

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фортуну Анастасии Сергеевны
«Особенности формирования ферромагнитной τ -фазы в сплавах системы Mn-Al, легированных Ga и V, в массивном и быстрозакалённом состояниях»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – «Физика конденсированного состояния»

Отзывы на автореферат

Диссертационная работа Фортуну А.С. посвящена актуальной проблеме современного материаловедения - разработке безредкоземельных постоянных магнитов на основе метастабильной τ -фазы системы Mn-Al. В условиях растущего спроса на высокоэнергетические магниты для электротранспорта и возобновляемой энергетики, а также ввиду нестабильности рынка редкоземельных металлов, поиск альтернативных материалов является крайне востребованной задачей. В этом контексте представленная работа, безусловно, обладает высокой научной и практической значимостью. Автореферат полно и структурированно отражает содержание диссертации, позволяя составить четкое представление о выполненной работе.

Автором проведен масштабный комплекс экспериментальных и теоретических исследований, направленный на установление закономерностей фазовых переходов, особенностей микроструктуры и их влияния на магнитные свойства легированных галлием и ванадием сплавов Mn-Al в различных состояниях. Наиболее существенными и новыми научными результатами, на мой взгляд, являются:

1. **Выявление принципиальных различий в последовательности фазовых превращений между массивными и быстрозакалёнными образцами сплава $Mn_{55}Al_{36}Ga_9$.** Автором впервые установлена полная схема

переходов, протекающих при нагреве быстроохлаждённых лент, включая аномальный переход $\varepsilon \rightarrow \gamma_2$ и последующее растворение фазы (β -Mn), что указывает на повышение термодинамической стабильности τ -фазы при легировании галлием.

2. Установление физической природы снижения намагниченности насыщения в быстрозакалённых лентах Mn-Al-Ga. С помощью просвечивающей электронной микроскопии и расчётов методом DFT автором впервые показано, что причиной этого является высокая плотность дислокаций с вектором Бюргерса $\frac{1}{2}[111]$, приводящих к формированию антифазных границ с антиферромагнитной конфигурацией. Этот результат представляет собой значительный вклад в понимание структурных дефектов в интерметаллических соединениях.

3. Демонстрация влияния ванадия на фазовую стабильность. В работе убедительно показано, что легирование 3% V (в отличие от Ga) снижает термодинамическую стабильность τ -фазы, сужает область её гомогенности и повышает критическую скорость закалки. Особый интерес представляет обнаруженный гистерезис температуры Кюри в сплаве $\text{Mn}_{53}\text{Al}_{44}\text{V}_3$, что впервые наблюдается для данной системы легирования и указывает на возможный фазовый переход первого рода, требующий дальнейшего изучения.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Она обеспечена использованием комплекса взаимодополняющих высокоточных методов исследования (ДСК, РСА, РЭМ, ПЭМ, вибромагнитометрия), корректным применением программных пакетов для термодинамических и зонных расчётов, а также воспроизводимостью результатов. Основные выводы работы логично вытекают из представленных экспериментальных данных. Автореферат написан ясным и структурированным языком, содержит все необходимые разделы. Содержание диссертации в полной мере отражено в публикациях, включая статьи в ведущих рецензируемых журналах (Journal of Alloys and Compounds, Journal of Magnetism and Magnetic Materials).

В качестве положительных сторон работы можно отметить:

1. Четкую формулировку положений, выносимых на защиту, которые конкретно и лаконично отражают основные научные достижения.
2. Глубокий и всесторонний анализ фазовых превращений, позволяющий установить сложную последовательность переходов в различных условиях обработки.
3. Практическую ценность полученных результатов для разработки технологических режимов получения постоянных магнитов.

Вместе с тем, при ознакомлении с авторефератом возникло озамечание:

1. В автореферате не уточняется, проводилась ли количественная оценка объемной доли τ -фазы методом Ритвельда, или использовался метод сравнения интегральных интенсивностей. Для многокомпонентных и метастабильных систем, как в данной работе, точность количественного фазового анализа критична для корректных выводов. Было бы полезно видеть эту информацию.

В качестве вопросов и пожеланий, носящих дискуссионный характер, хотелось бы отметить следующее:

1. В автореферате для сплава $Mn_{53}Al_{44}V_3$ указана максимальная объемная доля τ -фазы в быстрозакалённой ленте (92,8%), достигнутая после отжига при 300 °С. При этом для массивного образца того же состава максимум (91,6%) достигнут при отжиге при 500 °С. С чем, по мнению автора, связано столь значительное снижение температуры, необходимой для формирования максимального количества τ -фазы в быстрозакалённом состоянии?

2. В положениях, выносимых на защиту, утверждается о "гистерезисе температуры Кюри" для сплава $Mn_{53}Al_{44}V_3$. Однако в тексте автореферата не раскрыт физический механизм, приводящий к такому эффекту в этом конкретном составе. Указывается лишь, что он не наблюдался

для других систем легирования. Чем авторы объясняют это явление, и планируются ли дальнейшие исследования его природы (п. 10 на стр. 22)?

3. На стр. 16 указывается, что для быстрозакалённых лент $Mn_{51}Al_{46}V_3$ после отжига при $500^{\circ}C$ была обнаружена τ -фаза, в отличие от массивного образца того же состава. Не могли бы авторы более подробно объяснить этот эффект с позиции влияния скорости охлаждения на смещение границ области гомогенности τ -фазы?

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки работы. Автореферат написан хорошим научным языком, хорошо структурирован и иллюстрирован. Основные результаты опубликованы в ведущих рецензируемых журналах и апробированы на международных конференциях.

Диссертационная работа Фортун Анастасии Сергеевны представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком экспериментальном и теоретическом уровне. По актуальности, научной новизне, объёму и практической значимости полученных результатов она полностью соответствует критериям, установленным п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – «Физика конденсированного состояния».

Доцент Отделения материаловедения

Инженерной школы новых производственных технологий

Томского политехнического университета

К.т.н., Ваулина Ольга Юрьевна

Дата отзыва

Адрес: г. Томск, пр. Ленина, д.50

Телефон: 8(3822)606-153

Адрес электронной почты: kolgay@tpu.ru

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ТПУ

В. Д. НОВИКОВА


02.09.2026