

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Палачевой Валерии Валерьевны на тему "Влияние состава и режимов термической обработки сплавов на основе системы Fe-Ga на их структуру и функциональные свойства", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Исследуемые в данной работе сплавы Fe-Ga относятся к группе функциональных материалов с особыми магнитными свойствами. Интерес к этим сплавам обусловлен тем, что они обладают очень большой магнитострикцией насыщения λ_s в относительно слабых магнитных полях и при комнатных температурах, что делает их перспективными материалами для применения, в частности, в преобразователях энергии, в электромеханических и сенсорных системах и устройствах и т.п.

Известно, что в сплавах Fe-Ga в стабильном и, в особенности, в метастабильном состоянии может формироваться достаточно широкий спектр неупорядоченных и упорядоченных фаз на основе ГЦК, ОЦК и ГПУ решеток (A_2 , $D0_3$, B_2 , $L1_2$, $D0_{19}$), и что максимальные значения λ_s наблюдаются при концентрациях вблизи границ областей $A_2 - D0_3$ и $D0_3 - L1_2$ фаз ($\approx 18-19\%$ Ga и $\approx 25-27\%$ Ga). При этом на величину и знак коэффициента магнитострикции, в числе прочих факторов, оказывает влияние расположение атомов в структурах фаз. Отсюда вытекает, что на магнитные свойства изделий из сплавов Fe-Ga должен оказывать большое влияние технологический процесс их изготовления, определяющий виды, количество, кинетику и строение формирующихся фаз. Учитывая, что в основном эти фазы являются метастабильными и образуются в ходе существенно неравновесных процессов, установление кинетических путей фазовых превращений важно для понимания особенностей формирования микроструктуры и, как следствие, физических свойств сплавов. Интерес к этой области исследований подтверждается большим количеством публикаций в отечественной и зарубежной научной литературе.

Исследования, представленные в диссертационной работе В.В.Палачевой, направлены на установление закономерностей протекания фазовых превращений в двойных сплавах Fe-Ga в интервале концентраций Ga от 8 до 30 %, кинетики распада метастабильных фаз, особенностей фазовых превращений в сплавах на основе системы железо-галлий, дополнительно легированных РЗМ, Al и NbC. Важно отметить, что для исследования фазового состава и кинетики фазовых превращений В.В.Палачева применила экспериментальные методики, позволяющие получать информацию о кинетике изменения микроструктуры и фазовых превращениях в неравновесных состояниях, непосредственно в ходе развития этих процессов. Здесь особый интерес представляет использованный метод нейтронного структурного анализа массивных образцов. Следует также обратить внимание, что для исследований диссертантом были получены сплавы почти двух десятков составов с концентрацией галлия, изменяющейся в наиболее важном концентрационном диапазоне 13 – 30 % Ga с шагом в 1 – 1,5 %. Это позволило провести очень подробное и тщательное исследование.

Практическое применение результатов диссертационной работы для совершенствования составов и технологий получения сплавов с повышенными значениями магнитострикции и достаточно высокими механическими свойствами представляется весьма перспективным. В связи с этим тематика и основное направление диссертационной работы В.В.Палачевой являются, безусловно, актуальными.

К числу основных результатов работы диссертационной работы В.В.Палачевой можно отнести следующее.

1. Получены новые данные об особенностях и кинетике фазовых превращений в сплавах системы Fe-Ga. Установлено, что эти превращения имеют многостадийный характер, включающий на разных этапах фазовые переходы 1 и 2 родов. Здесь особый интерес представляет установленные в работе для сплавов с концентрацией Ga 27 – 28 % особенности фазового перехода между ОЦК и ГЦК упорядоченными фазами через промежуточные неупорядоченные состояния по схеме $D0_3 \rightarrow A_2 \rightarrow A_1 \rightarrow L1_2$. Это любопытное свидетельство роли энтропийного фактора, препятствующего развитию ФП 1. Для сплава с 19 % установлены условия и температурные диапазоны развития фазового превращения $A_2 \leftrightarrow D0_3$. Результаты исследований получили обобщение в виде температурно-временной карты фазовых превращений от метастабильного к равновесному состояниям. Для установления температурных границ фазовых переходов результативно использованы температурные зависимости внутреннего трения.

2. Установлены механизмы и особенности влияния на фазовый состав и магнитострикцию сплавов железо-галлий малых добавок третьего элемента: РЗМ, Al и NbC. Показано, что легирование элементами Tb и Er (до 0,5 %) стабилизирует упорядоченную структуру и значительно повышает значения магнитострикции за счет образования на границах зерен сетки включений, образованных содержащей РЗМ фазой.

Практическая значимость работы состоит в разработке составов и режимов термической обработки сплавов с гетерофазной структурой, образованной двумя ферромагнитными фазами с противоположными знаками константы λ_s . Величина и знак результирующей магнитострикции таких ферромагнитных композитов может управляться за счет изменения напряженности внешнего магнитного поля. В этом случае магнитострикция становится активным свойством, что может представлять большое интерес для различных приложений. Большое значение имеют также и разработанные способы стабилизации метастабильной $D0_3$ структуры, что способствует формированию высоких значений магнитострикции сплавов на основе системы Fe-Ga.

По тексту автореферата можно сделать следующие замечания.

1. На стр. 10 автореферата (последний абзац) отмечено, что в работе найдены "...температурно-временные интервалы формирования равновесных и неравновесных фаз при изотермических выдержках ... для сплавов с содержанием Ga менее 20 %" и получены данные, корректирующие положение линий предельной растворимости Ga в A2 решетке на общепринятых равновесных диаграммах состояния. Это очень важный результат, однако в тексте автореферата он никак не пояснен и не проиллюстрирован.

2. Было бы крайне важно провести сопоставление результатов работы с расчетными данными, полученными методами компьютерного моделирования устойчивых структурных состояний с различной степенью упорядочения атомов компонентов

Несмотря на сделанные замечания диссертация В.В.Палачевой оставляет хорошее впечатление новизной, объемом и важностью полученных результатов. Работа выполнена на современном научном оборудовании, методически правильно построена, исследования характеризует системный подход к решению поставленных задач и поэтому достоверность полученных результатов и выводов не вызывает сомнений. Основное содержание диссертации с достаточной полнотой опубликовано в отечественных и зарубежных научных изданиях и доложено на научных конференциях.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа на тему "Влияние состава и режимов термической обработки сплавов на основе системы Fe-Ga на их структуру и функциональные свойства" представляет собой законченный научно-квалификационный труд, обладает актуальностью, научной новизной, научной и практической значимостью, удовлетворяет требованиям п. 9 Положения "О порядке присуждения ученых степеней", предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Палачева Валерия Валерьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Доктор физики-математических наук
(специальность 01.04.07),
профессор,
профессор кафедры физики



Левин Даниил Михайлович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования "Тульский государственный университет"
Адрес: 300012, г. Тула, пр. Ленина, 92.
Телефон: +7 (4872) 25-79-28
Email: danlevin48@gmail.com

Подпись Д.М.Левина заверяю

