

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сунь Лиина «Закономерности структурообразования и особенности мартенситного превращения в сплавах систем Mn-Cu и Fe-Mn», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Научной темой диссертационной работы Сунь Лиина является изучение закономерностей структурообразования и особенностей мартенситного превращения в сплавах систем Mn-Cu и Fe-Mn. Интерес к данным материалам обусловлен их хорошими механическими свойствами (высокой прочностью и пластичностью при относительно низком удельном весе), высокой демпфирующей способностью, эффектом памяти формы при сравнительно низкой себестоимости производства.

В настоящее время усилия материаловедов направлены на изучение особенностей мартенситных превращений в данных сплавах для улучшения их функциональных и механических свойств. Однако имеющихся сведений явно недостаточно для управления свойствами этих материалов. В частности, отсутствуют систематические сведения об эволюции структуры аустенита в сплавах системы Mn-Cu с высоким содержанием Mn после разных режимов старения, а также о влиянии дополнительного легирования хромом на спинодальный распад Mn-Cu аустенита при старении. Полученные с помощью методов дифференциальной сканирующей калориметрии и внутреннего трения экспериментальные данные о мартенситных превращениях в сплавах Mn-Cu и Fe-Mn не дают информации ни о кинетике фазового перехода, ни о структуре материала при повышенных температурах. Кроме того, практически отсутствует информация об эволюции дефектов кристаллической решетки в мартенситной и аустенитной фазах и их объемной доли в сплавах системы Fe-Mn при термоциклировании. Поэтому работа Сунь Лиина, посвященная заполнению данных пробелов, представляет интерес как с научной, так и с практической точек зрения.

В диссертации Сунь Лиина исследовалось несколько актуальных задач материаловедения: 1) анализ эволюции структуры аустенита в сплавах системы Mn-Cu с высоким содержанием Mn после разных режимов старения, а также выяснение роли дополнительного легирования хромом на спинодальный распад аустенита; 2) изучение особенностей мартенситного превращения в сплавах систем Mn-Cu и Fe-Mn в режиме *in situ* и анализ взаимосвязи между параметрами мартенситного превращения и структурой материала; 3) анализ эволюции дефектов кристаллической решетки в мартенситной и аустенитной фазах и динамика их объемной доли в сплавах Fe-Mn с содержанием марганца от 15 до 26 мас.% при термоциклировании через интервал мартенситного превращения и в сплавах Mn-Cu при термоупругом мартенситном превращении и дополнительном легировании хромом. Диссертант успешно выполнил поставленные задачи, при этом была получена важная и интересная информация.

Хотелось бы отметить комплексный подход к исследованию структуры и мартенситных превращений в сплавах на основе Mn-Cu и Fe-Mn. Использовались как традиционные методы исследования (СЭМ-EBSD, ПЭМ, вибромагнитная магнитометрия,

механическая спектроскопия и калориметрия), так и методы рассеяния нейтронов (дифракция и малоугловое рассеяние) с использованием уникальных современных спектрометров в ведущих научных центрах. Использование нейтронного излучения, обладающего большой проникающей способностью, при решении подобных материаловедческих задач позволяет получать объемные структурные характеристики материала, которые не подвержены искажениям из-за поверхностных эффектов и локальных флуктуаций состава.

Все это позволило получить новые, оригинальные результаты. В частности, установлены закономерности протекания спинодального распада аустенита в сплавах на основе системы Mn-Cu и описано формирование и эволюция кластерной структуры, что позволяет прогнозировать влияние старения на получаемые структуры и критические температуры фазовых превращений. В сплаве Fe-15Mn с  $\alpha'$ - и  $\varepsilon$ -мартенситами определена последовательность фазовых переходов в режиме реального времени методами дифракции нейтронов и вибрационной магнитометрии и обнаружено превращение  $\varepsilon \rightarrow \alpha'$ , которое не отмечалось ранее в литературе. Также показано, что термоциклирование приводит к быстрому увеличению плотности дислокаций и микродеформации из-за значительного объемного эффекта бездиффузионных переходов в сплавах на основе системы Fe-Mn.

По результатам проведенных исследований опубликовано 6 статей в высокорейтинговых научных журналах. Автореферат изложен ясным, четким языком и хорошо иллюстрирован, замечаний по его оформлению и содержанию нет. На основании автореферата полагаю, что Сунь Лиина заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Кандидат физ.-мат. наук (01.04.07 – физика твердого тела),  
начальник сектора Лаборатории нейтронной физики имени И.М. Франка  
Объединенного института ядерных исследований  
141980 г. Дубна, Моск. обл. ул. Жолио-Кюри, 6  
E-mail: gizo@nf.jinr.ru



/ Бокучава Гизо Дазмирович /

"Подпись к.ф.-м.н., Г.Д. Бокучава заверяю"

Ученый секретарь ЛНФ имени И.М.Франка, ОИЯИ  
кандидат физ.-мат. наук



/ Худоба Дорота Марта /