

Отзыв официального оппонента д. ф. – м. н. Выбойщика Михаила Александровича на диссертационную работу Березина Семена Константиновича «Формирование речного мартенсита и механических свойств низкоуглеродистых сталей, легированных сильными карбидообразующими элементами», представляемую на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (Металлургия)

Актуальность выбранной темы исследования

Актуальность диссертации заключается в том, что в работе показано влияние термического воздействия и содержания углерода на формирование низкоуглеродистого мартенсита. Показана перспективность закалки, низкоуглеродистых мартенситных сталей (НМС), легированных сильными карбидообразующими элементами, из межкритического интервала температур (МКИ)

Диссертация соответствует приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники РФ, перечню критических технологий РФ, стратегии научно – технологического развития Российской Федерации утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». Н1 Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта; Перечню критических технологий РФ.

Представленные в диссертации исследования продолжают развитие, созданного в нашей стране в 70-е годы направления связанного с получением и исследованием новых конструкционных низкоуглеродистых мартенситных сталей.

Актуальность выбранной диссертантом темы исследования не вызывает сомнений.

Общая методология и методика исследования

В работе использованы традиционные и передовые исследовательские методики, объединенные общей методологией материаловедения. Обоснованность и достоверность результатов подтверждает использование статистического анализа, современного сертифицированного оборудования,

сопоставлением с литературными данными, корректностью предложенных моделей. .

Степень обоснованности и достоверности каждого из полученных научных предположений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Результаты исследований структурных превращений при нагреве и охлаждении НМС системы Fe-Cr-Mn-Ni-Mo-V-Nb согласуются с литературными данными по фазовым переходам в низко - и среднеуглеродистых сталях. Основные методы исследования: оптическая и электронная микроскопия, дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), дилатометрия. Испытание механических свойств выполнено на современном оборудовании.

Результаты определения и прогнозирования механических свойств, хорошо согласуются с ранее полученными данными и литературными источниками.

Анализ истинных напряжений и деформаций НМС выполнен для различных стадий процесса: равномерной и сосредоточенной деформации.

Принятые для построения моделей допущения, корректны и физически обоснованы.

По диссертации сделано пять основных выводов, которые в целом отражают новизну и значимость результатов.

Научная новизна, полученных результатов

Научная новизна полученных результатов заключается в том, что показано двустадийное образование аустенита, в процессе нагрева и двустадийный распад в процессе охлаждения НМС, легированных сильными карбидообразующими элементами; дано корректное математическое описание деформирования НМС на всех стадиях пластической деформации; предложены модели распада низкоуглеродистого аустенита в изотермических и термодинамических условиях и модель влияния морфологии мартенсита на разрушение НМС.

Таким образом, представленные экспериментальные и теоретические результаты, полученные при исследовании НМС содержащих сильные карбидообразующие элементы, являются новыми, а работа, безусловно, содержит научную новизну.

Значения выводов и рекомендации, полученных в диссертации, для науки и практики

В диссертации использованы методики ДСК для изучения образования и распада низкоуглеродистого аустенита, позволившие доказать стадийность превращений. Предложена модель позволяющая прогнозировать долю мартенсита в зависимости от особенностей зеренной структуры аустенита. Определены значения показателей упрочнения на стадии равномерной деформации, позволяющие оценить релаксационную способность НМС и коэффициенты на стадии сосредоточенной деформации. Установлена зависимость, связывающая морфологию и объемную долю пластинчатого мартенсита с характеристиками разрушения.

Рекомендованы область применения НМС, содержащая сильные карбидообразующие элементы и технологическая схема их термической обработки, включающая закалку из МКИ. Благодаря сочетанию технологичности и высоких механических свойств, эти стали могут в краткосрочной перспективе найти применение в машиностроении и строительстве. В долгосрочной перспективе НМС могут стать важным конструкционным материалом в приборостроении, судостроении и других отраслях.

Внутреннее единство структуры работы

Структура работы включает введение, литературный обзор, заканчивающийся постановкой задачи исследования. Вторая глава посвящена описанию методик эксперимента и исследования. Третья и четвертая главы описывают формирование структуры при нагреве и охлаждении. В пятой главе предложены модели деформирования и разрушения НМС. Шестая глава посвящена использованию практических результатов. В заключительном разделе диссертации представлены общие выводы.

Введении сформулированы актуальность, цели и задачи работы, научная новизна и практическая значимость, перечислены положения, выносимые на защиту и показана достаточная апробация работы.

В первой главе представлен аналитический обзор современных низкоуглеродистых сталей и технологии повышения конструкционной прочности, показаны преимущества закалки из МКИ. Сформулированы цели и задачи исследования.

Во второй главе представлены методики экспериментов и исследований. Основными методы исследования структуры являлись дифракционные, калориметрические и методы определения механических свойств. Перечисленные

методики позволили решить, поставленные в диссертации задачи, получены статистически значимые результаты.

В **третьей главе** исследовано формирование структуры аустенита, доказана двухстадийность процесса для НМС, легированных сильными карбидообразующими элементами. Глава включает изучение исходной и, полученной после термической обработки структуры, определение температур критических точек.

В **четвертой главе** представлено описание распада низкоуглеродистого аустенита определены M_n и M_k после полной закалки и закалки из МКИ. Предложена модель аустенито - мартенситного превращения в исследованных НМС.

Пятая глава посвящена изучению роли примесей, неметаллических включений и структуры мартенсита в разрушение. Показано, что основной вклад в разрушение стали с реечно-пластинчатой структурой мартенсита в стандартных условиях вносит морфология и объемная доля пластинчатой составляющей, предложена модель, объясняющая разрушение НМС.

В **шестой главе** представлены результаты испытаний НМС, легированных сильными карбидообразующими элементами, в качестве неразъемной составляющей коронки алмазного инструмента испытывающего циклические термические нагрузки. Хорошая свариваемость и стабильность структуры в зоне термического влияния, позволили рекомендовать исследованные НМС для использования в высокопрочных сварных конструкциях.

Выводы отражают основные научно-практические результаты исследования.

Соответствие полученных результатов поставленным целям и задачам

Целью диссертации являлось определение закономерностей формирования структуры и свойств низкоуглеродистых мартенситных сталей, 15Х2Г2НМФБ, 27Х2Г2НМФБ после нагрева и охлаждения из аустенитной и межфазной областей. Указанная цель в основном достигнута.

Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Соответствие содержания диссертации содержанию и качеству опубликованных работ

Основные результаты диссертации опубликованы в журналах входящих в системы цитирования Web of Science и Scopus (5 работ). Всего опубликовано, в перечне журналов и изданий утвержденных ВАК – 7 работ. Общее количество опубликованных работ по теме диссертации – 12. Содержание работ полностью соответствует содержанию диссертации.

Замечания по диссертационной работе

1. Название и цель работы находятся в некотором противоречии. Название работы «Формирование реечного мартенсита и механических свойств низкоуглеродистых сталей, легированных сильными карбидообразующими элементами» предусматривает исследование явлений, характерных для определённого вида сталей. Цель работы «Определение закономерностей формирования структур и свойств низкоуглеродистых мартенситных сталей 15X2Г2НМФБ, 27X2Г2НМФБ после нагрева и охлаждения из аустенитной межфазной области» предполагает рассмотрение явление для двух марок сталей.
2. Работа во многом построена на сравнении двух марок стали, отличающихся по содержанию углерода (0,15% и 0,27%). Однако, как видно из таблицы химического состава (табл.2.1, стр.29) содержание всех без исключения легирующих элементов в стали 27X2Г2НМФБ более высокое по сравнению со сталью 15X2Г2НМФБ, что может внести некоторую неопределённость в ряд выводов.
3. Качественно выполненные металлографические исследования имеют в описании мелкие неточности:
 - при увеличении $\times 600$ снимок именуется – микроструктуры, а при увеличении $\times 2000$ то же фото становится тонкой структурой (рис.3.6.стр.54);
 - приведённые на одном снимке увеличения и масштаб не совпадают (рис.4.1.стр.70).
4. Закалка всех трёх исследуемых сплавов с МКИ от одной температуры 810 °С не является рациональным решением. Требуется индивидуальный подбор режимов термообработки для каждой стали, что обеспечивает наиболее высокие значения вязко-пластических свойств.
5. Автор подробно изучал виды и распределение неметаллических включений в исследуемых сталях (раздел 5.1.стр.96-108), к которым причислил и карбиды. По полученным изображениям без других экспериментов и

варьирования параметров включений делается вывод, что неметаллические не оказывают влияния на свойства сталей при комнатной температуре (Глава 5, вывод1, стр.121). Такой подход больше соответствует проведению входного контроля на загрязнённость металла, чем специальным исследованиям. Тем более трудно согласится с мнением диссертанта, что карбиды Nb и V не оказывают влияние на свойства.

Соответствие темы диссертации заявленной научной специальности

Содержание полностью соответствует паспорту специальности

05.16.09 – Материаловедение (Металлургия) по пунктам:

п.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;

п.3 Разработка научных основ выбора материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации изделий и конструкций;

п.4 Разработка физико-химических и физико-механических процессов формирования новых материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой;

п.5 Установление закономерностей и критериев оценки разрушения материалов от действия механических нагрузок и внешней среды;

п.6 Разработка и совершенствование методов исследования и контроля структуры, испытание и определение физико-механических и эксплуатационных свойств материалов на образцах и изделиях.

Заключение

Диссертация Березина Семена Константиновича «Формирование речного мартенсита и механических свойств низкоуглеродистых сталей, легированных сильными карбидообразующими элементами» является законченным научным исследованием в области материаловедения, автор грамотно ставит и решает научные и практические задачи по установлению закономерности формирования структуры и свойств НМС 15Х2Г2НМФБ, 27Х2Г2НМФБ, что важно для современного материаловедения. Исследования выполнены автором

Рассматриваемая работа написана грамотным русским языком и соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.16.09 – Материаловедение (Металлургия), а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук
01.04.07 – Физика конденсированного
состояния, профессор кафедры
«Нанотехнологии, материаловедение и
механика материалов», ФГБОУ ВО
«Тольяттинский государственный
университет»

М. А. Выбойщик

М. А. Выбойщик

445020, Россия, Самарская область,
г. Тольятти, ул. Белорусская, 14 (центральный
кампус)

Тел. +7 (8482) 53 92 43
Факс: +7 (8482) 53-95-22
e-mail: VMA@63.ru

