ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Литвиновой Татьяны Евгеньевны на диссертационную работу **Кириллова Евгения Владимировича** на тему: «**Разработка сорбционной технологии извлечения редкоземельных элементов из растворов подземного выщелачивания урана**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.02 – Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов

Актуальность темы диссертации

Тенденция развития химико-металлургической отрасли реального сектора экономики России направлена на импортозамещение стратегически важных материалов, к которым относятся редкоземельные металлы и их соединения. Диссертационная работа Кириллова Е.В. посвящена решению актуальной задачи разработки научно-обоснованных технических решений, обеспечивающих извлечение соединений редкоземельных элементов из растворов подземного выщелачивания урана, которые являются перспективным источником РЗМ, не требующим, в отличие от природных месторождений, проведения цикла работ геологических или горных работ.

Научная новизна работы заключается в

- выявленной взаимосвязи между формой существования лантаноида в растворе и степенью извлечения лантаноидов в раствор при выщелачивании минерального сырья и в состав экстракта;

- новых данных по сорбции катионов РЗЭ и сопутствующих элементов (железа, никеля) на поверхности макропористых сульфокатионитов и выявлении условий отделения железа и алюминия от редкоземельных металлов;

- разработке и апробации новых видов экстрагентов для извлечения и разделения соединений редкоземельных элементов.

Практическая значимость работы заключается в разработке ряда технических решений, позволяющих

- выполнить частичное разделение РЗЭ на легкие и тяжелые элементы на стадии выщелачивания;

- извлечь сумму соединений редкоземельных элементов из растворов подземного выщелачивания урановых руд.

Исследования по апробации новых видов экстрагентов перспективны для использования на стадии разделения суммы соединений РЗЭ.

Замечания и рекомендации по работе:

1. Каким образом была получена зависимость констант устойчивости от температуры? В тексте диссертации нет информации о том, какая часть данных получена автором, какие величины получены из анализа литературных источников. Также было бы целесообразно привести графический или экспериментальный материал, уравнения, использованные при расчётах.

2. Из текста диссертации не до конца ясно, на основании чего - литературных данных или дополнительных исследований - автор делает вывод о том, что изменение энтропии является однозначным показателем строения координационного соединения? К тому же, если посчитать по справочным данным изменение энергии Гиббса образования моносульфатного комплекса церия из ионов (в водном растворе), то будет величина от -20,5 до -21,6 кДж/моль (в зависимости от источника энергий Гиббса образования ионов).

3. В ряде устойчивости монокомплексов РЗМ явно не хватает гидроксид-иона. Тем более, что далее автор рассматривает влияние pH на распределение лантаноидов по формам существования.

4. В таблице 11 автор приводит данные по константам равновесия процессов и степени превращения, однако очень сомнительно, что при значениях константы равновесия от 10^{-3} до 10^{-11} можно получить степень превращения около 100 %.

5. Стандартная парциальная молярная энергия Гиббса для комплексных ионов реакции комплексообразования: $MX + nLY \rightarrow ML_nX-(nY)$ (3) получит вид: $\Delta Gm,ML_nX-(nY)° = \Delta rGm° + \Delta Gm,MX° + n\Delta Gm,LY°$, (5) который плохо сочетается с законом Гесса. Возможно, это опечатка?

6. Чем автор объясняет различный диапазон pH (рисунок 48), в котором изучен процесс адсорбции для разных элементов?

7. Автор по тексту никак не связывает конкуренцию реакций сорбции лантаноидов, алюминия и железа (а она явно есть) с термодинамическими параметрами сорбции, предполагая только различия в скоростях протекания реакций. Никаких численных параметров скорости адсорбции тоже нет.

8. Автором изучена экстракция РЗЭ рядом новых экстрагентов, получены новые данные. Однако какова будет финансовая сторона вопроса?

Общая оценка диссертации

Научные положения, выводы, рекомендации практического использования результатов диссертационной работы, сделанные автором, имеют четкое изложение, научно обоснованы, подтверждены значительным объемом теоретических и экспериментальных исследований и апробацией основных технических решений в масштабе укрупненного лабораторного эксперимента.

Выбранные методы экспериментальных исследований и использованные физико-химические методы анализа, включающие как современные и высоконадежные методики, так и классические, отвечают поставленным задачам и позволяют сделать вывод о достоверности полученных результатов.

Диссертация хорошо оформлена, включает большой объем иллюстративного материала. Основное содержание диссертации достаточно полно изложено в опубликованных работах и апробировано на конференциях различного уровня. Автореферат полностью передает содержание диссертационной работы.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой. Материалы диссертации содержат новые научные результаты прикладного значения и научно обоснованные технологические решения, которые можно квалифицировать как имеющие существенное значение для химико-металлургической отрасли, в частности для решения задачи повышения глубины переработки минерального сырья с получением дополнительных видов продукции с высокой добавленной стоимостью.

Сделанные замечания носят частный характер и не снижают общей высокой оценки представленной диссертационной работы.

Диссертационная работа Кириллова Евгения Владимировича является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК Минобрнауки России, а автор диссертации заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.02 - Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов.

Доктор технических наук, доцент,
заместитель заведующего кафедрой общей и физической химии
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

Литвинова Татьяна Евгеньевна

199106, Санкт-Петербург,
21-я линия, д. 2
Телефон: 8 (8
Адрес электронной почты: virnsa@mail.ru; litwinowa@spmi.ru

Подпись Т.Е. Литвиновой
заверяю:
начальник отдела кадропроизводства Е.Р. Яновицкая
"01" 12 2016 г.