

ОТЗЫВ

Официального оппонента Тойкка Александра Матвеевича, доктора химических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» на диссертационную работу Олейника Ивана Леонидовича «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

Тема диссертационной работы И.Л. Олейника относится к металлургии чёрных цветных и редких металлов в области разработки новых подходов и создании новых принципов и методов переработки сырьевых ресурсов, включая техногенное сырьё, основанных на детальном исследовании термодинамики и кинетики гидрометаллургических процессов. Работа продолжает исследования в этой практически и теоретически значимой области, проводимые на кафедре физической химии Санкт-Петербургского горного университета.

Актуальность исследования. Известно, что редкоземельные металлы и их соединения находят всё более широкое применение в самых разных отраслях промышленности. Их влияние на структуру сталей и сплавов, повышение эффективности катализаторов и собственная каталитическая активность позволяют считать РЗМ, особенно лёгкой группы, перспективным материалом для создания средств и материалов водородной энергетики и смежных задач. С другой стороны, наращивание мощностей переработки фосфатного сырья, как в области производства фосфорной кислоты и удобрений, так и в области переработки некоторых видов металлургического фосфатного сырья приводит, как известно, к экологическим проблемам, близким к экологической катастрофе, в первую очередь, из-за накопления отвалов отхода производства – фосфогипса. В то же время, основываясь на анализе и обобщении достаточно разрозненных сведений о составе фосфогипса можно полагать, что его можно считать техногенным источником РЗМ; отметим, дополнительно, находящимся в регионах с развитой промышленной базой и инфраструктурой. Разработка технических решений, направленных на снижение отвалов фосфогипса с попутным извлечением соединений редкоземельных металлов является, безусловно, актуальным направлением исследований.

ОТЗЫВ

ВХ. № 367-9 от 20.09.21 1
АУ УС

Научные положения, сформулированные автором, в достаточной мере раскрывают содержание основной цели диссертации, заключающейся в развитии физико-химической теории, представлений о природе неорганического аниона-лиганда, образовании растворимых комплексных соединений иттрия и лантаноидов и практического применения новых результатов в области металлургии РЗМ, а именно – извлечения и разделения лантаноидов при комплексной переработке бедного природного или техногенного сырья.

Научную новизну работы можно характеризовать следующими наиболее важными моментами:

- обобщены и систематизированы сведения о термодинамических константах устойчивости карбонатных комплексов РЗМ; на этом основании вычислены значения энергии Гиббса образования карбонатных комплексов иттрия и лантаноидов;

- представлены результаты математического моделирования с применением литературных и экспериментальных данных, которые позволили установить принципиальную возможность попутного извлечения иттрия и лантаноидов при переработке фосфогипса методом карбонатной конверсии на фосфомел и сульфат щелочного металла или аммония;

К *теоретической значимости* диссертационной работы можно отнести получение новых термодинамических и кинетических данных комплексообразования РЗМ в водных растворах. Полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований, как уже указано, имеют *практическую значимость* и могут непосредственно служить научной основой разработки технических решений в области извлечения соединений редкоземельных металлов при карбонатной конверсии фосфатных отходов. Результаты позволили сформировать основные этапы комплексной переработки фосфогипса 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, а также сульфата щелочного металла, используемого в сельском хозяйстве, металлургии, химической технологии

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации обусловлены применением современных физико-химических и химических методов анализа, математических методов обработки данных и моделирования, сходимостью

теоретических и экспериментальных результатов, значимым объёмом лабораторных исследований.

По теме диссертации опубликованы 2 печатные работы, все в изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science, подана 1 заявка на патент.

Диссертационная работа изложена хорошим языком с использованием общепринятых терминов и определений, полученные результаты логичны и достаточно аргументированы в тексте работы. Текст автореферата соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа Олейника И.Л. *соответствует паспорту специальности* 05.16.02 – *Металлургия чёрных, цветных и редких металлов по пунктам*

4. Термодинамика и кинетика металлургических процессов

5. Металлургические системы и коллективное поведение в них различных элементов.

13. Гидрометаллургические процессы и агрегаты.

1. Рудное, нерудное и энергетическое сырьё.

Замечания и рекомендации

1. Автору следовало не ограничиваться столь небольшим перечнем редкоземельных элементов. Действительно, определенное расширение объектов позволило бы получить и более общие обоснованные выводы.

2. Следовало получить экспериментальное подтверждение рассчитанных значений тепловых эффектов рассмотренных реакций. В настоящее время возможности термохимических экспериментов, причем, на прецизионном уровне, достаточно широки, не только в учреждениях Санкт-Петербурга, но и непосредственно в Горном университете.

3. Полученные значения энергии активации могут указывать на смешанную область, в которой лимитирующей стадией может быть как диффузия, так и собственно химическое взаимодействие. Это требует дополнительного анализа.

4. Полученные значения порядка реакции и энергии активации носят обобщённый характер, т.к. не исследованы физико-химические особенности растворения других малорастворимых соединений РЗМ. Данное замечание практически совпадает с предыдущим, также требуется дополнительный экспериментальный и теоретико-расчетный материал.

5. Очень обобщённо описан процесс извлечения соединений РЗМ из получаемых сульфатно-карбонатных растворов и разделение сульфатно-карбонатных растворов.

Высказанные замечания не снижают хорошего впечатления от работы в целом и носят рекомендательный характер.

С учетом актуальности выбранного направления, научной обоснованности, оригинальности и новизны технических разработок, а также 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.

Доктор химических наук (02.00.04 – физическая химия),
профессор, заведующий кафедрой химической термодинамики и кинетики Института химии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

Александр Матвеевич Тойкка



Адрес: 199034, г. Санкт-Петербург, ул. Университетская набережная, д. 7/9

Телефон: +7(904) 330-46-94

Адрес электронной почты: a.toikka@spbu.ru

Подпись профессора А.М. Тойкка заверяю:

