

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Частухина Андрея Владимировича «Закономерности процессов рекристаллизации аустенита и совершенствование технологии контролируемой прокатки микролегированных трубных сталей повышенной хладостойкости», представляемую на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

1. Актуальность темы диссертации

В условиях планирования и строительства в РФ нескольких масштабных магистральных трубопроводов: «Nord Stream-2», «Сила Сибири», «Бованенково-Ухта-2» и «Южный поток» работа по повышению качества металла труб за счёт организации целенаправленного управления структурообразованием на всех стадиях производства труб позволяющая достичь высоких и стабильных свойств металла, с высоким выходом годного является актуальной и своевременной.

Анализ показывает, что причиной снижения качества проката являются обширные бейнитные колонии, образующиеся из крупных зерен аустенита, в процессе ускоренного охлаждения листов в общем случае значительно увеличивающего дисперсность структуры. Это отрицательно сказывается на стабильности структуры и уровне вязкостных свойств металла труб. Актуальность данной работы связана с необходимостью обеспечить создание в прокате дисперсной и однородной конечной структуры, гарантирующей высокий уровень и стабильность вязкостных свойств при низких температурах эксплуатации труб, полученный за счёт создания моделей процессов структурообразования, применимых для широкого диапазона химических составов современных трубных сталей и позволяющих разрабатывать технологию на основе управления кинетикой рекристаллизации, размером и однородностью зерен аустенита.

Считаю, что диссертационная работа Частухина А.В. соответствует требованиям ВАК п.9 «Положения о признании ученых степеней».

2. Оценка новизны исследований и результатов

Оппонент в целом согласен с предлагаемыми в диссертации положениями, составляющими ее научную новизну. Новые положения в работе заключаются в следующем:

- показано, что изменение содержания легирующих элементов в исследуемом диапазоне легирования 0,04-0,09 % C-Mn-Cr-Ni-Cu-Nb-Ti (соответствующих категориям прочности от X60 до X120) приводит к смещению температуры формирования разнотермической структуры до 50 °С;

- выявлены закономерности, характеризующие комплексное влияние содержания легирующих элементов в стали на процессы рекристаллизации;

- установлено, что при нагреве слябов в исследуемом диапазоне температуры нагрева и времени выдержки формирование разнотермической аустенитной структуры совпадает с растворением дисперсных частиц Nb(C,N);

- впервые созданы феноменологические модели, описывающие кинетику динамической, метадинамической, статической рекристаллизации и размер рекристаллизованного зерна аустенита, на металле двадцати современных трубных сталей что является существенным вкладом в развитие материаловедения трубных сталей;

- доказано, что при режимах прокатки, реализуемых на толстолистовом стане в случае полной рекристаллизации между проходами возможно по сравнению с исходным, как уменьшение, так и увеличение размера зерна аустенита. Построены диаграммы преобразования размера рекристаллизованного зерна аустенита, определяющие минимальную степень деформации для измельчения зеренной структуры.

По каждому из отмеченных пунктов соискатель провел надлежащие исследования, применяя современное сертифицированное оборудование и, используя для обработки данных, новейшее лицензионное программное обеспечение, а также подтверждая их результатами реализации предложенных технологических решений в промышленных условиях.

Из сказанного следует, что диссертационная работа Частухина А.В. является законченной научно-исследовательской работой, содержащей новое решение актуальной задачи повышения качества металла труб магистральных трубопроводов повышенной хладостойкости.

Таким образом, диссертационная работа Частухина А.В. отвечает требованиям п. 10 «Положения о присуждении ученых степеней».

3. Оценка обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений

Раздел «Общие выводы и основные результаты» представлен семью пунктами.

В п. 1 - 4 представлены результаты экспериментальных исследований процессов структурообразования двадцати микролегированных трубных сталей системы $0,04\div 0,09$ % C-Mn-Cr-Ni-Cu-Mo-Nb (соответствующих категориям прочности от X60 до X120) и описываются полученные закономерности влияния легирования на процессы рекристаллизации, эволюции среднего размера и однородности зерен аустенита в ходе нагрева и горячей деформации. Определены температурно-деформационные параметры черновой прокатки и разработаны режимы ТМКП для новых видов продукции, что обеспечило повышение уровня и стабильности ударной вязкости и доли вязкой составляющей при ИПГ в листах и трубах (глава 1-3).

Обоснованность и достоверность закономерностей подтверждается большим объемом данных и испытаний, представленных в диссертации.

В п. 5 представлен оригинальный алгоритм комплексной модели рекристаллизации, среднего размера зерен аустенита и оценки однородности структуры при многократной горячей деформации, позволяющий рассчитать параметры структуры аустенита для всех исследованных сталей и пополнять базы данных при изучении новых сталей (глава 4).

В п. 6 представлены экспериментально подтвержденные практически важные особенности формирования структуры аустенита в ходе горячей прокатки реализуемые на толстолистовом стане, обеспечивающие полную рекристаллизацию с измельчением зерна (глава 5).

В п. 7 приводятся практические результаты работы, которые позволили оптимизировать режим нагрева слябов и снизить долю проката классов прочности K48-K60 с неудовлетворительными результатами по ИПГ и ударной вязкости с 2,25 % до 0,1% что намного превышает мировой уровень (глава 5).

Достоверность результатов подтверждается их использованием на стане 5000 АО «ВМЗ» при прокатке по новой схеме уникальной продукции – листов толщиной 39 мм категории прочности X65 для проекта «Южный Поток».

Оценка выводов и результатов показывает, что диссертационная работа Частухина А.В. содержит обоснованные и достоверные научные положения, выводы и заключения и, следовательно, соответствует п.9 и 10 «Положения о присуждении ученых степеней».

4. Ценность для науки и практики

Ценность для науки и практики разработок соискателя можно оценить следующим образом:

- впервые получены результаты экспериментального исследования условий развития вторичной рекристаллизации и построены карты структурных состояний с учетом прохождения вторичной рекристаллизации;

- созданы и внедрены программные инструменты, позволившие оптимизировать существующие и создать новые технологии ТМКП;

- разработана новая схема ТМКП и произведены промышленные партии проката и труб \varnothing 720- 1020 мм классов прочности К48-К52 повышенной хладостойкости и стойкости к сероводородному растрескиванию.

О практической ценности работы свидетельствует использование ее результатов при производстве по новым технологиям более 2,8 млн. тонн проката и получение суммарного экономического эффекта более 900 млн. руб.

5. Недостатки работы и замечания по диссертации

1. Есть терминологические «огрехи». Тезис о том, что черновой стадии прокатки зачастую уделяют слишком мало внимания, неправилен, поскольку процессы, проходящие при деформации в области высоких температур, активно исследуются с 60-х годов прошлого века и значимость их не подвергалась сомнению. Так же, выделение динамической рекристаллизации, метадинамической рекристаллизации и статической рекристаллизации не были выделены автором, а это вполне устоявшаяся терминология.

2. Несмотря на большой объем полученных данных, вызывает сомнение возможность описания общим уравнением кинетики статической и метадинамической рекристаллизации. Считаю, что необходимо проводить дополнительные исследования с привлечением просвечивающей электронной микроскопии.

3. В заключительных главах очень много данных, подтверждающих высокое качество листового проката, проката, полученного с использованием откорректированных режимов, при этом нет ни одной ссылки на корректировку или разработку технологической документации на производство. Непонятно, воспроизводима ли разработанная технология и реализована ли в виде штатного технологического процесса в виде постоянно действующей технологической карты или иной документации.

Указанные недостатки, на взгляд оппонента, не снижают теоретической и практической ценности диссертационной работы в целом.

6. Заключительная оценка соответствия диссертационной работы Частухин А.В. требованиям «Положение о присуждении ученых степеней».

Основное содержание диссертации отражено в девяти публикациях, семь из которых в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК, подана заявка на патент.

Все публикации написаны в период с 2013 по 2017 гг.

В отношении публикаций диссертационная работа соответствует требованиям п. 11 «Положения о присуждении ученых степеней».

Язык работы достаточно грамотный, изложение логично, структура работы корректна, разделы взаимосвязаны. Текстовый материал, в основном, хорошо сверстан, иллюстрации подготовлены качественно, фотоснимки информативны.

В диссертации содержатся следующие научные положения, выдвинутые автором:

1. Условия начала ВР аустенитных зерен для микролегированных ниобием трубных сталей в исследуемом диапазоне температур нагрева и времени выдержки.

2. Обратная зависимость перегрева выше равновесной температуры $T_{Nb}(C,N)$, необходимого для развития ВР зерен от равновесной температуры и от времени выдержки выше этой температуры.

3. Модели процессов, протекающих при нагреве микролегированных трубных сталей, феноменологические модели критической степени деформации динамической рекристаллизации, кинетики динамической (ДР), метадинамической (МДР), статической рекристаллизации (СР) и среднего размера рекристаллизованных аустенитных зерен.

4. Зависимость изменения кинетики СР от химического состава стали.

5. Комплексная модель кинетики рекристаллизации, изменения среднего размера и однородности аустенитных зерен в ходе многопроходной горячей прокатки.

6. Закономерности формирования аустенитной структуры в ходе горячей прокатки толстых листов: недостаточность полного протекания рекристаллизации между проходами для измельчения аустенитных зерен, условия деформации для измельчения зерен.

7. Схемы черновой прокатки с использованием остаточных напряжений и с дополнительной стадией черновой прокатки при пониженной температуре и результаты их внедрения в производство листового проката в условиях стана 5000 АО «ВМЗ».

Предлагаемые в диссертационной работе решения прошли практическую апробацию в промышленности и, следовательно, Частухин А.В. своей работой выполнил требования п. 9 и 10 «Положение о присуждении ученых степеней».

Автореферат соответствует содержанию диссертации, дает суждение об актуальности темы, цели и задачи исследования, методах и средствах

исследования, научной новизне и практической ценности, апробации и объеме работы, кратком содержании глав, научных выводах и результатах работы.

Диссертационная работа Частухина А.В. соответствует специальности 05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов и п. 9 и 10 «Положение о присуждении ученых степеней». Соискатель Частухин А.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент
Генеральный директор
АО «НПО «ЦНИИТМАШ»
д.т.н.



В.В. Орлов

13.11.2017г.

Орлов Виктор Валерьевич
Рабочий адрес: 115088, Россия, г. Москва, ул. Шарикоподшипниковская, д. 4.,
Телефон: 8 (495) 675-83-02
E-mail: metalloved@inbox.ru

Подпись Орлова В.В. удостоверяю
Ученый секретарь АО «НПО «ЦНИИТМАШ»

 М.А. Бараненко