

Отзыв

на автореферат диссертации Еникеевой Марии Олеговны “Формирование в условиях методов «мягкой химии», строение и свойства фаз на основе ортофосфатов $REPO_4$ ($REE = La, Gd, Y$) и их твердых растворов” на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.15 Химия твёрдого тела и 1.4.1 Неорганическая химия.

Работа выполнена на высоком уровне. Для характеристики синтезированных в работе ортофосфатов применялся набор дополняющих друг друга физико-химических методов измерения и анализа их структуры, состава и свойств. Особенно следует отметить высокий уровень проведённых исследований морфологии образцов методами просвечивающей и растровой электронной микроскопии, рентгенодифракционных исследований структуры и микроструктуры, состава образцов методами рентгеновской дифракции, рентгеновской спектроскопии, масс-спектропии, термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии, теплопроводности и микротвёрдости образцов. Для ряда квазибинарных систем ортофосфатов La, Y и Gd построена фазовая диаграмма, определены условия формирования твёрдых растворов разного структурного типа. Полученные результаты опубликованы в авторитетных реферируемых зарубежных и российских журналах и доложены на международных и всероссийских конференциях.

Однако, можно указать некоторые пункты в работе, неудачно сформулированные или представленные или требующие пояснения.

- Аббревиатура REE в химической формуле ортофосфатов редкоземельных элементов неудачна и нестандартна. Обычно используется более короткий стандартный вариант RE , иногда просто латинская буква R .

- Положение 2, выносимое на защиту, сформулировано неудачно и громоздко (“...формируются монокристаллические частицы со структурой рабдофана с внутренними полостями, количество которых зависит от содержания YPO_4 , и с неоднородным распределением атомов лантана и иттрия”). Из написанного сразу же бросается в глаза непонятная “структура рабдофана с внутренними полостями”, а из-за наличия придаточного предложения к “полостям”, следующая характеристика (“неоднородное распределение атомов”) отрывается от слова, к которому оно относится. Нужно бы разделить это предложение на два. Сначала предложение об образовании частиц со структурным типом рабдофана. Потом следующее предложение про характеристики этих частиц, причём сначала о распределении атомов в частицах, затем про полости в частицах.

- В автореферате смешиваются термины кристаллитов (областей когерентного рассеяния рентгеновского излучения, определяемых из результатов рентгеновской дифракции) и частиц (определяемых методами электронной дифракции). В автореферате (например, на с. 8) обсуждаются образование наночастиц в одном предложении, тут же следующее предложение оперирует с кристаллитами. Размеры, этих объектов, которые приводятся (например, 9 – 10 нм на с. 8) не понятно, к чему относятся – к кристаллитам или частицам. Кроме того, при обсуждении наночастиц ксенотима со средним размером 77 нм на с. 18 даётся отсылка к рис. 12. Из-за не слишком хорошего качества изображения, эти частицы трудно распознать. Было бы не лишним их обозначить на рисунке.

- Что такое “монокристаллические (в поперечном сечении) наночастицы” на с. 10. А что, в продольном сечении монокристаллические наночастицы перестанут быть монокристаллами, а будут аморфными (первое, что приходит на ум при таком противопоставлении) или поликристаллическими?

- На с. 14 подчёркивается, что при описании структуры рабдофана удалось определить значение теплового параметра для атомов кислорода, входящих в состав молекул воды. Почему это так важно?

Кроме того, изложение работы в автореферате содержит ряд недостатков, которые, по-видимому, объясняются стремлением сэкономить объём автореферата и опечатками. В частности,

- некоторые используемые символы приведены без названия и пояснения. Например, pH , D , T , P . Почему бы там, где эти символы впервые встречаются (на с. 8 и 9) не дать их названия, соответственно кислотность реакционной среды, средний размер кристаллитов или частиц, температура и давление при синтезе.

- Названия параметров необходимо давать более чётко. Например, на с. 14 символ V_{iso} , расшифровывается как тепловой параметр атомов, тогда как для исследуемой структуры это общий тепловой параметр атомов (речь идёт об общем тепловом параметре V_{iso} атомов кислорода воды и V_{iso} атомов кислорода фосфатных полиэдров).

- Когда речь идёт о сравнении параметров, было бы полезным приводить не только во сколько раз один параметр больше другого, но и величины этих параметров. Например, на с. 14 было бы полезно величины V_{iso} атомов кислорода воды и V_{iso} атомов кислорода фосфатных полиэдров, а на с. 9 – минимальный средний размер кристаллитов монацита.

- Пространственные группы симметрии необходимо приводить в виде, рекомендованном IUCr (Международным союзом кристаллографии) – с номером группы в круглых скобках после символа группы.

- Многие аббревиатуры использованы без расшифровки. Например, БЭТ, ТГ, ДТА, ПЭМ и РЭМ даны без расшифровки, хотя РЗЭ, ГТ-МВ, ГТО и др. расшифрованы. Необходимо давать расшифровку, даже если аббревиатура считается общеупотребительной.

- На Рис. 3, 6, 7а, 8(2), 8(3) и 10 показаны электронномикроскопические изображения, но не указан метод получения, ПЭМ или РЭМ. В некоторых случаях это трудно понять.

- На с. 14 говорится о гидротермально-микроволновой обработке наночастиц с ссылкой на обозначение 3.3' на рис. 8. Однако такого обозначения на рис. 8 нет.

- Множество опечаток, отсутствие необходимых связывающих слов. Например, на с. 9 “превращение частиц со структурой рабдофана в структуру монацита” – очевидно, должно быть ‘превращение...в частицы со структурой монацита’; также на с. 9 “ наночастицы со структурой ксенотима ~5 нм” – очевидно, должно быть ‘...со структурой ксенотима и средним размером ~5 нм’; на с. 14 “...чем для кислорода, связанного с фосфатными полиэдрами’ – очевидно, должно быть ‘чем для кислородов, связанных с...’, ведь такой кислород не один.

Однако, все указанные недостатки и погрешности не умаляют высокую оценку представленной работы. Диссертация и автореферат отвечают требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальностям 1.4.15 Химия твердого тела и 1.4.2 Неорганическая химия (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1 – 2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационная работа оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Еникеева Мария Олеговна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.15 Химия твердого тела и 1.4.2 Неорганическая химия.

Левин Александр Алексеевич,

кандидат физико-математических наук, специальность 01.04.07 – Физика твердого тела,
194021 Санкт-Петербург, Политехническая ул. 26, Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской
академии наук (ФТИ им. А.Ф. Иоффе), старший научный сотрудник, тел. +7 812 292 73 30,
aleksandr.a.levin@mail.ioffe.ru

Я, *Левин Александр Алексеевич*, даю своё согласие на включение моих данных в документы,
связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшей обработкой.

17.09.2025