

Отзыв

на диссертацию Мишнева Романа Владимировича «**Структура и механические свойства перспективной теплотехнической стали 10X10K3B2MФБР**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Создание надежно работающего высокоэффективного энергетического оборудования нового поколения требует прежде всего разработки новых конструкционных материалов или оптимизации составов и технологий обработки известных сталей и сплавов, обладающих высокой жаропрочностью, жаростойкостью, вязкостью, высокой технологичностью и пр. свойствами. Эффективность работы такого оборудования достигается сочетанием качественной выплавки сплавов и сталей, их рациональным легированием при оптимальной технологии термической и термомеханической обработки. В условиях импортозамещения актуальным направлением в области материаловедения современных отечественных жаропрочных сплавов является создание новых жаростойких конструкционных материалов для применения в элементах трубопроводов и теплообменном оборудовании, работающих длительное время под нагрузкой при температурах выше 600°C. Как отмечено в автореферате, в указанных условиях эксплуатации перспективными и используемыми на практике являются стали нового поколения с 10% Cr и повышенным содержанием бора и кобальта при пониженном количестве азота. На разработку оптимального легирования и режима термообработки такой стали мартенситного класса марки **10X10K3B2MФБР** и направлено проведенное в работе исследование. В связи с этим **актуальность** рассматриваемой диссертации бесспорна, поскольку полученный автором уникальный набор свойств делает перспективным ее использование для изготовления отдельных конструкций в энергоблоках.

Оптимизация состава (легирование бором и кобальтом при содержании хрома 10% и сниженном количестве азота) и термообработки стали позволила автору повысить комплекс механических свойств, таких как характеристики ползучести, малоциклового усталости, температура хрупко-вязкого перехода, прочностные и пластические характеристики при комнатной и повышенных температурах. Работа объемная, состоит из шести глав, вносит теоретический и практический вклад в решение актуальной проблемы разработки состава и термообработки новых высокотемпературных жаропрочных материалов. Новизну и практическую значимость проведенного исследования подтверждает полученный автором патент №RU 2447184.

Наиболее важные научные результаты, полученные лично автором или при его участии и отличающиеся **новизной**, отражены в основных выводах по работе. Наиболее интересным результатом является установленная автором взаимосвязь между сформированной в результате разработанной термообработки структурой и свойствами. Получены повышенные характеристики твердости (220 HB), предела прочности и текучести, повышенной пластичности и ударной вязкости при комнатной температуре. Установлен фазовый состав, обеспечивающий оптимальное сочетание свойств исследованной стали, морфология (форма, размерные характеристики и распределение) фаз и их объемное соотношение. Определена последовательность фазовых превращений в стали в зависимости от режима термообработки. На основании полученных результатов исследования появилась возможность управлять фазовым составом сплава с целью обеспечения требуемого комплекса свойств.

На основании оптимизации состава и термообработки получен важный для практики результат – уникальное повышение жаропрочных свойств: уникально высокое время до разрушения при повышенных

температуре и напряжении, повышенные значения предела длительной прочности и высокая стабильность стали при ползучести.

Указанные характеристики важны с точки зрения применения нового разработанного и исследованного сплава в качестве термостабильного жаропрочного материала с повышенной температурой эксплуатации.

Достоверность результатов работы обеспечена использованием широкого спектра современных и взаимодополняющих методов исследования (металлографический и рентгеноструктурный методы исследования, рентгеноспектральный микроанализ, сканирующая электронная микроскопия), большим объемом экспериментальных результатов, их воспроизводимостью и сопоставимостью с известными литературными данными.

В качестве замечаний можно указать следующее.

1. Стабильность реечной структуры в условиях ползучести автор связывает с устойчивостью карбидов $M_{23}C_6$, обусловленной их когерентностью с матрицей. Неясно, каким методом установлен тип межфазных границ $M_{23}C_6$ /матрица. Выделение карбида на дефектах структуры (границах зерен и реек, дислокациях), тип его кристаллической решетки, отличный от решетки матрицы, размер и форма выделившихся при отпуске частиц свидетельствуют скорее об отсутствии когерентности на межфазных границах. Когерентные частицы карбида обычно имеют форму тончайших пластин, что отвечает минимуму упругой энергии. После высокого отпуска, как правило, когерентность на межфазных границах не наблюдается.

2. Поскольку при описании структуры в литературе используют терминологию, включающую такие определения как «химический дизайн», «кристаллохимический дизайн», «микроструктурный дизайн», «дизайн функциональных материалов» и т.д., отражающие различные характеристики материалов и развивающихся в них процессов, необходимо уточнить, что автор понимает под термином «микроструктурный дизайн», широко используемом в работе.

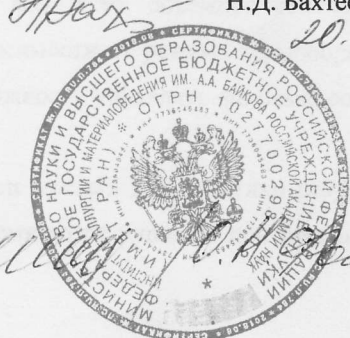
3. Нет единообразия в единицах измерения температуры: в работе применяются как градусы Цельсия, так и Кельвина, например, в разделе «Основные выводы», вывод 4.

Указанные замечания не снижают ценности представленной диссертации. Диссертация Мишнева Романа Владимировича «Структура и механические свойства перспективной теплотехнической стали 10X10K3B2MФБР» является законченной квалификационной работой, соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 - Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Ведущий научный сотрудник Учреждения
Российской академии наук Института металлургии
и материаловедения им. А.А.Байкова,
доктор технических наук
Почтовый адрес: 119991, г. Москва, Ленинский пр., д. 49
Тел.: +7(499)1359484
Эл. Почта: otnatalia@yandex.ru

Подпись Н.Д.Бахтеевой удостоверяю:

Н.Д. Бахтеева
20.11.2018



Мишнева