



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
технологический институт
(технический университет)»
(СПбГТИ(ТУ))

Московский пр., д.26, г. Санкт-Петербург, 190013,
телеграф: Санкт-Петербург, Л-13, Технолог,
факс: ректор (812) 710-6285, общий отдел (812) 712-7791,
телефон: (812) 710-1356,
E-mail: office@technolog.edu.ru

№ _____

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный технологический
институт (технический университет)»

Шевчик
А.П.Шевчик

«17» сентября 2021 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию **Олейника Ивана Леонидовича** на тему:
«Повышение глубины переработки фосфатного сырья с попутным извлечением
редкоземельных металлов», представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности
05.16.02 Metallургия чёрных, цветных и редких металлов

1. Актуальность темы диссертации

В настоящее время развитие многих отраслей промышленности напрямую связано с редкоземельными металлами. Российская Федерация входит в четверку стран по количеству разведанных запасов редкоземельных металлов.

Основная часть территориально доступных запасов редкоземельных металлов (РЗМ), расположенных в регионах с развитой инфраструктурой, заключена в месторождениях, где они являются попутными компонентами. Известно, что сырьевая база для многих отраслей химической промышленности истощается и все актуальнее становится вопрос вовлечения в производство как сырья с низким содержанием полезных компонентов, так и отходов производств. Постоянный рост потребности в соединениях РЗМ требует вовлечения в переработку нетрадиционного сырья, например, продуктов

ОТЗЫВ

ВХ. № 368 -9 от 20.09.21
АУ УС

переработки апатитов Кольского полуострова.

Тема диссертационной работы актуальна, так как направлена на разработку технических решений, обеспечивающих переработку фосфатного редкоземельного сырья техногенного происхождения, что предполагает попутное выделение редкоземельных металлов при максимально полной переработке техногенных объектов.

2. Структура и объём диссертации

Диссертация состоит из введения, 4 глав с выводами по каждой из них, заключения, списка литературы, включающего 118 наименований. Диссертация изложена на 112 страницах машинописного текста, содержит 45 рисунков и 25 таблиц.

Структура изложения материалов диссертации полностью соответствует структуре научного исследования, отвечающей ГОСТ на порядок выполнения НИР и представлению отчётных результатов, а также особым требованиям, предъявляемым к представлению научно-квалификационной работы в форме диссертации на соискание учёной степени кандидата наук.

Во введении приведена общая информация о представленной работе, ключевыми моментами которой является обоснование актуальности исследования, формулировка цели, основных задач и научных положений, выносимых на защиту, а также научной новизны и практической значимости выполненной диссертационной работы.

В первой главе выполнен анализ перспектив применения РЗМ в передовых отраслях промышленности; дана сравнительная характеристика традиционных рудных месторождений РЗМ и отвалов фосфогипса, как возможного техногенного источника РЗМ; рассмотрены известные способы переработки РЗМ-содержащего фосфатного сырья, в том числе фосфогипса.

Во второй главе описаны объекты исследований, методы проведения аналитических работ, методики исследовательских испытаний.

В третьей главе приводится анализ физико-химических показателей взаимодействия фосфатов лантаноидов с карбонатами щелочных металлов; выполнена термодинамическая оценка комплексообразования лантаноидов в карбонатных средах, получены кинетические показатели растворения фосфатов РЗМ в карбонатных средах.

В четвертой главе представлены последовательность операций попутного извлечения РЗМ при карбонатной конверсии фосфогипса, условия их проведения; приведена принципиальная схема карбонатной конверсии фосфогипса с получением основной продукции – карбонат кальция и сульфат

щелочного металла (аммония) и попутной продукции – соединений редкоземельных металлов.

В заключении изложены основные научные и практические результаты работы.

3. Основные научные результаты и их новизна

Особого внимания с позиций научного содержания заслуживает комплекс экспериментальных исследований, выполненный с использованием высокотехнологичного аналитического и лабораторного оборудования, позволившего установить закономерности растворимости фосфатов редкоземельных металлов в щелочных карбонатных средах, что позволило получить следующие результаты

1. Выполнена термодинамическая оценка комплексообразования лантаноидов в карбонатных средах, в том числе впервые дана оценка влияния температуры на образование нейтральных, катионных и анионных комплексов.

2. Определены кинетические особенности и лимитирующая стадия растворения фосфатов РЗМ в карбонатных растворах.

3. Показано, что основными факторами, влияющими на извлечение РЗМ в раствор из формы нерастворимых фосфатов, являются концентрация раствора карбоната щелочного металла и температура процесса.

4. Установлено, что при температуре более 90 °С преимущественно образуются карбонатные комплексы РЗМ, устойчивые при избыточном содержании карбонат-иона.

4. Практическая значимость

– Выполнена оценка традиционных рудных месторождений РЗМ и отвалов фосфогипса, как возможного техногенного источника РЗМ. Показано, что по показателю массовой доли РЗМ в пересчёте на оксиды фосфогипс, получаемый при переработке апатитового и некоторых видов фосфоритового сырья можно рассматривать, как техногенный источник лантаноидов.

– Проведены экспериментальные исследования поведения фосфатов РЗМ в карбонатных средах. Установлена практическая возможность перевода фосфатов РЗМ в раствор в форме карбонатных комплексов, что требует избытка карбоната по сравнению с содержанием РЗМ.

– Сформированы основные этапы комплексной переработки фосфогипса карбонатным способом с попутным получением соединений редкоземельных металлов, оборотом карбоната щелочного металла и получением продукции широкого спектра назначения: химически осаждённого карбоната кальция, востребованного в металлургии и отраслях химической технологии и сульфата

щелочного металла, используемого в сельском хозяйстве, металлургии, химической технологии.

– Предложены технические решения, обеспечивающие переработку техногенного фосфатного редкоземельного сырья с получением продукции широкого спектра использования и суммы соединений РЗМ в качестве попутной продукции.

5. Степень обоснованности и достоверности положений, выводов и рекомендаций работы обусловлена использованием известных норм и стандартов для выполнения научно-исследовательской работы с опорой на ранее выполненные исследования и фундаментальные основы изучаемых процессов и систем. Это позволяет говорить о хорошем уровне теоретической проработки и обоснованности, как программы представленного научного исследования, так и его результатов. Обоснованность и достоверность научных исследований и выводов не вызывает сомнений, так как они базируются на использовании основных положений физической химии, современных методов аналитической химии и подтверждаются сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

6. Оформление, публикации и апробация работы

Диссертация имеет чёткую и понятную структуру, хорошо сбалансирована, текст диссертации написан технически грамотным и доступным языком. Автореферат диссертации достаточно полно отображает выполняемые исследования и полученные результаты. Диссертация и автореферат полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к работам на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Научные результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в печатных работах.

7. Замечания по диссертационной работе

1. Чем автор объясняет необходимость проведения карбонизации фосфогипса при большом избытке карбоната и температуре не менее 100 °С?

2. Чем обусловлен выбор редкоземельных элементов, изученных в данной работе?

3. В дальнейших исследованиях рекомендуется провести исследование поведения фосфатов других лантаноидов и более детально изучить поведение церия, учитывая его лёгкое окисление до четырёхвалентного состояния.

4. В диссертационной работе представлены диаграммы состояния тройной системы сульфат калия-карбонат калия-вода при 25 и 90 °С, состоящие при обеих температурах из единственной ветви кристаллизации сульфата калия.

Между тем, ясно, что на равновесной фазовой диаграмме этой системы должно быть, как минимум, 2 ветви при простейшей эвтонической диаграмме растворимости и по одной сингулярной неинвариантной точке — эвтонике.

5. В таблице с приведенными термодинамическими функциями образования карбонатных комплексов РЗМ, значения энтропии образования всех комплексов состава 1:1 практически одинаковы, в то время, как, например, для комплексов состава 1:2 они для разных РЗМ отличаются очень существенно. Нельзя ли пояснить этот результат?

6. Изученные системы весьма сложны по составу, в них протекает одновременно ряд взаимосвязанных реакций. Однако автор изучает их очень ограниченно, выборочно — нередко приводятся даже не реакции, а полуреакции (с участием ионов одного знака, без противоионов). Выбор этот, конечно, понятен — он обусловлен важной практической, технологической составляющей исследования.

Однако на будущее целесообразно более всесторонне изучать весь комплекс физико-химических взаимодействия (привлекая, например, современные методы термодинамического моделирования и расчета), что позволит и более обоснованно и эффективно решить практические задачи по переработке сырья из месторождений, промышленных отходов и др..

7. По тексту диссертации имеется ограниченное количество опечаток и стилистических неточностей.

8. Заключение

Диссертация «**Повышение глубины переработки фосфатного сырья с сопутным извлечением редкоземельных металлов**», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 Metallургия чёрных, цветных и редких металлов, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении учёных степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утверждённого приказом ректора Горного университета от 19.12.2019 № 1755 адм., а её автор, Олейник Иван Леонидович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 Metallургия чёрных, цветных и редких металлов.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации **Олейника И.Л.** обсуждён и утверждён на расширенном заседании кафедры физической химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», протокол № 17 от 17 сентября 2021 года.

Профессор кафедры физической химии,
доктор химических наук


Н. А. Чарыков

Профессор кафедры физической химии,
доктор химических наук


А. А. Слободов

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)».

Почтовый адрес: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 26.

Тел.: +7 (812) 494-92-45 Факс: +7 (812) 712-77-91

e-mail: office@technolog.edu.ru

Чарыков Николай Александрович,
профессор кафедры физической химии.


02.00.04 – физическая химия

Адрес: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 26.

Тел.: +7(812) 494-93-67

e-mail: ncharykov@yandex.ru

Согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.


Н.А. Чарыков

Слободов Александр Арсеньевич,
профессор кафедры физической химии.

02.00.04 – физическая химия

Адрес: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский пр., 26.

Тел.: +7(812) 494-93-67

e-mail: aslobd@gmail.com

Согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.


А.А. Слободов