

Отзыв

официального оппонента на диссертацию Смышляева Дениса Валерьевича на тему: «Разработка технологии извлечения скандия из сернокислых растворов» по специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность избранной темы

Скандий относится к числу наиболее востребованных редкоземельных элементов. Особенность минерально-сырьевой базы России в том, что в основном она представлена комплексными рудами, в которых РЗЭ являются попутными компонентами. Переработку бедного редкоземельного сырья не производят ввиду недостаточной или кажущейся экономической эффективности. Воссоздание редкоземельных производств в условиях внешней конкуренции среды и отсутствия внутреннего рынка может быть основано на вовлечении в производство редких земель альтернативных сырьевых источников. Для скандия такими вторичными источниками являются кислотные растворы переработки титановых или урановых месторождений. Создание научно обоснованных технических решений, направленных на вовлечение в производственный цикл нетрадиционных сырьевых источников РЗМ, включая техногенное сырьё, является актуальным и, в перспективе, обеспечивает решение проблем производства редких и редкоземельных металлов, повышение комплексности использования сырья и существенное снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Характеристика степень разработанности проблемы исследования.

В целом методы и способы переработки вторичных скандий-содержащих сырьевых источников, например красных шламов, являются в достаточной мере изученными, равно как и поведение скандия, как химического элемента в различных средах. Однако существует ряд пробелов в комплексе исследований: технические решения по извлечению скандия из красных шламов не применимы для кислотных растворов переработки титановых или урановых руд или рудных концентратов; результаты фундаментальных исследований поведения скандия в кислых средах не сформированы в прикладной результат или технологию.

Характеристика цели работы. Цель работы в достаточной мере обоснована актуальностью исследования и отсутствием цельных, систематических исследований в направлении разработки технических

решений селективного извлечения скандия из многокомпонентных сернокислых сред.

Задачи исследования в достаточной степени раскрывают пути и методы достижения цели исследования.

Положения диссертации, выносимые на защиту, соответствуют цели и задачам исследования, отражают новизну и практическую значимость исследования.

Научная новизна работы состоит в получении и детальном анализе состава растворов сернокислотной переработки титанового и уранового сырья; установлении закономерностей экстракционного и сорбционного извлечения скандия из многокомпонентных сернокислых растворов; выявлении условий отделения сопутствующих компонентов.

К **теоретической значимости** диссертационной работы можно отнести получение сведений фундаментального характера, описывающих физико-химические особенности поведения скандия в сернокислых многокомпонентных растворах при экстракции и сорбции с применением фосфорорганических соединений с ионообменной и неионогенной функцией.

Полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований имеют **практическую значимость** и составили научную основу разработки технических решений, направленных на повышение эффективности выделения скандия, как попутного продукта из сернокислотных растворов переработки титановых или урановых сырьевых источников.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации обусловлена применением современных физико-химических методов анализа, математических методов обработки данных и моделирования, сходимостью теоретических и экспериментальных результатов, значимым объёмом лабораторных исследований, результаты которых прошли апробацию в опытно-промышленном масштабе.

По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ, в том числе 3 в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК и Аттестационным советом УрФУ.

Общая характеристика работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 150 источников, содержит 143 страницы машинописного текста, 56 рисунков, 39 таблиц. Во Введении обоснована актуальность исследования, сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Первая глава содержит анализ вторичных источников скандия, способов его извлечения и

концентрирования с применением методов сорбции и жидкостной экстракции; аналитический обзор служит обоснованием новизны и оригинальности выполненных исследований. Вторая глава посвящена общему описанию методологии экспериментальных и теоретических исследований. Остальные главы диссертации последовательно раскрывают сущность научных положений, выносимых на защиту.

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

Диссертационная работа Смышляева Д.В. *соответствует паспорту специальности* 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Вопросы

Раздел 2.1.2: с какой целью автор выбирает разные разбавители (стр. 52), тогда как на практике чаще используют керосин?

Раздел 2.2: по какой причине для лабораторных исследований контакт фаз выполнен различными способами (стр. 54-55)?

Согласно каким данным, автор утверждает о связи внешнего вида изотермы экстракции экстрагента (рисунок 3.4) или изотермы сорбции (рисунок 5.4) и селективности экстрагента или сорбента, ведь степень химического сродства обыкновенно обосновывают изменением энергии Гиббса?

Замечания

Раздел 3.2, стр. 62: хотелось бы иметь численную характеристику заявленной степени ассоциации ФОК в органическом растворителе.

Угловой коэффициент зависимости (рисунок 3.3) соответствует стехиометрическому коэффициенту, в который входит сольватное число и количество молекул экстрагента в координации с металлом, откуда собственно сольватное число (s) в комплексе $MR \cdot sHR$ и вычисляют. Согласно этому при записи уравнения 3.1 с учетом углового коэффициента (рис. 3.3) при $(HA)_2$ должен быть коэффициент 2.

Рекомендации

Выбор состава смеси ТБФ и Д2ЭГФК следовало обосновать более подробно, из таблиц и рисунка состав смеси не является очевидным.

Автору следовало обосновать выбор уравнений Ленгмюра и Фрейндлиха (стр. 99) для описания ионообменной сорбции. Для описания ионного обмена предпочтительнее использовать закон действующих масс, а

показатель степени в уравнении Фрейндлиха только указывает на молекулярный или химический характер сорбции.

Математический аппарат и общий методический подход к обработке кинетических зависимостей следовало отразить в методической части диссертации с обоснованием выбора той или иной модели, включая модель Еловича.

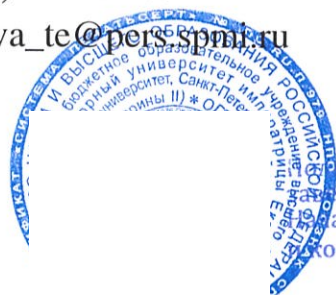
Процесс диффузии, как лимитирующую стадию следовало обосновать по совокупности характеристик: влияние скорости перемешивания или использовать метод прерывания, энергия активации, формальный порядок в уравнении закона действующих масс и т. д.

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

Диссертация Смышляева Д.В. является законченной научно-квалификационной работой, содержащей научно- и практически значимые результаты, как для создания новых технических решений, так и для физической химии соединений редкоземельных элементов. Работа полностью соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», а её автор, Смышляев Денис Валерьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.8. Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Литвинова Татьяна Евгеньевна,
доктор технических наук, профессор, профессор
кафедры общей и физической химии
факультета переработки минерального сырья
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»
199106, г. Санкт-Петербург, ул. 21 линия, д. 2
+7(812) 993-01-03

litvinova_te@pers.spmi.ru



Письмо
подпись: *Т.Е. Литвиновой*
руководитель управления делопроизводства
и контроля документооборота

Е.Р. Яновицкая
17. 03. 2025