

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель директора по научной работе
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Институт металлургии и
материаловедения им. А.А. Байкова
Российской академии наук (ИМЕТ РАН),
член-корреспондент РАН.



" 30 " ноября 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Хаткевича Владимира Марковича

«Структура и механические свойства ферритных коррозионностойких сталей после высокотемпературного объемного азотирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Диссертационная работа Хаткевича В. М. посвящена комплексному исследованию структуры и механических свойств ферритных коррозионностойких сталей после высокотемпературного объемного азотирования. Ферритные коррозионностойкие хромистые стали обладают хорошим сочетанием механических, технологических и функциональных свойств, а также невысокой стоимостью по сравнению с коррозионностойкими сталями других классов. Однако, их существенным недостатком является низкая прочность. Повышение прочностных свойств позволит расширить область их применения. Поэтому упрочнение ферритных коррозионностойких сталей методом высокотемпературного объемного азотирования является **актуальной задачей**.

Диссертационная работа Хаткевича В. М. состоит из введения, 4 глав, общих выводов и списка литературы из 96 источников.

Целью диссертационной работы Хаткевича В. М. являлось изучение закономерностей влияния высокотемпературного объемного азотирования и дальнейшей термической обработки на структуру, фазовый состав и механические свойства

ферритных коррозионностойких сталей в широком интервале температур и определение на этой основе режимов их упрочняющей химико-термической обработки.

В первой главе представлен аналитический обзор литературы по теме диссертационной работы, в котором рассмотрены известные данные о взаимодействии азота с химическими элементами, формировании структуры и свойств сталей и сплавов при поверхностном и объёмном азотировании. Анализируется химический состав сталей, перспективных для высокотемпературного азотирования.

Во второй главе обоснован выбор ферритных сталей и сплавов для проведения высокотемпературного объёмного азотирования и описаны образцы, эксперименты и методики исследований.

В третьей главе описана кинетика процесса насыщения азотом ферритных коррозионностойких сталей типа X17 – X25 при высокотемпературном объёмном азотировании, установлено влияние химического состава на скорость насыщения, растворимость азота, фазовый состав и структуру. Также определены режимы объёмного азотирования для достижения сквозного и равномерного насыщения азотом листовых образцов ферритных сталей 08X17T и 15X25T.

В четвёртой главе описано влияние отжига после высокотемпературного объёмного азотирования на фазовый состав, структуру и механические свойства при температурах 20 и 700 °С, определены оптимальные режимы отжига после высокотемпературного объёмного азотирования для получения комплекса высоких механических свойств ферритных сталей.

Научную новизну диссертационной работы составляют следующие результаты. Впервые проведены систематические исследования структурно-фазовых превращений и определены механические свойства высокохромистых ферритных коррозионностойких сталей после высокотемпературного объёмного азотирования и отжига. Показано, что высокотемпературное объёмное азотирование с последующим отжигом тонкостенных образцов (0,5 мм) из сталей ферритного класса 08X17T и 15X25T позволяет сформировать во всём сечении структуру с дисперсными выделениями нитридов, что обеспечивает повышение статической прочности в 1,8 – 2,5 раза и циклической прочности в 1,4 – 1,5 раза при температурах испытания от 20 до 700 °С. Установлены закономерности эволюции структуры и изменения механических свойств стали 08X17T при высокотемпературном объёмном азотировании и отжиге в интервале температур 400 – 700 °С. Показано, что прочность азотированной стали после отжига определяется соотношением твердорастворного и дисперсионного упрочнения: высоким содержанием азота в мартенсите и аустените после отжига при низких температурах (400 – 500 °С) и

выделением частиц нитридов Cr_2N различной дисперсности при повышении температуры отжига до 550 – 700 °С.

Практическая значимость диссертационной работы Хаткевича В. М. заключается в том, что предложен способ и определены режимы высокотемпературного объёмного азотирования и отжига ферритных коррозионностойких сталей типа 08X17T и 15X25T, обеспечивающие эффективное равномерное упрочнение всего объема материала в сечении до 0,5 мм с сохранением высокой пластичности при температурах испытания от 20 до 700 °С.

Диссертационная работа написана ясным языком и аккуратно оформлена, содержит большое количество иллюстративного материала хорошего качества, что позволяет оценить объем выполненных исследований. **Достоверность результатов и обоснованность выводов** обеспечивается хорошим соответствием результатов исследований, полученных различными взаимно дополняющими современными методами.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и соответствует основным ее положениям.

Основные результаты, полученные в рамках решения задач диссертационной работы представлены в 9 статьях в изданиях, включенных в перечень журналов рекомендованных ВАК и в 14 работах в сборниках трудов научных конференций. По результатам диссертационной работы получен патент РФ.

К **недостаткам и замечаниям** по диссертационной работе следует отнести следующие:

- в тексте диссертационной работы отсутствует обоснование выбора используемой температуры азотирования (1075 °С). Для выбора оптимальной температуры следовало бы экспериментально определить её влияние на структуру сплавов при азотировании;

- на стр. 76 автор утверждает, что материал после высокотемпературного объёмного азотирования без последующей термической обработки обладает низкой пластичностью, но не приводит результаты механических испытаний образцов стали в этом состоянии.

Сделанные замечания не подвергают сомнению достоверность основных выводов и защищаемых положений диссертационной работы Хаткевича В. М.

Рассмотренная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи. По своей актуальности, новизне и совокупности полученных результатов диссертационная работа Хаткевича В.

М. «Структура и механические свойства ферритных коррозионностойких сталей после высокотемпературного объёмного азотирования» удовлетворяет требованиям ВАК, соответствует шифру специальности 05.16.01 - «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» и критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Постановления Правительства Российской Федерации № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Хаткевич Владимир Маркович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Настоящий отзыв обсужден и утвержден на совместном заседании лаборатории металловедения цветных и легких металлов ИМЕТ РАН и лаборатории пластической деформации металлических материалов ИМЕТ РАН «29» ноября 2017 года. Протокол заседания № 39.

Зам. зав. лабораторией металловедения
цветных и легких металлов,
д.т.н., профессор



Л.Л. Рохлин

Зав. лабораторией пластической деформации
металлических материалов, д.т.н.



В.С. Юсупов

rokhlin@imet.fc.ru - Рохлин Лазарь Леонович (+7 (499) 1358660)

yusupov@aport2000.ru – Юсупов Владимир Сабитович (+7 (499) 1358651)

kolmakov@imet.ac.ru – Колмаков Алексей Георгиевич (+7 (499) 1354531)

Сведения о ведущей организации

Полное наименование: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук

Краткое наименование: ИМЕТ РАН

Адрес: 119991, Москва, Ленинский проспект, 49

Телефон: +7(499) 135-2060

Факс: +7(499) 135-8680

E-mail: imet@imet.ac.ru

<http://www.imet.ac.ru>

Основные научные направления:

- Физико-химические основы металлургии цветных и редких металлов.
- Металловедение цветных и легких металлов.
- Пластическая деформация металлических материалов.
- Конструкционные стали и сплавы.
- Физикохимия аморфных и нанокристаллических сплавов.
- Прочность и пластичность металлических и композиционных материалов и наноматериалов.

Публикации в сфере исследований, которым посвящена диссертация:

1. С.В. Добаткин, О.В. Рыбальченко, А. Клиауга, А.А. Токарь. Влияние сдвиговой деформации на структуру и свойства хромоникелевых коррозионно-стойких сталей. Металловедение и термическая обработка металлов. №4, 2015, с. 44 - 51.
2. С.В. Добаткин, Л.М. Капуткина, О.В. Рыбальченко, В.С. Комлев. Фазовые и структурные превращения в коррозионно-стойких сталях после сдвига под давлением и нагрева // Металлы.–2012.–№ 5.–С. 28-37.
3. S. V. Dobatkin, W. Skrotzki, V. F. Terent'ev, O. V. Rybalchenko, A.N. Belyakov, D. V. Prosvirnin, E.V. Zolotarev. Structure and Fatigue Properties of Cr-Ni-Ti Austenitic Steel after Equal Channel Angular Pressing and Heating. Materials Science Forum, 2013, P.343-348.
4. Костина М.В., Мурадян С.О., Хадыев М.С., Корнеев А.А. Фазовые превращения в коррозионно-стойкой высокохромистой азотосодержащей стали // Металлы.–2011.–№ 5.–С. 33.
5. Березовская В.В., Банных О.А., Костина М.В., Блинов В.М., Шестаков А.И., Саврай Р.А. Влияние термической обработки на структуру и свойства высокоазотистой аустенитной коррозионно-стойкой стали 03X20Ag11H7M2 // Металлы.–2010.–№ 2.–С. 34-43.
6. Мушникова С.Ю., Костина М.В., Андреев Ч.А., Жекова Л.Ц. Стойкость к питтенговой коррозии хромоазотистых сталей со сверхравновесным содержанием азота // Металлы.–2009.–№ 1.–С. 36-41.
7. Горынин И.В., Малышевский В.А., Калинин Г.Ю., Мушникова С.Ю., Банных О.А., Блинов В.М., Костина М.В. Коррозионно-стойкие высокопрочные азотистые стали // Вопросы материаловедения.–2009.–№ 3(59).–С. 7-16.

8. Банных О.А., Блинов В.М., Костина М.В., Лукин Е.И., Блинов Е.В., Ригина Л.Г. Влияние термической обработки на структуру, механические и технологические свойства коррозионно-стойкой азотсодержащей стали 0X16H4AФД для высокопрочных сварных конструкций железнодорожной техники // Металлы.—2015.—№ 4.—С. 72-77.
9. Банных О.А., Бецофен С.Я., Лукин Е.И., Блинов В.М., Вознесенская Н.М., Тоньшева О.А., Блинов Е.В. Исследование влияние горячей прокатки на структуру и механические свойства азотсодержащей аустенитно-мартенситной стали 14X15АН4М // Деформация и разрушение.—2015.—№ 1.—С. 32-36.
10. Блинов В.М., Банных О.А., Лукин Е.И., Костина М.В., Блинов Е.В. Влияние термической обработки и пластической деформации на структуру и механические свойства азотсодержащей стали 04Н9Х2А // Металлы.—2014.—№ 6.—С. 21-28.

Ученый секретарь ИМЕТ РАН,
к.т.н.



Фомина О.Н.