

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук Седельникова Дениса Владимировича на тему: «Тройные интерметаллиды, содержащие индий, рутений и редкоземельный элемент: синтез, кристаллические структуры, физические свойства» по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Работа Седельникова Д.В. посвящена получению новых тройных интерметаллических соединений и изучению их физико-химических свойств. Работа актуальна т.к. направлена на получение новых интерметаллидов с уникальными магнитными свойствами, которые проявляются только в интерметаллических соединениях.

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, результатов исследования, обсуждения, выводов, списка цитируемой литературы и приложений (12 стр.), изложена на 153 страницах машинописного текста, содержит 73 рисунка и 51 таблицы. Список литературы включает 137 наименований.

Во **введении** обоснована актуальность исследования, сформулированы цели и задачи работы, научная новизна, предмет исследования и методы исследования.

В **литературном обзоре** приведены данные об исходных веществах, проведена систематизация фазовых диаграмм R-In и R-Ru, где R — редкоземельный элемент. Рассмотрено строение тройных соединений в системах R-Ru-In и их свойств. Заканчивается литературный обзор выводами, в которых диссертант обобщает литературные данные и обосновывает предмет исследования диссертационной работы.

В **экспериментальной части** работы описаны методика приготовления сплавов и методы исследования полученных образцов.

В главе **результаты исследования** приведены данные о строении и свойствам полученных интерметаллических соединений.

В главе **обсуждение результатов** обобщены данные о строении синтезированных фаз и известных из литературных данных по другим интерметаллическим соединениям.

В **заключении** приведены основные выводы по выполненной работе.

В диссертационной работе получены и изучены новые тройные соединения в системах R-Ru-In ($R = \text{Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$).

В результате выполнения работы синтезировано 114 сплавов в системах R-Ru-In ($R = \text{Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) и R-Ru-Al ($R = \text{Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm}$). Впервые получено и охарактеризовано 29 новых соединения. Для 10 соединений определены области их существования. Для 8 новых соединений получены монокристаллы и расшифрованы их кристаллические структуры. Для остальных 21 соединения расшифрованы кристаллические структуры по порошковым данным

методом Ритвельда. Определены температуры плавления и характер плавления для всех полученных соединений. Для ряда соединений изучены их магнитные свойства. Определено строение синтезированных фаз и установлена зависимость строения от содержания редкоземельного элемента. Все соединения в системах R-Ru-In (R = Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu) распределены по трем группам в зависимости от строения и содержания редкоземельного иона. Установлено, что температура плавления изоструктурных соединений увеличивается при увеличении порядкового номера редкоземельного иона. Выделены особенности формирования структур трех групп соединений. Установлено, что соединения $\text{Nd}_{26}(\text{Ru}_x\text{In}_{1-x})_{17}$, $\text{Dy}_{26}(\text{Ru}_x\text{In}_{1-x})_{17}$ при $x = 0.47$ и $\text{Gd}_6\text{Ru}_2\text{In}$ являются ферромагнетиками, а интерметаллическое соединение $\text{Pr}_{23}\text{Ru}_7\text{In}_4$ – спиновым стеклом в области криогенных температур.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в том, что экспериментальные данные по магнитным свойствам могут найти применение в качестве теоретических моделей, описывающих магнитные свойства соединений на основе редкоземельных элементов. Найденные ферромагнетики могут найти применение в качестве легирующих добавок к постоянным магнитам, увеличивающие величины коэрцитивных сил материалов. Кристаллографическая информация о полученных соединениях вошла в структурную базу CCDC/FIZ и будет служить справочным материалом для прогнозирования и направленного синтеза новых интерметаллических соединений.

В целом работа выполнена на высоком экспериментальном и научном уровне. Приведенные в работе новые экспериментальные данные не вызывают сомнений, т.к. получены с использованием современных методов исследования. Выводы работы вполне обоснованы. Работа грамотно написана и оформлена. Однако, по работе можно сделать следующие замечания:

1. Из текста диссертации не ясно в каком виде брали исходные металлы (слиток, порошок). Как смешивались исходные металлы?
2. Как контролировалась гомогенность сплавов после плавления шихты и полученных сплавов после отжига при определенной температуре?
3. В диссертации отмечается, что при плавлении шихты редкоземельные металлы частично могут испаряться. Испарение контролировали повторным взвешиванием после плавки и если наблюдали испарение, то добавляли металл. Как устанавливали какой металл испарялся?
4. Согласно приведенным в работе экспериментальным данным по магнитным измерениям, редкоземельные элементы в сплавах имеют степень окисления +3. А какая степень окисления других металлов?
5. В автореферате и диссертации приведены вычисленные и экспериментальные рентгенограммы многих сплавов после уточнения структур методом Ритвельда. Однако, рисунки приведены в мелком масштабе и трудно оценить однофазность образцов. По данным локального рентгеноспектрального анализа в сплавах присутствуют и другие фазы. Учитывали ли вклад второй фазы при уточнении структур методом Ритвельда.

6. В диссертации отсутствует обсуждение магнитных свойств с позиции строения фаз.
7. В диссертации имеются ряд опечаток и неточных выражений. Например, подписи к рис. на стр. 67, 68, 89, 119 можно найти только на следующей странице текста.

Высказанные замечания не влияют на общую положительную характеристику работы, которая выполнена на высоком уровне. Содержание автореферата и публикаций полностью отражают содержание работы.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.4.1 – «неорганическая химия» (по химическим наукам), а также критериям, определенным п. п. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Седельников Денис Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – «неорганическая химия».

Официальный оппонент:

доктор химических наук,

профессор кафедры химической технологии и новых материалов.

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

ЛАЗОРЯК Богдан Иосипович

Контактные данные:

тел.: +7(495)939-21-38, e-mail: lazoryak@tech.chem.msu.su

Специальность, по которой официальным оппонентом

защищена диссертация: 02.00.01 – Неорганическая химия (хим. науки)

Адрес места работы:

119991, Москва, Ленинские горы, д.1 стр. 3

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования

«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Тел.: +7(495)939-21-38, e-mail: bilazoryak@gmail.com

«3» декабря 2024 г.

Подпись сотрудника Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
Лазоряка Б.И. удостоверяю: