

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Мурадяна Саркиса Ованесовича «Структура и свойства литейной коррозионностойкой стали, легированной азотом», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Актуальность диссертационной работы

Диссертационная работа посвящена разработке высокоэффективных и экономичных литейных конструкционных сталей, сочетающих высокую прочность и коррозионную стойкость для изготовления литой арматуры и ответственных узлов и деталей комплексов для добычи нефти и газа. Учитывая бурное развитие в последние годы для этой цели принципиально новых материалов на основе железа, в которых реализовано замещение углерода азотом, актуальность предпринятого исследования не вызывает никаких сомнений. В диссертационной работе поставлены и успешно решены задачи по выбору химического состава деформируемой стали-прототипа, моделирование фазового состава вариантов возможных композиций, исследование тонкой структуры и свойств соответствующих модельных отливок, изучение влияния режимов термической обработки на фазовый состав и структуру, анализ важных эксплуатационных характеристик литой стали при повышенных и пониженных температурах.

Структура и основное содержание диссертации

Диссертационная работа С.О. Мурадяна состоит из введения, пяти глав, содержащих выводы по главам, общих выводов и списка литературы, включающего 131 наименование. Работа изложена на 132 страницах, содержит 59 рисунка и 34 таблицы.

Во введении обоснована актуальность темы исследований, сформулированы цель и задачи исследований, приведены положения, выносимые на защиту, описаны структура и объем диссертации.

В первой главе приведен литературный обзор существующих литейных коррозионностойких аустенитных сталей и потенциальных методов повышения их прочности и коррозионной стойкости. Содержание первой главы глубоко и всесторонне охватывает ключевые проблемы, затронутые в диссертационной работе, и свидетельствует о высокой квалификации диссертанта в области научных проблем изучения

Во второй главе дано подробное описание использованных в диссертации материалов и методов их исследования. На основании проведенных расчетов концентрации азота и оценки фазового состава для 1260 вариантов сочетания легирующих элементов в многокомпонентной системе Fe-Cr-Ni-Mn-N-Mo-ЛЭ были выбраны пределы легирования для получения трех составов аустенитной стали для последующих исследований. Термодинамическое моделирование фазового состава сталей было проведено с использованием программы Thermo Calc при давлении 1 атм и интервала температур 600-1200⁰С.

В третьей главе подробно проанализированы структура, фазовый состав и физико – механические свойства выбранных композиций новых сталей в исходном (литом) состоянии. Помимо компьютерных расчетов были проведены хорошо дополняющие их эксперименты по кинетике кристаллизации стальных лтливоков. Методом просвечивающей электронной микроскопии было обнаружено наличие в структуре наноразмерных частиц нитридов CrN, когерентно связанных с аустенитной матрицей. Проведенные исследования позволили установить корреляцию между расчетными данными равновесного фазового состава и экспериментальными данными. Сделано важное заключение о положительном влиянии азота на микроструктуру и свойства литой стали. Ее состав был тщательно откорректирован и стали была присвоена марка 0,5X21AG15H8M2Ф.

В четвертой главе представлены экспериментальные данные, описывающие структуру и свойства новой стали после высокотемпературного гомогенизирующих отжигов. Были проведены эксперименты по оценке влияния температуры и длительности отжига на эволюцию литой структуры. При этом особое внимание обращалось на возможность снижения доли ОЦК-феррита и σ - фазы в структуре аустенитной стали. Это позволило в конечном итоге за счет некоторой корректировки химического состава и режима термической обработки реализовать присущую аустениту пластичность, вязкость и склонность к деформационному упрочнению. Установлено, что разработанная сталь не подвержена хладноломкости вплоть до -70°C . При повышенных температурах сталь также превосходит по механической прочности все известные в литературе аналоги. К сожалению, было обнаружено нежелательное выделение в аустенитной матрице ОЦК и σ -фаз после длительного отжига при 600°C , которое заметно снижает ударную вязкость и накладывает определенные ограничения на режим сварочного цикла.

В пятой главе представлены результаты изучения усталостной прочности, износостойкости и коррозионной стойкости разработанной стали. Показано, что новая литая термообработанная сталь не уступает горячедеформированному прототипу и при определенных режимах циклического нагружения превосходит классические аналоги. Установлена температурная граница (40°C) высокой коррозионной стойкости разработанной стали.

Наиболее важные научные результаты, полученные в диссертации

1. Проведено систематическое с использованием программного обеспечения и эффективных методов структурного анализа исследование по созданию литейной высокопрочной и коррозионностойкой азотистой стали, содержащей 0,5 % N.
2. Установлены оптимальный состав и режим термической обработки новой литейной азотистой стали и определены оптимальные режимы реализации высоких статических и усталостных механических характеристик в сочетании с высокой коррозионной стойкостью.

3. Установлены структурные критерии реализации высоких эксплуатационных характеристик и выявлены закономерности фазовых и структурных превращений в стали на стадии кристаллизации и последующей термической обработки.

Обоснованность и достоверность полученных результатов.

Достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы подтверждаются большим объемом накопленных экспериментальных данных, и компьютерных расчетов, их корректной статистической обработкой, применением широкого спектра современного экспериментального оборудования, использованием оригинальных структурных моделей и глубоким многоуровневым анализом полученных результатов в полном соответствии с современными концепциями физического материаловедения.

Научная ценность и практическая значимость работы

Научная ценность работы заключается в создании металлургических основ для реализации структуры литой азотистой стали, обладающей комплексом уникальных механических и коррозионностойких характеристик.

Практическая значимость работы заключается в том, что на основе ее результатов разработана и защищена патентом РФ новая, весьма перспективная литейная азотистая сталь для широкого спектра промышленного применения.

Замечания по диссертации

1. В диссертации недостаточно четко описана методология выбора трех основных композиций литой аустенитной высокоазотистой стали, которые явились в основном предметом исследования в диссертационной работе.
2. Следует признать не совсем удачной формулировку основных выводов по работе, которые носят слишком фрагментарный характер и недостаточно структурированы.

3. По моему мнению, в работе следовало уделить больше внимания проблеме неблагоприятного распада матричной ГЦК-фазы в разработанной азотистой стали при повышенных температурах. Возможно, границу распада аустенитоподобной фазы можно было сдвинуть в область более высоких температур путем дополнительного оптимального легирования.

4. Учитывая то обстоятельство, что диссертационная работа была выполнена в ведущем материаловедческом центре России, хотелось бы видеть в тексте диссертации четкое определение таких используемых фундаментальных терминов как «сталь», «феррит» и «аустенит», имея в виду, что изученные в работе материалы не содержат сколько-нибудь заметное количество углерода.

5. Для более четкого понимания закономерностей фазообразования в изученных азотистых сталях следовало бы приводить состав сложнолегированных материалов не только в массовых, но и в атомных процентах.

6. Текст диссертации и автореферата содержит ряд недопустимых в материаловедческом исследовании чисто технологических терминов, таких, например, как «твердый металл» или «кристаллизация металла» и т.п. Можно указать также на ряд досадных опечаток. Например, в списке основных публикаций по теме диссертации в пункте 6 неправильно указаны инициалы одного из соавторов статьи.

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

Общее заключение

С.О. Мурадяном выполнено серьезное научное исследование по установлению металлургических основ структурных и фазовых превращений в сложно легированных сплавах на основе системы железо - азот, позволивших разработать новую марку литейной азотистой стали, сочетающей высокие механические и коррозионностойкие характеристики. Полученные результаты являются абсолютно новыми, имеют фундаментальное и практическое значение. Они могут быть использованы при выполнении теоретических и

прикладных исследований в ряде научных и образовательных организаций России.

Автореферат и многочисленные публикации правильно и достаточно полно отражают содержание диссертационной работы. Основные результаты диссертации полностью опубликованы в работах, из которых - в научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ. Результаты, представленные в диссертации, неоднократно докладывались и обсуждались на авторитетных отечественных и международных научных конференциях.

Диссертация Мурадяна Саркиса Ованесовича является законченным металлургическим исследованием. По актуальности, достоверности, научно-методическому уровню исследования, научной новизне и значимости полученных результатов диссертация, безусловно, соответствует п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ и п. 2-4 паспорта специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов. Ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Ведущий научный сотрудник
кафедры «Физическое материаловедение»
Национального Исследовательского
Технологического Университета «МИСиС»,
доктор физ.-мат. наук, профессор,
тел.: 7(916) 122-19-74
e-mail: a.glezer@mail.ru
адрес: Москва 119049, Ленинский пр.,

 Глезер
Александр Маркович

17.02.2016 г.



ЗАВЕРЯЮ

И.М. ИСАЕВ