

## ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу Валиуллина Андрея Илдаровича «Фазовые превращения и эффект памяти формы в быстrozакристаллизованных мелкозернистых сплавов на основе системы NiAl», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

В металловедении доминирующая парадигма, включающая триаду: состав-структура-свойства, нацелена на создание материалов с заданными свойствами, указывая одновременно и главные ресурсы для реализации цели. Общность парадигмы, потребность в новых материалах и громадное число комбинаций составов и технологических условий обеспечивают актуальность материаловедческой тематики применительно к любому из направлений подобных исследований. В русле сказанного, рецензируемая работа несомненно **актуальна**, так как относится к направлению, нацеленному на создание сплавов с эффектом памяти формы, находящим широкое применение, на базе NiAl и относительно недорогих сплавов на его основе. Акцент же на мелкозернистости исследуемых образцов, отраженный в названии работы, диктуется целью улучшения их пластических свойств.

Касаясь вкратце **структурь диссертации**, отмечу лишь, что из пяти глав первая содержит литературный обзор и постановку задач исследования, вторая глава посвящена материалам и методикам исследования, а три последние главы освещают весьма содержательные оригинальные результаты комплексного экспериментального исследования свойств системы NiAl и сплавов на ее основе.

**Методология и идеология исследования.** Изготовление основного ансамбля образцов проводилось с использованием скоростной кристаллизации методом спиннингования расплава, позволяющим

практически на три порядка снизить размеры зерен до значений  $D \sim 1 \text{ мкм}$  по сравнению с крупными зернами литых образцов  $D \sim 1 \text{ мм}$ .

Поскольку в основе эффекта памяти формы лежат мартенситные превращения с высокой степенью обратимости, центральное место в работе занимало изучение особенностей прямого превращения при охлаждении из высокотемпературной фазы (аустенита) с упорядоченной решеткой B2 в низкотемпературную L1<sub>0</sub> (мартенсит) и обратного превращения L1<sub>0</sub>  $\rightarrow$  B2 при нагревании.

Варьирование химического состава образцов создавало условия для формирования упорядоченных фаз, например типа A<sub>5</sub>B<sub>3</sub> и A<sub>2</sub>B, что требует изучения влияния выделения частиц таких фаз на мартенситные превращения.

И, наконец, получение базы данных об особенностях структуры, фазового состава, режимов термической обработки и их влияния на эффект памяти формы достигалось использованием широкого комплекса измерений, включающего электронную микроскопию, рентгенографию, измерение микротвердости, резистометрию (на установке созданной автором) и магнитные измерения.

К числу наиболее значимых **результатов**, на мой взгляд, относятся:

-получение из расплава методом спиннигования мелкозернистых образцов для бинарных и легированных систем Ni-Al и системы Co- Ni-Al, обладающих термоупругим мартенситным превращением;

- обоснование выбора режимов стабилизирующего отжига сплавов на основе анализа построенных автором диаграмм распада мартенсита и аустенита;

-вывод о позитивном влиянии легирования кобальтом системы Ni-Al для реализации термоупругого мартенситного превращения, способствующем подавлению процессов распада, связанных со сверхструктурными упорядочениями;

-подтверждение ожидаемого эффекта увеличения пластичности в мелкозернистом состоянии материалов по сравнению с крупнозернистым состоянием литых образцов;

-результаты исследования магнитных свойств сплавов (включая магнитострикцию системы Co-Ni-Al).

Кроме того, оппонент отмечает большой объем выполненных экспериментальных исследований и высокое качество литературного обзора. Из того внимания, которое обращено автором в обзоре вопросу о магнитоуправляемом эффекте памяти формы, по мнению оппонента, видно, что автор надеялся обнаружить этот эффект в изученных сплавах. Хотя этого и не произошло, но усилия потрачены не зря, так как, с одной стороны, пополнена база данных, а с другой стороны, обогатился его опыт исследователя, обладающего, несомненно, высокой квалификацией.

**Достоверность** результатов работы не вызывает сомнений. Она обеспечивается использованием представительного комплекса взаимно дополнительных современных хорошо апробированных экспериментальных методов в рамках ясно очерченной и критически осмысленной постановки цели исследования, воспроизводимостью результатов, внутренней непротиворечивостью работы и согласием с известными литературными данными.

Оппонент подтверждает **практическую и научную значимость** работы, связанную с разработкой сплавов на основе Ni-Al, обладающих относительно высокими температурами термоупругих мартенситных превращений, а также способов стабилизации этих сплавов, подтвержденных патентом РФ.

Работа, на мой взгляд, свободна от каких-либо существенных недоработок, тем не менее, полезно прояснить **ряд вопросов:**

1. В работе не определен критический размер зерна, при котором возможно подавление мартенситного превращения. Планируется ли такое исследование?
2. При определении пластичности ленточных образцов мелкозернистых сплавов в работе, на мой взгляд, следовало бы, для полноты, привести и данные исследований на растяжение.

3. Проводилось ли сравнение изменений для разных сторон ленточных образцов при испытаниях на изгиб?

Разумеется, поставленные вопросы ни в коей мере не ставят под сомнение высокую оценку диссертационной работы.

Основные результаты диссертационной работы достаточно полно представлены в научной печати в виде 18 научных публикаций, включая 15 статей в журналах, входящих в перечень ВАК РФ и один патент РФ. Оппонент подтверждает точность приведенных в диссертации ссылок на работы автора.

Работа прошла достаточную апробацию, ее результаты доложены на 20 представительных российских и международных научных конференциях.

Работа написана хорошим языком, логика изложения материала соответствует поставленным целям.

Автореферат адекватно отражает содержание диссертации.

### **Заключение**

Содержание диссертации полностью соответствует формуле специальности 05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, п. 2 «Теоретические и экспериментальные исследования фазовых и структурных превращений в металлах и сплавах, происходящих при различных внешних воздействиях» и п. 9 «Разработка новых принципов создания сплавов, обладающих заданным комплексом свойств, в том числе для работы в экстремальных условиях» паспорта специальности 05.16.01, а также критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным п. 9 **«Положения о порядке присуждения ученых степеней»**, утвержденного Правительством РФ от 24 сентября 2013 г. № 842. На использованные в диссертации результаты других авторов, в том числе, полученные при проведении совместных исследований, диссидентом, в работе даны соответствующие ссылки. Личный вклад автора в диссертационную работу у

оппонента не вызывает сомнений. Автореферат соответствует содержанию и основным научным положениям работы.

Диссертация А.И. Валиуллина «Фазовые превращения и эффект памяти формы в быстrozакристаллизованных мелкозернистых сплавов на основе системы NiAl» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые результаты, хорошо известные научной общественности, причем, часть результатов уже востребована практикой.

Считаю, что автор диссертации Андрей Илдарович Валиуллин несомненно **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Официальный оппонент

доктор физ.- мат. наук

(специальность 01.04.07), профессор,

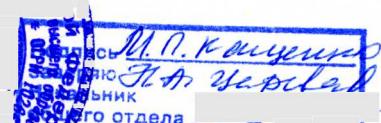
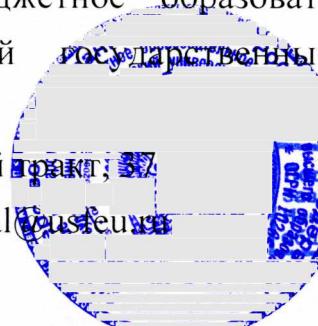
заведующий кафедрой физики Кащенко Михаил Петрович

2 июня 2017г

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет»

620100, Екатеринбург, ул. Сибирский проезд, 57

Тел.: 8 (343)-254-65-06, E mail: general@ulstu.ru



*С отзывом однокомиссией 07.06.2017.*

*/Валиуллин А.И./*

**СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ**  
кандидатской диссертации А.И. Валиуллина  
«Фазовые превращения и эффект памяти формы в быстrozакристаллизованных  
мелкозернистых сплавах на основе системы Ni-Al»

Кащенко Михаил Петрович;  
доктор физико-математических наук, профессор;  
физико-математические науки, специальность 01.04.07-физика твердого тела (ныне-физика конденсированного состояния);  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет», Институт транспорта и технологических систем;  
заведующий кафедрой «Физика»;  
почтовый адрес: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт 37;  
тел.: (343) 254-65-06, 261-45-51;  
e-mail: [general@usfeu.ru](mailto:general@usfeu.ru) ; [mpk46@mail.ru](mailto:mpk46@mail.ru)

**Список**

основных публикаций официального оппонента в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет в сфере исследований, которым посвящена диссертация:

1. Кащенко М.П., Латыпов И.Ф., Чащина В.Г. Соотношение скоростей волн, контролирующих формирование тонкопластинчатого  $\alpha$ -мартенсита, и модуляция структуры двойников превращения // Письма о материалах. 2017. т.7. №2. с.146-150.
2. Кащенко М.П., Чащина В.Г. Кристаллодинамика образования  $\varepsilon$ -мартенсита с габитусом  $\{443\}_\alpha$  в титане // Известия высших учебных заведений. Физика. 2016. т.59. № 10. с.51-55.
3. Кащенко М.П., Чащина В.Г. Перспективные варианты инициации роста стержневидных кристаллов  $\alpha$ -мартенсита в сплавах железа тремя источниками упругих волн // Металловедение и термическая обработка металлов. 2016. т. 731. № 5. с. 9-13.
4. Кащенко М.П., Латыпов И.Ф., Чащина В.Г. Наследование тензора деформации управляющим волновым процессом в области зарождения мартенсита на примере Fe-Ni сплавов // Известия вузов. Физика. 2016. Т.59, №5 С.128-129.
5. Кащенко М.П., Чащина В.Г. Динамическая теория возможных морфологических признаков нанокристаллов аустенита, формирующихся при  $\alpha$ - $\varepsilon$ - $\gamma$  – превращении в сплавах Fe-Ni- путем деформации и перетасовки плоскостей  $\{110\}_\alpha$  // Физика металлов и металловедение. 2015. Т.116. вып. 9. с. 899-907.
6. Кащенко М.П., Чащина В.Г. Возможность волнового управления формированием двойникованного аустенита в процессе образования бейнитного феррита// Физика металлов и металловедение. 2015. Т.116. вып. 4. с. 339-347.
7. Кащенко М.П., Чащина В.Г. Динамическая теория морфологических признаков кристаллов  $\varepsilon$ - и  $\gamma$ -фаз, включая ориентационные соотношения Хэдли-Брукса при  $\alpha$ - $\varepsilon$  и  $\alpha$ - $\varepsilon$ - $\gamma$  – мартенситных превращениях // Физика металлов и металловедение. 2015. Т.116. вып.10. с. 1011-1018.
8. Кащенко М.П., Чащина В.Г. Описание морфологических признаков при  $B2 \rightarrow B19$  мартенситном превращении в рамках концепции управляющего волнового процесса // Физическая мезомеханика. 2014. Т. 4. № 17. с. 69-76.

9. Kashchenko M. P., Chashchina V. G. Crystons: BASIC IDEAS AND APPLICATIONS// Letters on materials. 2015. V.5. №1 . P.82-89.
10. Кащенко М.П., Чащина В.Г. Динамическая интерпретация формирования параллельных тонкопластинчатых кристаллов мартенсита в сильных магнитных полях// Металловедение и термическая обработка металлов. 2014. №7. С. 3 -7
11. Кащенко М.П., Чащина В.Г. Описание морфологических признаков при B2-B19 мартенситном превращении в рамках концепции управляющего волнового процесса// Физическая мезомеханика- 2014. – Т.17. №4. С. 69-76.
12. Кащенко М.П., Чащина В.Г. Описание ориентаций границ двойников II типа при B2-B19 мартенситном превращении в динамической теории// Физическая мезомеханика- 2014. – Т.17. №5. С.63-70.
13. Кащенко М.П., Чащина В.Г. Ключевая роль двойников превращения при сравнении результатов кристаллогеометрического и динамического анализа для тонкопластинчатого мартенсита //Физика металлов и металловедение. 2013. Т. 114. № 10. – С. 894-898.
14. Кащенко М.П., Чащина В.Г. Оценка эффективной скорости роста пластины бейнитного феррита в динамической теории //Физика металлов и металловедение. 2013. Т. 114. №3. С. 290-294.
15. Кащенко М.П., Чащина В.Г. О применимости концепции управляющего волнового процесса к B2→R-martensitному превращению в B2-сплавах никелида титана//Известия высших учебных заведений. Физика. 2013. Т. 56. № 7. С. 76-81

Подпись

/Кащенко М.П./

Дата 3 июня 2017г.

Ученый секретарь

Ученого совета УГНТУ

/Сапегина С.Г./