

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор УдмФИЦ УрО РАН,  
доктор ф. м. наук, профессор

  
М.Ю. Альес

« 6 » сентября 2021г.

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертационную работу Дышлюк Марии Александровны  
«Закономерности калориметрических эффектов в твердых растворах внедрения металл-  
водород, железо-углерод и железо-азот», представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
05.16.09 – Материаловедение (в металлургии)

#### **Актуальность темы выполненного исследования**

Применение высокочувствительной дифференциальной сканирующей калориметрии является одним из наиболее перспективных методов при исследованиях структурно-фазовых превращений в различных материалах. Благодаря многим достоинствам этот метод нашел свое применение в разных направлениях науки и технологий, в том числе и при исследованиях влияния водорода на структуру и свойства кристаллических (в частности, сталей) и аморфных сплавов. Кроме того, расширение знаний о процессах, протекающих при нагреве сталей, позволяет корректировать режимы их химико-термической обработки. Недостаточное количество исследований в этой области определяет актуальность целей и задач диссертационной работы Дышлюк М.А.

#### **Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации**

В диссертационной работе выявлены общие закономерности калориметрических эффектов при нагреве сплавов различного состава до и после наводороживания, природа высокотемпературного эндотермического пика, отвечающая за декомпозицию образовавшихся гидридных фаз.

Проведены калориметрические исследования конструкционных низкоуглеродистых сталей, по результатам которых выявлен двухступенчатый переход из перлитного состояния и обратно, присущий только данным сталям, определены критические точки и соответствующие тепловые эффекты. Подобные исследования на цементованном и азотированном слоях проведены, по-видимому, впервые.

Обоснованность и достоверность полученных в диссертационной работе экспериментальных результатов при решении поставленных задач обусловлены использованием современных методов анализа материалов, корректностью обработки данных и многократной воспроизводимостью результатов, которые не противоречат подобным работам других авторов.

### **Научная новизна**

В диссертационной работе проведено исследование влияния водорода на калориметрические эффекты при нагреве и охлаждении, в результате которых были определены величины тепловых эффектов при превращениях в аморфных сплавах с водородом и металлогидридах. Обнаружены высокотемпературные эффекты, обусловленные деструкцией гидридных фаз и выходом водорода из сплава. Также предложены механизмы их декомпозиции в среде низкого парциального давления водорода.

С помощью прецизионных экспериментальных методик определены величины калориметрических эффектов и критических точек при нагреве и охлаждении доэвтектоидных низкоуглеродистых легированных сталей 12Х2Н4, 20Х3МВФА и 38Х2МЮА. Впервые исследованы калориметрические эффекты в цементованном слое сталей 12Х2Н4, 20Х3МВФА и азотированном слое стали 38Х2МЮА.

### **Значимость результатов для науки**

Диссертационная работа содержит новые достаточно информативные результаты, расширяющие представления о взаимодействии водорода с исследуемыми материалами, образовании в них гидридоподобных фаз и их разложении с одновременным выходом водорода.

Исследования низкоуглеродистых конструкционных сталей показали новые особенности, протекающие в межкритическом интервале температур, имеющие двухстадийный характер.

### **Практическая значимость**

Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования М.А. Дышлок, в части прецизионного определения критических точек (при нагреве и охлаждении) и калориметрических эффектов в легированных низкоуглеродистых конструкционных сталях, используются при назначении и корректировке режимов химико-термической и окончательной термической обработок. В приложениях диссертации приведены акты применения результатов диссертационной работы.

### **Оценка содержания диссертации и автореферата**

Объем и содержание диссертационной работы по степени научной новизны и практической значимости удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертация и автореферат диссертации изложены понятным языком, грамотно и в логической последовательности. Автореферат диссертации и публикации в полной мере отражают содержание работы. Основные результаты по теме диссертационной работы представлены в 23 научных публикациях, из них 7 статей в журналах, рекомендуемых ВАК РФ, и 1 статья в журнале, индексируемом в базе Scopus.

### **Соответствие диссертационной работы паспорту специальности**

По своей цели, задачам, содержанию, методам исследования и научной новизне диссертационная работа соответствует формуле паспорта специальности 05.16.09 - Материаловедение (в металлургии), пункту 1 «Теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий», пункту 2 «Установление закономерностей физико-химических и физико-механических процессов, происходящих на границах раздела в гетерогенных структурах» и пункту 6 «Разработка и совершенствование методов исследования и контроля структуры, испытание и определение физико-механических и эксплуатационных свойств материалов на образцах и изделиях».

### **Замечания по диссертации**

1. Разделение литературного обзора диссертации по отдельным главам представляется не очень удачным решением (глава I – аморфные сплавы, в основном на основе системы Ni-Ti, оригинальная часть – глава III, глава IV – гидриды титана, глава V – сплавы Nb-N и Ta-N, глава VI – легированные стали). Это не позволило сразу сформулировать надлежащим образом постановку задач диссертационной работы. Кроме того, в

литературном обзоре основную часть представляют работы достаточно «старые» (из 138 работ всего лишь 25 – позднее 2010 г., из них 18 – руководителя работы, профессора Спивака Л.В.).

2. Сформулированные в диссертации положения в значительной степени больше напоминают полученные результаты.
3. В диссертации одним из базовых (и интересных !) подходов по выявлению особенностей и многостадийности процессов при нагреве сплавов с водородом и без является аппроксимация наблюдаемых на DSK кривых тепловых эффектов набором различающихся по температуре и величине подпиков, соответствующих различным стадиям. Однако при этом остаётся неясным (по крайней мере, из текста диссертации и автореферата), каким образом в рамках используемого программного обеспечения проводилось это разложение, какие функции (например, Гаусса или Лоренца) при этом использовались, как оценивалась степень достоверности и значимости. Отмеченное особенно важно, поскольку при этом определялись температуры начала и конца превращений и величины тепловых эффектов на различных стадиях и делались выводы о кинетике и механизмах наблюдаемых изменений при нагреве.
4. Было бы желательно и более наглядно на полученных дифрактограммах, в частности, для сплавов TiNiCu, сразу приводить штрих-диаграммы возможных фаз (гидрида титана, мартенсита, аустенита), особенно это касается иллюстраций превращений мартенситного типа с различной структурой (B19 и B19').
5. Применительно к деструкции гидрида титана не очень понятно, что такое «перестройка атомов водорода» (стр. 55).
6. При обсуждении результатов исследования гидрида титана (глава IV) в различных средах (форвакууме и чистом аргоне) было бы правильно сразу использовать их основное различие – парциальное давление кислорода как физический (термодинамический) параметр системы, определяющий в том числе возможность образования оксидных фаз.
7. Выводы о подавлении мартенситного превращения в сплавах системы TiNiCu при введении водорода и наличием ультрамелкого зерна требует подробного обсуждения и дополнительных исследований.
8. В списке литературы (стр. 148) дважды приводится одна и та же ссылка ([105]≡ [107]).

Однако указанные замечания не влияют на в целом положительную оценку выполненной работы и не ставят под сомнение основные выводы диссертации.

### Заключение

Диссертационная работа Дышлюк М.А. «Закономерности калориметрических эффектов в твердых растворах внедрения металл-водород, железо-углерод и железо-азот» является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему, и по форме и содержанию отвечает требованиям п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор, Дышлюк Мария Александровна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в металлургии).

Отзыв на диссертационную работу Дышлюк М.А. «Закономерности калориметрических эффектов в твердых растворах внедрения металл-водород, железо-углерод и железо-азот» обсужден и принят на научном семинаре Научного центра металлургической физики и материаловедения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (протокол № 5 от « 02 »        сентября        2021г.).

Руководитель Научного центра металлургической физики  
и материаловедения УдмФИЦ УрО РАН,

д.ф.-м.н.

Ученый секретарь НЦ МФМ,

к.ф.-м.н.

 В.И.Ладыанов

 И.В.Стерхова