

## ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу Рахимова Фаруха Каюмовича на тему «**Диаграммы состояния и термодинамические свойства сплавов европия и иттербия**», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности **02.00.04-физическая химия****

За последние полвека европий и иттербий получили широкое применение в современной технике и технологиях промышленного масштаба. Несмотря на то, что среди лантаноидов европий считается одним из самых дорогих, его используют в атомных реакторах, лазерных материалах, электронике и медицине. Редкоземельный металл европий относится к цветным металлам, из которого изготавливаются различные виды проката. Иттербий также применяется в электронике, ядерной энергетике, атомной технике, в производстве термоэлектрических, лазерных и магнитных материалов. Иттербий используется в производстве как газопоглотитель в электровакуумных приборах, а также в радиоэлектронике и в специальных сплавах на алюминиевой основе. Кроме того, смесь окислов иттербия и иттрия добавляют в огнеупоры на основе двуокиси циркония. Исходя из столь разнообразного и значимого в современном мире применения, считаю, что тема диссертационной работы Рахимова Ф.К., посвящённая изучению взаимодействия, построению двойных и тройных диаграмм состояния европия и иттербия с некоторыми элементами периодической таблицы, расчёту термодинамических свойств интерметаллидов с их участием, является актуальной.

Диссертационная работа изложена на 163 страницах компьютерного набора, содержит введение, четыре главы, выводы, список использованной литературы из 113 наименований и приложения. Диссертация иллюстрирована 40 таблицами и 42 рисунками.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследования, показана научная новизна, практическая зна-

чимось работы, а также дано представление об основных положениях, выносимых на защиту, и степени их апробации.

В первой главе приведён литературный обзор, в котором рассмотрены физико-химические свойства европия и иттербия и их применение. На основании анализа литературы составлена таблица по методу Корнилова, в которой приведены данные о степени изученности двойных диаграмм состояния систем европия и иттербия с другими элементами периодической таблицы. В этой же главе соискатель привёл результаты по прогнозу их взаимодействия в жидком и твёрдом состояниях.

Вторая и третья главы посвящены расчётной части исследования.

Во второй главе рассматриваются результаты по построению двойных диаграмм состояния с расщеплением, неограниченной растворимостью и образованием химического соединения между компонентами в системах европия и иттербия с элементами различных групп и подгрупп ПТ.

В третьей главе обосновываются методы и результаты получения значений теплоёмкости, энтропии, энтальпии плавления и образования 52 химических соединений европия и 62 - иттербия. Также диссертантом рассчитаны значения термодинамической активности элементов и избыточной свободной энергии Гиббса из двойных диаграмм состояния монотектического типа систем европия и иттербия с другими редкоземельными металлами.

Четвёртая глава диссертации отражает результаты экспериментов, направленных на исследование взаимодействия в двойной Yb-Sr, квазидвойной  $SrAl_4$ -YbAl<sub>2</sub> и квазитройной Al-YbAl<sub>2</sub>-SrAl<sub>4</sub> системах с построением их диаграмм состояния. Показано, что при построении диаграммы состояния системы Yb-Sr образцы сплавов исследовались рентгенофазовым, металлографическим, дифференциально-термическим методами и измерением микротвёрдости структурных составляющих. В ней подтверждено образование твёрдых растворов, как это было показано соискателем расчётами (гл. II). Диаграмма состояния системы YbAl<sub>2</sub>-SrAl<sub>4</sub> характеризуется образованием эвтектической смеси и широких областей ограниченных твёрдых растворов между компонентами. При

изучении квазитройной системы  $\text{Al-YbAl}_2\text{-SrAl}_4$  диссертант осуществил построение поверхности ликвидуса в области богатой алюминием. В исследованной области концентраций установлено наличие двух невариантных равновесий: эвтектического (E), перитектического (P) и четырёх твёрдых растворов на основе Al ( $e_1\text{Ee}_2\text{Al}$ );  $\text{YbAl}_2$  ( $\text{YbAl}_2\text{pPe}_3$ ),  $\text{YbAl}_3$  ( $\text{pe}_1\text{EP}$ ) и  $\text{SrAl}_4$  ( $\text{SrAl}_4\text{e}_3\text{Ee}_2$ ). Заключительный параграф диссертации посвящён описанию результатов разработки новой технологии генной инженерии (ТГИ) по повышению звукопоглощающих и механических свойств алюминиево-магниевого сплава, легированного цинком и иттербием. Показано, что сплавы системы  $\text{Al-Mg-Zn}$ , легированные лигатурой ( $\text{Al} + 6\% \text{ Yb}$ ), полученной нетрадиционным путём с применением ТГИ, характеризуются лучшими акустодемпфирующими и механическими свойствами.

В целом можно отметить, что диссертант при выполнении работы использовал современные методы и приборы. Этот факт обеспечивает надежность полученных результатов и позволяет считать полученные автором данные достоверными.

В заключении автором сформулированы основные выводы по работе. Они достаточно полно отражают результаты выполненного исследования. Выводы адекватны использованным методам, следуют из полученного экспериментального материала, вполне обоснованы и хорошо отражают научную и практическую значимость диссертации, что дает основание говорить об обоснованности формулируемых диссертантом защищаемых положений.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые построено сорок двойных расчётных диаграмм состояния европия и иттербия с другими редкоземельными металлами. Впервые получены значения параметров взаимодействия европия и иттербия с элементами периодической таблицы, а также термодинамических величин двухкомпонентных 52 химических соединений европия и 62 - иттербия. Впервые рассчитаны константы межчастичного взаимодействия, активности компонентов и избыточная свободная энергия Гиббса в зависимости от концентрации с использованием приближения теории регулярных

растворов для систем Eu(Yb)-РЗМ. Экспериментально построены диаграммы состояния двойной Yb-Sr и квазибинарной  $YbAl_2$ - $SrAl_4$  систем и поверхности ликвидуса квазитройной Al- $YbAl_2$ - $SrAl_4$  методом симплексного планирования.

Все указанные выше результаты, полученные в ходе выполнения данной научной работы, имеют как теоретическое, так и практическое применение, о чём диссертант подробно изложил в своём материале.

Основное содержание диссертации достаточно полно отражено в 26 публикациях, их список приведен в автореферате, который по своей структуре соответствует положениям диссертации.

По представленной диссертационной работе Рахимова Ф.К. имеются следующие замечания и пожелания.

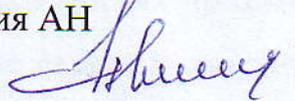
1. Было бы лучше, если автор объединил пункты 2-3 выводов, что привело бы к шести обоснованным выводам.
2. Литература оформлена по правилам, но во 2 и 25 ссылках имеются ошибки при написании фамилии авторов.
3. Жаль, что диссертант не подтвердил экспериментально полученные расчётом значения термодинамических свойств интерметаллидов с участием европия (иттербия) с хотя бы одной подгруппой элементов периодической системы.

Отмеченные недостатки нисколько не умаляют достоинства научной работы Рахимова Ф.К. Грамотное проведение теоретических работ с применением основных методов физико-химического и термодинамического анализов при выполнении данной диссертации указывает о достаточном уровне знаний соискателя. Результаты работы были представлены для обсуждения на многочисленных конференциях и симпозиумах.

Диссертационная работа Рахимова Фарруха Каюмовича на тему: «Диаграммы состояния и термодинамические свойства сплавов европия и иттербия» является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на высоком научном уровне. Полученные результаты достоверны, выводы обоснованы. Работа написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. По

актуальности, поставленным целям и задачам, объему проведенных исследований, новизне полученных результатов, их научной и практической значимости настоящая работа полностью отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Рахимов Ф.К., заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 - физическая химия.

Официальный оппонент, к.х.н., директор  
Государственного научно-экспериментального  
и производственного учреждения АН  
Республики Таджикистан

 Эшов Б.Б.

Подпись к.х.н. Эшова Б.Б. заверяю.  
Инспектор ОК Государственного  
научно-экспериментального  
и производственного учреждения  
АН Республики Таджикистан



Назарова М.И.

18 мая 2015 года