

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Масумы Мардани «Фазовые равновесия в трехкомпонентных системах Fe-P3M-C и Fe-P3M-{Co, Ni} и термодинамические свойства фаз», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 19.11.2019.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 16.09.2019, протокол №11.

Диссертация выполнена в научно-исследовательском центре «Термохимия материалов» федерального автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»).

Научный руководитель – к.т.н. Хван Александра Вячеславовна, директор НИЦ «Термохимия материалов» НИТУ «МИСиС».

Научный консультант – к.х.н. Фартушная Юлия Викторовна, доцент кафедры «Сертификации и аналитического контроля» НИТУ «МИСиС».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 11 от 16.09.2019) в составе:

1. Бокштейн Борис Самуилович, профессор, д.ф-м.н., профессор кафедры физической химии НИТУ «МИСиС»;

2. Белов Николай Александрович, профессор, д.т.н., главный научный сотрудник кафедры обработки металлов давлением НИТУ «МИСиС»;

3. Прокошкин Сергей Дмитриевич, профессор, д.ф-м.н., главный научный сотрудник кафедры обработки металлов давлением НИТУ «МИСиС»;

4. Успенская Ирина Александровна, доцент, д.х.н., профессор кафедры физической химии Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова;

5. Гавричев Константин Сергеевич, д.х.н. заведующий лабораторией термического анализа и калориметрии Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН.

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела Российской академии наук (ИФТТ РАН).

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Впервые построены диаграммы состояния трехкомпонентных систем Fe-{La, Ce}-C и Fe-{La, Ce}-{Co, Ni} во всей области концентраций, которые представлены в виде проекций поверхностей ликвидус и солидус, диаграмм плавкости, изотермических сечений и схем реакций при кристаллизации;

- Построена диаграмма состояния ограничивающей бинарной системы Fe-La, которая существенно отличается от предложенной в литературе. Наличие соединений, как и расслоение в жидкой фазе, в отличие от предыдущих работ, в данной работе не подтвердилось. Показано, что система La-Fe относится к простому эвтектическому типу. Кроме того, показано, что жидкая фаза в

метатектической реакции $(\delta\text{Fe}) \rightleftharpoons \text{L} + (\gamma\text{Fe})$ содержит ~50 ат. % La, в то время как согласно литературным данным она намного меньше;

- Измерены энтальпии образования фазы Лавеса-С15 Fe_2Ce и тройной фазы $\text{Fe}_{13.3-11.0}\text{Mn}_{3.7-6.0}\text{Ce}_2$ (τ_1) системы Fe-Mn-Ce методом калориметрии сброса. Показано, что энтальпия образования тройной фазы τ_1 , которая имеет тот же тип кристаллической структуры, что и $\alpha\text{-Fe}_{17}\text{Ce}_2$, имеет более положительные значения, чем ромбоэдрическая модификация $\beta\text{-Fe}_{17}\text{Ce}_2$. При этом гексагональная низкотемпературная модификация $\alpha\text{-Fe}_{17}\text{Ce}_2$ не наблюдалась.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- Найдено новое бинарное соединение $\text{Ce}_5\text{Ni}_{19}$, определена его кристаллическая структура как ромбоэдрическая (структура типа $\text{Ce}_5\text{Co}_{19}$, *hR72-R-3m*) Показано, что данное соединение образуется по перитектической реакции $\text{L} + \text{CeNi}_5 \rightleftharpoons \text{Ce}_5\text{Ni}_{19}$ при температуре 1123 °C;

- Показано, что фаза $(\gamma\text{Fe,Ni})$ играет доминирующую роль в формировании фазовых равновесий в тройной системе Fe-Ni-La, область ее первичной кристаллизации занимает наибольшую часть поверхности ликвидус, а поверхность солидуса системы характеризуется сосуществованием $(\gamma\text{Fe,Ni})$ -фазы с практически всеми фазами ограничивающих бинарных систем, кроме $\text{La}_5\text{Ni}_{19}$ и LaNi_3 .

- Установлено наличие замкнутого разрыва смешиваемости в жидкой фазе в тройной системе La-Fe-C. Показано, что тройное соединение $\text{La}_{3.67}\text{FeC}_6$ (τ) образуется по перитектической реакции $\text{L} + \beta\text{LaC}_2 + \text{La}_2\text{C}_3 \rightleftharpoons \tau$ при температуре 1250 °C и принимает участие в равновесии с большинством фаз ограничивающих бинарных систем;

- Показано, что тройное соединение в системе Fe-Ce-C образуется в твердом состоянии при температуре выше 1100 °C. Определен его точный состав $-\text{Fe}_{23}\text{Ce}_{29}\text{C}_{48}$;

- Установлено, что изоструктурные фазы Лавеса CeFe_2 и CePM_2 (ПМ = Co, Ni) (структура типа MgCu_2 , *cF24-Fd-3m*) образуют непрерывные ряды твердых растворов $\text{Ce}(\text{Co,Fe})_2$ и $\text{Ce}(\text{Fe,Ni})_2$ при температуре солидус;

- Установлено, что изостехиометрические соединения $\text{Ce}_2\text{Fe}_{17}$ (структура типа $\text{Zn}_{17}\text{Th}_2$, *hR57-R-3m*) и $\text{Ce}_2\text{Co}_{17}$ (структура типа $\text{Th}_2\text{Ni}_{17}$, *hP38-P6₃/mmc*) образуют непрерывный ряд твердого раствора $\text{Ce}_2(\text{Co,Fe})_{17}$ при температуре солидус и при 900 °C;

- Показано, что тройное соединение $(\text{Co,Fe})_{17}\text{La}_2$ (τ) в системе Fe-Co-La образуется по перитектической реакции $\text{L} + \text{LaCo}_{13} + \text{LaCo}_5 \rightleftharpoons \tau$ при температуре ~1000 °C и имеет широкую область гомогенности от 46 до ~78 ат. % Co при температуре солидус. Установлено, что область гомогенности тройного соединения расположена вдоль изоконцентраты 11 ат.% La, а не 15 ат.% La как было показано ранее;

- Впервые определены энтальпии образования фазы Лавеса Fe_2Ce , а также тройной интерметаллической фазы $\text{Fe}_{13.1-11.0}\text{Mn}_{3.9-6.0}\text{Ce}_2$ различного химического состава методом калориметрии сброса.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- Полученные данные о строении диаграмм состояния трехкомпонентных систем Fe-{La, Ce}-C и Fe-{La, Ce}-{Co, Ni}, структуре и свойствах сплавов формируют теоретический фундамент, необходимый для разработки конструкционных и функциональных материалов с заданным и управляемым комплексом свойств. Они позволяют осознанно выбрать оптимальное содержание основных и легирующих компонентов и условия термообработки материалов. Полученные данные пополняют базы данных по фазовым равновесиям и могут быть использованы в справочных изданиях.

- Результаты, полученные в данной работе, представляют собой надежные данные о способе образования, концентрационных и температурных интервалов существования интерметаллических соединений, что является необходимым справочным материалом для разработки методов синтеза однофазных поликристаллических и монокристаллических материалов с целью изучения физических и химических свойств и поиска областей применения новых материалов на их основе.

Оценка достоверности результатов исследования подтверждается использованием современных методик исследования, аттестованных измерительных установок и приборов, а также применением метода планирования эксперимента и статистической обработки экспериментальных данных. Результаты работы доложены и обсуждены на трех международных конференциях, а также опубликованы в международных рецензируемых журналах.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном проведении экспериментов и исследований, обработке и анализе полученных результатов, сопоставлении их с литературными данными, представлении докладов на научных конференциях. Постановка цели и задач диссертационной работы, обсуждение полученных результатов, формулировка основных положений и выводов, а также подготовка статей совместно с научным руководителем Хван Александрой Вячеславовной.

По материалам диссертационной работы соискатель представил 11 опубликованных работ, в том числе 7 статей в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК РФ и базы Web of Science/Scopus, тезисы к докладам, представленным на трех международных конференциях.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ «МИСиС» соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Мардани Масумы соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней на основании выполненных автором исследований:

Впервые построены диаграммы состояния трехкомпонентных систем Fe-{La, Ce}-C и Fe-{La, Ce}-{Co, Ni} во всей области концентраций, которые

представлены в виде проекций поверхностей ликвидус и солидус, диаграмм плавкости, изотермических сечений и схем реакций при кристаллизации.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Масуме Мардани ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 5____, против 0____, недействительных бюллетеней 0____.

Председатель Экспертной комиссии



Бокштейн Б.С.