

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, Кириллова Евгения Владимировича на диссертацию Олейник Ивана Леонидовича на тему: «Повышение глубины переработки фосфатного сырья с попутным извлечением редкоземельных металлов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Общая характеристика работы

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-петербургский горный университет». Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 118 источников, содержит 112 страниц машинописного текста, 45 рисунков, 25 таблиц. Имеются ссылки на работы как отечественных, так и зарубежных ученых. Диссертация написана грамотным научным языком, хорошо оформлена. В целом представленная работа характеризуется последовательностью изложения и внутренним единством, содержит достаточный материал для понимания не только существа, но и деталей исследования. Полученные результаты отвечают поставленным целям и задачам.

Актуальность темы исследований

Работа диссертанта служит решению важной научно-технической проблемы – поиск технологий для создания промышленного производства РЗЭ в Российской Федерации. Для обеспечения потребностей рынка по РЗЭ и их соединениям необходима разработка технологий и организация производства с применением современных прогрессивных методов извлечения и концентрирования из сырья. Одним из видов такого сырья являются фосфогипс.

Актуальность работы связана с тем, что ещё как в Советском Союзе, так и в современной России неоднократно, принимались попытки организации попутного производства РЗЭ из таких продуктов переработки апатитового концентрата как фосфорная кислота и фосфогипс. Несмотря на то, что был проведён большой объём исследовательских и опытных испытаний, технологии не получили широкого промышленного освоения в связи с высокой себестоимостью получаемых концентратов. Большинство известных технических решений переработки фосфогипса с целью извлечения из него ценных компонентов заключаются в сернокислотной обработке фосфогипса и получению из раствора выщелачивания суммарного концентрата РЗМ. Предлагаемые способы не приводят к существенному сокращению количества отвалов. С другой стороны, известна способность редкоземельных элементов образовывать достаточно устойчивые растворимые карбонатных комплексы. Эта особенность была положена в основу разработки технического решения, направленного на попутное извлечение соединений РЗЭ при комплексной переработке фосфогипса карбонатным способом.

Таким образом, разработка технических решений, направленных на сокращение отвалов фосфогипса и включающих попутное получение соединений редкоземельных элементов является актуальной задачей.

ОТЗЫВ

ВХ. № 259-9 от 09.09.21
АУ УС

Научная новизна

Среди основных результатов работы, характеризующихся научной новизной, можно выделить:

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

- определены кинетические особенности и лимитирующая стадия растворения фосфатов РЗМ в карбонатных растворах.

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

- установлено, что при температуре более 50 °С преимущественно образуются карбонатные комплексы РЗМ, устойчивые при избыточном содержании карбонат-иона.

Степень обоснованности научных положений и практическая ценность работы

Многосторонность исследования потребовала использовать различные исследовательские методы: термодинамический анализ выполнен с использованием программного продукта Outotec HCS Chemistry, состав сырья, реагентов и продуктов установлен инструментальными методами анализа, включая спектральный анализ в видимой и инфракрасной областях света, рентгено-флуоресцентный анализ. Автор не только ориентируется в методических особенностях использованных методов, но и корректно интерпретирует результаты исследований.

Теоретические предположения, положенные в основу экспериментальных исследований, подтверждаются полученными опытными данными. Достоверность результатов, полученных при проведении лабораторных экспериментов, доказана их воспроизводимостью, повторяющейся тенденцией экспериментальных зависимостей, непротиворечивостью сведениям, описанным в литературе. Результаты исследований, являются оригинальными в силу крайне небольшого объема информации о поведении фосфатов лантаноидов в карбонатных средах.

Практическая ценность работы заключается в получении следующих теоретических и экспериментальных данных:

- 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.

Замечания по содержанию работы

При анализе диссертационной работы И.Л. Олейник возникли следующие вопросы и замечания:

1. В работе автор рассматривает поведение фосфатов и сульфатов РЗЭ при карбонатной конверсии фосфогипса. Из литературных данных известно, что РЗЭ при полугидратной схеме получения ЭФК преимущественно сокристаллизуются с полугидратом сульфата кальция по механизму изоморфного замещения. В данном случае поведение РЗЭ при карбонатной конверсии будет определяться соответствующим поведением фосфогипса. Оценивал ли автор термодинамику такой системы?

2. Почему для моделирования термодинамики процесса растворения фосфатов РЗЭ использовали моно- и бикарбонатные комплексы РЗЭ, хотя известно, что при концентрации M_2CO_3 2 моль/дм³ и более, наиболее устойчивыми формами являются три- и тетракарбонатные комплексы РЗЭ?

3. В выводах к главе 3 говорится о двух возможных путях реализации карбонизации фосфатов РЗЭ: через непосредственное растворение фосфата РЗЭ или через стадию образования карбоната РЗЭ и его дальнейшее растворение. При этом лимитирующей стадией процесса растворения, по мнению автора, является диффузия растворения осадков лантаноидов. Из текста диссертации не совсем понятно диффузия чего лимитирует общий процесс: подвода исходных веществ, отвода продуктов реакции? О растворении каких осадков идет речь: фосфатов или промежуточных карбонатов?

4. Очевидно, что при конверсии фосфогипса, в исследованном интервале Т:Ж концентрация сульфатов щелочных металлов и аммония в растворе будет составлять десятки граммов в литре. Оценивал ли автор вклад образования двойных сульфатов РЗЭ в такой системе?

5. Из рисунков 4.1, 4.2 нетрудно посчитать, что максимальная суммарная степень извлечения РЗЭ из фосфогипса при карбонатной обработке составит не более 20% при температуре 90 °С и концентрации карбоната щелочного металла 2 моль/дм³. Далее делается вывод, что при температуре 110 °С и концентрации карбоната щелочного металла 2,5±0,5 моль/дм³ удастся добиться практически полного извлечения РЗЭ в карбонатно-сульфатный раствор. Это несоответствие требует пояснения.

6. В тексте диссертации часто отмечается, что конверсия фосфогипса может проводиться раствором карбоната щелочного металла или аммония. Представляется, что конверсия карбонатом аммония при 110 °С будет идти неэффективно, т.к. карбонат аммония разлагается при гораздо меньших температурах. Как автор предлагает решать данную проблему?

7. Принимая во внимание, что защищаемая диссертация направлена на получение автором ученой степени кандидата технических наук, представляет интерес оценка экономической эффективности предлагаемых технических решений. Многие исследователи, при описании технологий карбонатной конверсии фосфогипса, одним из направлений оптимизации и повышения экономической эффективности процесса указывают снижение капитальных затрат и повышение кинетики процесса. Как правило это достигается за счет снижения соотношения Т:Ж и применение газообразных реагентов (

аммиак и углекислый газ). Автор же предлагает увеличить соотношение Т:Ж в среднем в 5 раз и повысить температуру процесса до 110 °С. Проводился ли технико-экономический расчет технологии в сравнении с другими технологиями по карбонатной конверсии фосфогипса.

Следует отметить, что указанные замечания не снижают уровень и ценность диссертационной работы.

Заключение

С учетом актуальности выбранного направления, научной обоснованности, оригинальности и новизны технических разработок, а так же их значения для создания технологии комплексной переработки фосфогипса с извлечением редкоземельных элементов можно сделать вывод, что диссертация «Повышение глубины переработки фосфатного сырья с попутным извлечением редкоземельных металлов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов, соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 19.12.2019 № 1755 адм, а ее автор – Олейник Иван Леонидович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент,
доцент кафедры редких металлов и наноматериалов
Физико-технологического института
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Уральский федеральный университет имени
первого Президента России Б.Н. Ельцина»,

кандидат технических наук

Кириллов Евгений Владимирович

Тел: +7(902)–87–56–481

E-mail: e.v.kirillov@urfu.ru

Адрес: 620002, Свердловская область, город Екатеринбург, улица Мира, дом 19.

Подпись
заверяю



ДОКУМЕНТОВЕД УДАОВ
ФУРОВА А. А.