикистана способом сульфатизации», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.7 – Технология неорганических веществ

Актуальность темы исследования

Эффективное развитие алюминиевой промышленности Республики Таджикистан требует создания собственных технологий переработки минерального сырья.

Рассматриваемая диссертация посвящена актуальной задаче — разработке новых технологий для переработки минеральных ресурсов Таджикистана, что обусловлено стратегическим курсом страны на ускоренную индустриализацию. В условиях истощения традиционных месторождений бокситов, особое значение приобретает переработка альтернативного сырья, такого как каолины, нефелины, алуниты и мусковит-ставролитовые сланцы, запасы которых на территории Таджикистана оцениваются в миллиарды тонн. Автор предлагает кислотный метод, а именно сернокислотную сульфатизацию, как экономически эффективный способ извлечения оксида алюминия и сопутствующих ценных компонентов из высококремнистого сырья.

Проведение комплексных исследований по переработке местных глиноземсодержащих руд с целью получения сульфата алюминия, криолита и других продуктов представляется крайне актуальным и отвечает задачам развития химической промышленности и обеспечения экономической устойчивости страны.

Цель диссертационной работы

Цель исследования — всестороннее изучение физико-химических и технологических особенностей процесса сульфатизации каолинитсодержащих глин, мусковит-ставролитовых сланцев и флотационного концентрата. Работа направлена на разработку технологии получения ряда алюмосодержащих продуктов, включая сульфат алюминия, алюмокалиевые квасцы и гексафтороалюминат натрия (криолит). Дополнительная задача — рациональное использование побочных продуктов производства плавиковой кислоты для получения фторида натрия, аморфного кремнезёма и жидкого стекла.

Диссертация направлена на создание научно обоснованной, ресурсосберегающей и экологически ориентированной технологии комплексной переработки местного сырья и побочных химических

продуктов с целью получения ценных неорганических соединений, востребованных в промышленности.

Степень разработанности проблемы

Проблематика переработки глиноземсодержащих руд, особенно низкокачественного сырья – таких как каолиновые глины, мусковит-ставролитовые сланцы и нефелины – на протяжении последних десятилетий находится в центре внимания как отечественных, так и зарубежных исследовательских коллективов. Наиболее широко применяемыми методами извлечения оксида алюминия являются щелочной и кислотный способы. При этом традиционный щелочной метод, в силу своей ресурсоёмкости и высокой стоимости, оказывается экономически нецелесообразным для переработки низкокачественного и высококремнистого сырья.

В противоположность этому, сернокислотный способ сульфатизации демонстрирует значительные преимущества, прежде всего благодаря доступности серной кислоты, возможностям её промышленного производства и сравнительно невысокой себестоимости. Мировой и отечественный опыт подтверждает эффективность этого метода при переработке труднообогатимых и низкосортных алюмосодержащих материалов, что позволяет получать не только глинозём, но и сопутствующие ценные компоненты.

В то же время, несмотря на накопленный практический и теоретический материал, существующие технологии сульфатной переработки требуют дальнейшего совершенствования, направленного на повышение извлечения целевых компонентов, снижение энергетических и материальных затрат, а также минимизацию экологических рисков.

Тематика, заявленная в рассматриваемой диссертации, направлена на разработку технологий переработки местных глиноземсодержащих ресурсов Республики Таджикистан. Это придаёт исследованию не только научную, но и важную прикладную значимость в контексте обеспечения сырьевой базы алюминиевой и химической отраслей, сокращения импортной зависимости и укрепления экономической самостоятельности страны.

Таким образом, несмотря на существующую теоретическую и прикладную базу, обозначенная научная задача остаётся актуальной, а предложенное исследование – своевременным и значимым для дальнейшего развития отрасли.

Объекты исследования

В качестве объектов исследования в диссертационной работе выступают каолинитсодержащие глины месторождений «Зидди» и «Чашма-Санг», мусковит-ставролитсодержащие сланцы месторождения «Курговад», а также флотационный концентрат, полученный из данного сырья. Кроме того, в рамках работы изучался побочный продукт химического производства

ООО «ТАЛКО Кемикал» – смесь кремнефтористоводородной и плавиковой кислот, образующаяся при производстве плавиковой кислоты.

Выбор указанных объектов представляется обоснованным как с научной, так и с прикладной точки зрения, поскольку они отражают характерные особенности минерально-сырьевой базы Республики Таджикистан и позволяют решать задачи, связанные с вовлечением в переработку местных техногенных и природных ресурсов.

Достоверность полученных результатов

Достоверность и обоснованность представленных в диссертации результатов подтверждается проведением комплекса экспериментальных исследований с высокой степенью воспроизводимости. Особое внимание уделено статистической обработке экспериментальных данных с применением соответствующих методов анализа, обеспечивающих необходимый уровень доверительной вероятности.

Для повышения надежности выводов автором были проведены многократные повторные испытания, результаты которых продемонстрировали стабильность и согласованность полученных данных. Дополнительно, верификация результатов осуществлялась путём сопоставления данных, полученных различными аналитическими методами, а также путём сравнения с результатами, представленными в научной литературе другими исследователями.

Такой подход обеспечивает высокий уровень научной обоснованности и подтверждает корректность выводов, сделанных в работе, а также их соответствие современному уровню знаний в области переработки глиноземсодержащего сырья.

Практическая значимость работы

Практическая значимость диссертационного исследования определяется разработкой ресурсосберегающих и технологически обоснованных методов комплексной переработки алюминийсодержащего минерального сырья, распространённого на территории Республики Таджикистан. Предложенные в работе технологические решения, основанные на сульфатизационном подходе, позволяют эффективно извлекать широкий спектр ценных продуктов – таких как гидроксид алюминия, глинозём, фторидные соединения и гексафтороалюминат натрия – востребованных в алюминиевой, химической и водоочистной отраслях.

Особое значение имеет разработка технологий получения сульфата алюминия и алюмокалиевых квасцов, которые могут быть использованы в качестве эффективных коагулянтов для водоочистки. Кроме того, в диссертации предложены технологические решения по переработке смеси кремнефтористоводородной и плавиковой кислот (КФВК) с целью получения фторида натрия, аморфного кремнезёма и жидкого стекла, что обеспечивает

дополнительную утилизацию побочных продуктов химического производства.

Разработанные схемы переработки каолинитсодержащих глин, мусковит-ставролитовых сланцев и их флотационных концентратов были успешно реализованы в рамках опытно-промышленных работ и внедрены на производственных площадках ряда предприятий, включая ОАО «ТАЛКО», ОАО «ТАЛКО Кемикал» и ГУП «Душанбеводоканал».

Эффективность полученной продукции подтверждена актами испытаний и сертификацией на различных этапах производственного процесса. К ним относятся коагулянты на основе сульфата алюминия и алюмокалиевых квасцов, гексафтороалюминат натрия (криолит), гидроксид алюминия и жидкое стекло.

Таким образом, результаты диссертационного исследования обладают высокой прикладной значимостью и могут быть использованы для расширения производственного потенциала промышленных предприятий химико-металлургического профиля.

Соответствие паспорту научной специальности

Тематика и содержание диссертационной работы полностью соответствуют паспорту специальности 2.6.7 – *Технология неорганических веществ*. Исследование охватывает такие направления, как разработка научных основ получения неорганических веществ, изучение физико-химических закономерностей химико-технологических процессов, создание ресурсосберегающих технологий с использованием местного сырья и побочных продуктов, утилизация отходов химического производства, совершенствование технологических схем и методов переработки минерального сырья. Работа соответствует пунктам 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9 и 12 паспорта специальности.

Апробация работы

Полученные диссертантом научные результаты прошли широкую апробацию на международных и республиканских семинарах, а также на научно-практических конференциях, что подтверждает высокий уровень значимости и актуальности проведённого исследования. По теме диссертации опубликовано 66 научных работ, из которых 28 размещены в журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, а 4 – в изданиях, входящих в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). В частности, 3 статьи включены в базы данных Scopus и Web of Science, 11 – опубликованы в российских журналах, из которых 2 относятся к категории К1 и 9 – к категории К2, а 17 статей опубликованы в журналах категории К3. Кроме того, 34 работы представлены в материалах международных и республиканских научно-практических конференций.

Диссертантом также изданы 2 монографии, получено 4 малых патента Республики Таджикистан и 1 Евразийский патент на изобретение. В ходе исследования оформлено 9 актов о проведении испытаний продукции и внедрении разработанных технологий, что свидетельствует о практической реализации результатов работы.

Общая оценка работы

Диссертационная работа Наимова Носира Абдурахмановича представляет собой законченный и всесторонне проработанный научно-квалификационный труд, в котором комплексно исследованы физико-химические параметры, термодинамика и кинетика процессов сульфатизации высококремнистых глинозёмсодержащих руд Таджикистана с целью получения ценных продуктов – сульфата алюминия, алюмокалиевых квасцов, криолита, гидроксида алюминия, глинозёма, фторидов алюминия и натрия, аморфного кремнезёма, жидкого стекла и других.

С помощью современных физико-химических методов анализа установлены коагулирующие свойства продуктов переработки, что подтверждает их эффективность для очистки питьевых и сточных вод. В работе разработаны принципиальные технологические и аппаратурно-технологические схемы переработки глинозёмсодержащего сырья и побочных продуктов производства. Проведены опытно-промышленные испытания опытных партий продукции, а также выполнены технико-экономические расчёты, направленные на оценку экономической целесообразности и рентабельности предлагаемых технологий.

Таким образом, диссертация имеет высокую научную и практическую ценность, что делает её значимым вкладом в развитие химико-технологической отрасли и повышение сырьевой независимости Республики Таджикистан.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат диссертационной работы Наимова Носира Абдурахмановича полностью соответствует основному содержанию диссертации. В автореферате корректно и последовательно изложены ключевые положения, основные результаты и выводы исследования, что позволяет получить достоверное представление о научной новизне и практической значимости работы.

Структура и содержание автореферата соответствуют установленным требованиям для данного вида научных публикаций. Оформление списка использованной литературы выполнено в строгом соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертации и автореферат диссертации. Структура и правила оформления» (М.: Стандартинформ, 2012), что свидетельствует о правильности и точности библиографических ссылок.

Общие замечания. При ознакомлении с диссертационной работой Наимова Носира Абдурахмановича были выявлены следующие замечания и вопросы, требующие разъяснения со стороны автора:

1. В лабораторных исследованиях (гл. 2-4 диссертации) отсутствуют сведения о поведении солей алюминия и железа в условиях реального производства, а также данные о скорости фильтрации и стабильности их фазового состава при масштабировании.
2. В разделе 2.3 диссертации рассмотрен процесс, но не приведён расчёт энергозатрат на дегидратирующий обжиг каолиновых глин, что важно для оценки промышленной реализуемости технологии.
3. Несмотря на наличие в составе глинозёмсодержащих руд таких компонентов, как Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO и MgO , их влияние на скорость и полноту реакций сульфатизации не исследовано.
4. В качестве реагента для сульфатизации использовалась серная кислота, однако не рассмотрена возможность применения альтернативных кислот, таких как соляная (HCl) или азотная (HNO_3).
5. В диссертации отсутствуют сравнительные испытания коагулянтов полученные из глинозёмсодержащих руд, с промышленными образцами.
6. В разделе 3.6 рассмотрена технология переработки смеси КФВК и плавиковой кислот, при которой в виде побочного продукта образуется аморфный кремнезём. Однако не проведён детальный анализ механизма гидролиза метасиликата натрия, включая влияние pH и температуры на процесс.
7. При сульфатизации глинозёмсодержащих руд дозировка серной кислоты была практически выбрана на уровне 110 % от стехиометрии. Однако не исследовано, как избыток кислоты влияет на фазовый состав получаемых соединений и вероятность образования нежелательных примесей.
8. В разделах 3.8 и 4.5 указаны оптимальные параметры технологии получения криолита, но не представлены данные о влиянии концентрации фторида натрия на степень извлечения продукта.
9. В процессе щелочной обработки сульфатсодержащего раствора применён гидроксид натрия (NaOH), однако не рассмотрены альтернативные щёлочи, такие как гидроксид калия (KOH) или карбонаты натрия и калия, которые могут быть потенциально применимы с учётом экономических или технологических факторов.
10. Было бы целесообразно провести сравнительный анализ себестоимости производства глинозёма традиционными методами и предложенной технологии для условий Таджикистана.
11. Следовало шире осветить вопросы утилизации побочных продуктов и экологической безопасности.

Однако указанные замечания не снижают общего высокого уровня выполненной работы. Тема диссертационной работы является актуальной и отвечает современным приоритетам развития технологий переработки глинозёмсодержащего сырья с целью получения алюминиевых и фторидных соединений. Представленные в диссертации результаты являются новыми, научно обоснованными и обладают высокой прикладной значимостью.

Основные положения и выводы работы опубликованы в авторитетных научных изданиях, включая статьи, рекомендованные ВАК. Автореферат

полностью отражает содержание, цели и основные результаты проведённого исследования.

Заключение

Диссертационная работа Наимова Носира Абдурахмановича «Физико-химические и технологические основы комплексной переработки глиноземсодержащих руд Таджикистана способом сульфатизации» является завершённым научным исследованием, обладающим высокой актуальностью, научной новизной и практической значимостью и соответствует требованиям пункта 10 Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 28.08.2017 г.), предъявляемым к докторским диссертациям.

Автор диссертации Наимов Носир Абдурахманович заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.7 – «Технология неорганических веществ».

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, и. о.
профессор кафедры «Экология»
факультета «Металлургия и
искусственный интеллект»
Горно-металлургического
института Таджикистана



Разыков Зафар
Абдукахорович

Адрес: 735730. г. Чкаловск, ул. Московская 6,
Республика Таджикистан;
Телефон: (+992) 92-777-44-33;
E-mail: zafarrazykov@mail.ru;

Подпись официального оппонента,
д.т.н., и.о. профессора Разыкова З.А.
удостоверяю:

Начальник управления кадров и правового обеспечения
Горно-металлургического
института Таджикистан



Муминова Д.М.

« 15 » сентября 2025г.