

## **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации

**Зинина Дмитрия Сергеевича на тему**

**«Фазовые превращения при попутном извлечении РЗЭ  
из экстракционной фосфорной кислоты»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – Неорганическая химия

Хибинский апатитовый концентрат является важным сырьевым источником редкоземельных элементов (РЗЭ) в России. Основная часть этого концентрата перерабатывается с использованием сернокислотной технологии. В настоящее время при сернокислотной переработке хибинского апатитового концентрата РЗЭ не извлекаются. При использовании полугидратного варианта технологии около 15 отн.% РЗЭ попадает в экстракционную фосфорную кислоту (ЭФК). При переработке полугидратным методом 2 млн. тонн хибинского апатитового концентрата в ЭФК содержится около 3000 т оксидов РЗЭ, обогащённых по сравнению с исходным концентратом иттрием, РЗЭ средней и тяжёлой групп, что определяет актуальность и практическую значимость исследований по разработке методов извлечения РЗЭ, которым посвящена работа Д.С. Зими́на.

В работе:

- впервые в России предложено использовать в качестве сырьевого источника обогащённые РЗЭ осадки, образующиеся при упаривании ЭФК, и исследованы их составы и методы переработки;

- установлено влияние гексафторсиликата натрия на степень осаждения РЗЭ из ЭФК;

- изучен фазовый состав осаждающегося из ЭФК концентрата РЗЭ, показано, что его основой являются сульфаты кальция с различной степенью гидратации и гексафторсиликат натрия;

- предложен и исследован ряд методов переработки осаждающегося из ЭФК концентрата РЗЭ, при этом особое внимание уделено исследованию методов отделения гексафторсиликата натрия, разделения РЗЭ и кальция;

- исследованы закономерности термического разложения смеси оксалатов кальция и РЗЭ, при этом найдено, что получающиеся оксид кальция и оксиды РЗЭ образуют механические смеси;

- усовершенствован рентгено-флюоресцентный метод аналитического определения содержания индивидуальных РЗЭ в исследованных продуктах.

Результаты исследований опубликованы в 8 статьях в научных журналах из перечня ВАК РФ, обсуждались на российских и международных научных конференциях.

Использованные в работе современные физико-химические методы определяют достоверность полученных экспериментальных данных. Особое внимание уделено метрологической оценке точности результатов измерений.

Полученные результаты физико-химических исследований позволили предложить варианты технологических схем переработки осаждающегося из ЭФК концентрата РЗЭ с получением редкоземельных продуктов технической чистоты.

По тексту автореферата диссертации имеется ряд замечаний:

1. Как видно из материалов диссертации (<http://diss.muotr.ru/author/237/>), исследование влияния гексафторсиликата натрия на извлечение РЗЭ из растворов ЭФК в осадок на основе полугидрата сульфата кальция проводилось при температуре 25<sup>0</sup>С, в то время как реальное образование осадка проходит при температуре выше 90<sup>0</sup>С. При этом использовались фосфорнокислые растворы, содержание церия в которых многократно превышало содержание РЗЭ в промышленной ЭФК. Всё это должно сказываться на равновесиях в изучавшихся системах. Следует учитывать, что растворимость фосфатов РЗЭ, как известно, значительно снижается при повышении температуры.

2. Попадание в осадки РЗЭ в виде фосфатов подтверждено рентгенофазовым анализом; доказательств их изоморфной сокристаллизации с образующими осадок сульфатами кальция не приведено.

3. В исходной ЭФК, как известно, сумма РЗЭ обогащена иттрием, РЗЭ средней и тяжёлой групп по сравнению с суммой РЗЭ исходного апатитового концентрата. В осаждённом из ЭФК концентрате такого обогащения нет, что указывает на различную эффективность осаждения отдельных РЗЭ и снижает перспективность использования изучаемых осадков в качестве сырья для производства РЗЭ. Исследование и при возможности преодоление причин различной эффективности осаждения отдельных РЗЭ может стать целью дальнейшего развития рецензируемой работы.

4. Хотя разделение оксидов РЗЭ и кальция в тяжёлых жидкостях может представлять практический интерес, промышленное использование для этого исследованных в работе растворов сахарозы, глицерина и тяжёлых органических жидкостей представляется нецелесообразным.

Автореферат диссертационной работы Зинина Д.С. по актуальности, новизне и практической значимости выполненных исследований соответствует требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней» п.9, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Зинин Дмитрий Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени

кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – Неорганическая химия.

Локшин Эфроим Пинхусович

Главный научный сотрудник лаборатории химии и технологии редкоземельных элементов

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева ФИЦ КНЦ РАН

доктор технических наук, с.н.с., заслуженный изобретатель РФ

05.16.02; 25.00.05

Академгородок, 26а, Апатиты, Мурманская обл., 184209

E-mail [office@chemy.kolasc.net.ru](mailto:office@chemy.kolasc.net.ru)

тел. (815 55) 79-549

Дата 15.06.18

Подпись 

Подпись заверяю.

Подпись   
По месту работы удостоверяю:  
зав. канцелярией  
ИХТЭМС КНЦ РАН  
  
« 15 » июня 2018 г.

