

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Удоды К.А. «Управление структурой коррозионностойких сталей мартенситного, мартенситно-аустенитного и ферритного классов для повышения механических свойств и коррозионной стойкости», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Metallovedeniye i termicheskaya obrabotka metalliv i spлавов

Актуальность работы. Конструирование структуры сталей под заданные свойства, безусловно, является актуальной задачей современного metallovedeniya. Есть также настоятельная необходимость в оценке значимости эффектов от наноразмерных элементов структуры, вклад которых в формирование свойств стали, зачастую ограничивается только декларацией.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций.

Показано, что при среднем размере пакета мартенсита не более 10 мкм в двухфазной мартенситно-аустенитной структуре хромистых сталей с содержанием аустенита 20–30%, наличии субмикронных и наноразмерных выделений комплексного карбонитрида титана, ниобия и ванадия обеспечивается высокий уровень прочности, пластичности, вязкости и коррозионной стойкости.

Сопоставлен вклад в упрочнение по механизму дисперсионного твердения выделений комплексных карбонитридов, обогащенных ниобием (размерами 10-30 нм) и ванадием (толщиной не более 2–3 нм).

Уточнен механизм повышения прочности в сталях, легированных алюминием.

Достоверность полученных результатов. Подтверждается применением стандартизированных методов лабораторных испытаний и исследований сталей, воспроизводимостью и согласованностью анализируемых данных, использованием современных методов исследования и экспериментального оборудования.

В частности, следует отметить использование оптической (Axiovert 40MAT CarlZeiss) и электронной (просвечивающей - JEM200CX и сканирующей - JEOL JSM-6610LV) микроскопии для исследования структур в микро- и наномасштабах, микрорентгеноспектрального анализа химического состава неметаллических включений, определение механических характеристик при испытаниях на растяжение на испытательной машине INSTRON-1185.

В необходимых случаях результатам теоретических расчётов было найдено экспериментальное подтверждение. В частности, это относится к расчётам температурно-концентрационных областей существования основных и избыточных фаз в исследуемых сталях с помощью усовершенствованной версии термодинамической модели фазового состава сталей, разработанной в ФГУП ЦНИИчермет им. И.П. Бардина.

Полученные экспериментальные данные также были сопоставлены с результатами, имеющимися в научно-технической литературе.

В целом, широкий спектр используемых в работе физических, методов исследований, механических испытаний, прогноз областей существования основных и избыточных фаз позволили автору глубоко и всесторонне изучить природу упрочнения исследуемых сталей, находя подтверждение теоретическим выводам широкомасштабными, систематическими экспериментальными результатами.

Степень обоснованности научных положений и выводов. Все сформулированные автором научные положения и выводы основываются на необходимом и достаточном объеме теоретических и экспериментальных данных.

В частности, достаточно глубоко проанализированы возможные механизмы выделения наноразмерных частиц и их вклад в упрочнение.

Систематический анализ коррозионной стойкости исследуемых сталей позволил не только оценить их сопротивляемость коррозии, но и

выявить её механизмы, установить связь с легированием и структурой металла.

В целом, проведенный полный комплекс исследований обеспечил возможность максимально объективно обосновать сформулированные научные положения и выводы, качество предложенных рекомендаций.

Практическая значимость результатов работы. Рекомендации по оптимальному химическому составу и технологическим режимам получения хромистых коррозионностойких сталей мартенситно-аустенитного класса и сталей, легированных алюминием, для обеспечения наиболее высоких показателей механических свойств и коррозионной стойкости.

Замечания:

- при обосновании темы диссертации указывается на необходимость достижения комплекса прочностных, пластичных, вязких свойств, включая стойкость к коррозионному разрушению по различным механизмам (с. 3 автореферата), в этой связи непонятно почему в работе недостаточное внимание уделено механизмам разрушения, практически не представлена фрактография;

- в разделе диссертации 2.2.5 - Механические испытания (с. 59) отмечено, что «испытания на ударный изгиб проводили по ГОСТ 9454-78 при температуре испытания -100°C на маятниковом копре ПСВ-30», однако не обоснован выбор ударного образца с мягким типом надреза;

- эффективность регрессии при поиске оптимального состава (раздел 2.2.6 диссертации) была показана применимо к лабораторным плавкам на базе экспериментального комплекса ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина. Однако при этом желательны оценки возможного риска несоблюдения полученных закономерностей в рамках промышленных технологий, где велико влияние фактора металлургического качества;

- в ряде случаев отсутствует статистическая обработка результатов измерения, например, при анализе геометрии зерна феррита (табл. 4.2, с. 117) ...;

- не всегда понятно, на основе какой статистики наблюдений получены результаты, например, при сопоставлении результатов испытаний механических свойств (табл. 5 автореферата). Отсюда сложности при оценке значимости полученных различий в результатах;

- есть досадные небрежности при оформлении диссертации, например, различия в количестве значащих цифр после запятой, при сопоставлении значений (по элементам) химического состава различных плавок хромистых сталей (табл. 2.5, с. 53); термин «график» в названии рисунка 3.17 (с. 96) применимо к изображённой там, графической зависимости, неудачное название рис. 3.12: «Зависимости среднего по плавкам значения предела текучести после термообработки ... от среднего по плавкам значения предела текучести после обработки уже по другому режиму термообработки...», когда фактически оценивается взаимосвязь значений предела текучести; неудачны подрисовочные подписи (рис. 4.1, 4.2, с. 118) – «Сталь 2.1, Сталь 2.2 и т д».

В целом, указанные недостатки не снижают общего положительного впечатления о диссертационной работе К.А. Удода

Заключение.

Диссертационная работа Удода Кирилла Анатольевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные решения, направленные на создание сталей с улучшенным комплексом свойств, включая коррозионную стойкость.

Результаты работы целесообразно использовать для углубления представлений о механизмах упрочнения сталей, их коррозионной стойкости, что существенно не только с научной, но и практической

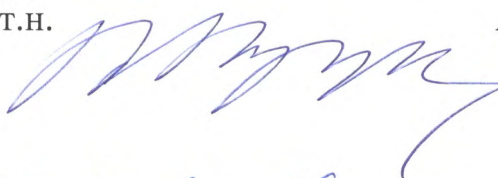
точки зрения. Структура диссертации логична, работа написана доступным языком и достаточно аккуратно оформлена.

Автореферат диссертации и публикации автора (основные результаты работы опубликованы в 6 статьях, в т.ч. 4 статей в научно-технических журналах, включенных в перечень ВАК) соответствуют содержанию диссертации и достаточно полно ее отражают.

В целом, диссертационная работа Удода Кирилла Анатольевича по своему теоретическому, методическому и экспериментальному уровню, объему работы, актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям "Положением о порядке присуждения ученых степеней" (в ред. Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 N 842), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Официальный оппонент,
профессор кафедры металловедения
и физики прочности
НИТУ "МИСиС", д.т.н.

А.В. Кудря


10.10.2016

