

Отзыв официального оппонента на диссертацию «Создание сварочных материалов, обеспечивающих повышение служебных характеристик металла сварных швов корпусов атомных и нефтехимических реакторов их хромомолибденованадиевых сталей» на соискание степени кандидата технических наук Тимофеева Михаила Николаевича

Актуальность

Атомное машиностроение чрезвычайно важная отрасль для Российской Федерации, это одна из отраслей, где наше государство держит лидирующие позиции. Разработки, направленные на повышение эффективности оборудования данной отрасли, также чрезвычайно актуальны, поскольку напрямую обеспечивают экспорт высоко маржинальных технологий, энергетику, а значит приток финансов и безопасность.

В связи с этим, выбранная диссертантом тема также обладает актуальностью, так как направлена на улучшение служебных характеристик швов корпусов атомных реакторов.

Следует также отметить вторую отрасль, для которой Михаил Николаевич Тимофеев предлагает использовать свои результаты – это нефтехимическая промышленность. Эта отрасль также несет одну из ключевых нагрузок в экономике Российской Федерации, где безопасность сварных соединений не менее важна. Для этой отрасли характерно применение сталей иностранных разработок, а предложенные автором материалы могут претендовать на роль импортозамещающих, что также актуально в нынешних условиях для нашего государства.

В приведенных отраслях в большом количестве применяются хромомолибденованадиевые стали, основной причиной их применения является сохранение механических свойств при повышенных температурах под воздействием ионизирующего излучения, а также в агрессивных средах. Набор карбидообразующих легирующих компонентов и компонентов, увеличивающих температуру рекристаллизации, в этих сталях приводит к их чувствительности к термическому циклу при сварке, что усложняет получение заданных механических свойств как всего сварного соединения, так и сварного шва отдельно.

Последней, но не менее заслуживающей внимания отраслью, в которую автор сделал вклад своей диссертацией – это сварочная отрасль, а именно

Вх. № <u>3697</u>	Исполнено
<u>01.11.2016</u> г.	В ДЕЛО
Основн. <u>6</u> л.	№ _____
Прил. _____ л.	подп. _____

область разработки сварочных материалов, в которой по ряду экономических причин наблюдается научный застой и представленная к защите работа очень важна и актуальна по причине развития этой отрасли.

Разработка или создание сварочных материалов для автоматической сварки, обеспечивающих повышение служебных характеристик сварных швов корпусов водо-водяных энергетических реакторов из стали 15X2МФА-А мод. А и корпусов реакторов гидрокрекинга нефти их сталей типа $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}-\frac{1}{4}\text{V}$ до уровня основного металла является непростой научной и технологической задачей, достойной представления к защите.

Обоснованность, достоверность научных положений, представленных в работе

Решение поставленной задачи требует знаний, терпения, навыков, умения анализировать и научной состоятельности. Автор работы структурировал работу по классической схеме, начав с обзора материалов, затем описав методологические подходы к исследованию, а затем описав сами исследования, разделив их на три части. Первая часть была посвящена, по сути, разработке флюса и сопутствующим исследованиям, вторая - исследованию металла шва, полученного при использовании разработанного флюса и проволоки для сварки, и третья часть – разработке технологии сварки с примером ее реализации на производстве и исследованием полученных соединений. Таким образом, работа состоит из пяти частей (глав).

Литературный обзор, представленный по большей части в первой главе, отличается полнотой, содержит достаточно информации. Важно отметить, что структура построенного текста глав 3, 4 и 5, посвященных исследованиям, также имеет вводные литературные данные. Список литературы в 105 источников следует охарактеризовать достаточным по наличию отечественной и зарубежной современной и классической научной литературы. Первая глава заканчивается постановкой цели и задач исследования и последующими выводами. Такой порядок с точки зрения структуры диссертации выглядит не логично, поскольку постановка целей и задач должны быть как раз и основаны на обзоре литературы. Такой порядок допустимо и не является предметом для замечания. Выводы первой главы следует охарактеризовать полнотой и обоснованностью.

Глава 2 посвящена методологии исследований, где перечислено также исследовательское оборудование, использованное автором. Информация,

представленная в этой главе, является исчерпывающей, перечисленные методы и оборудование достаточны для решения поставленных задач. Глава заканчивается краткими выводами, обоснованность, которых не представляет сомнения.

Глава 3 называется «Влияние состава агломерированного флюса на свойства Cr-Mo-V металла шва», однако, по своей сути содержит в себе разработку двух марок агломерированных флюсов для автоматической сварки 48АФ-70 и 48АФ-70 и сопутствующие данной разработке исследования. Выводы данной главы также выглядят обоснованно и четко коррелируют с подпунктами главы. Следует заметить, что выводы под номером 3 и 4 частично повторяют друг друга. При этом глава 3 обладает наибольшей научной ценностью работы Тимофеева М.Н., что в целом подтверждается представленной к защите научной новизной.

Глава 4 работы как и предыдущая начинается с обоснования диапазона выбора содержания легирующих элементов в составе проволоки, а основная часть ее посвящена исследованию влияния сочетания различных концентраций легирующих элементов таких как Ni, Mo, C, Ti в сочетаниях разработанного сварочного агломерированного флюса с сплошной проволокой на механические свойства металла шва. Также приведены исследования структуры полученного металла шва в зависимости от скорости охлаждения, определен диапазон скорости охлаждения для получения бейнитной структуры, к которой стремятся многие исследователи. Глава заканчивается выводами, которые обоснованы предшествующими исследованиями.

Глава 5 носит прикладной – технологический характер и в большей степени посвящена разработке нормативной базы документов для применения разработок Тимофеева М.Н. и натурным испытаниям. Следует отметить чрезвычайную важность представленных в этой главе результатов, они говорят о практическом, масштабном применении разработок Тимофеева М.Н. Сварка кольцевых проб на АО «Ижорские заводы» (диаметр кольца 5150 мм, толщина 175 мм) по разработанной автором технологии с применением разработанного автором флюса в сочетании с подобранной в ходе исследований проволоки является достижением не только достойным уважения, но и фактически признанием результата интеллектуальной деятельности промышленностью. Отдельным свидетельством признания являются приложенные к диссертации акты внедрения трех предприятий (ООО «Ижорские заводы», ПАО «Ижорские заводы», АО «АЭМ-

Технологии»). Выводы главы 5 также основываются на результатах работы и не вызывают сомнений.

Общие выводы по работе также обоснованы, поскольку базируются на выводах по главам, и, частично, являются их сокращенной версией. Однако, следует подробнее остановиться на выводе по предложению метода повышения частоты металла шва по примесным элементам и пр., это первый из общих выводов. Так, полученные в главе 3 результаты, на которых базируется этот вывод, можно рассматривать с точки зрения разработки метода, но такого вывода в главе 3 нет. В общих выводах автор приводит вывод, который хоть и имеет обоснование в работе, но не декларируется в соответствующей главе.

Достоверность приведенных в работе результатов не вызывает сомнения, так как подкрепляется литературными ссылками, использованием статистических методов анализа, а экспериментальные результаты получены с использованием известных подходов. Используемые для получения результатов испытательные машины и методы стандартизированы.

Научная новизна

Новизна работы декларируется в пяти пунктах, каждый из которых, безусловно, базируется на приведенных в работе исследованиях.

Однако, следует подвергнуть критике первый пункт, посвященный предложению и научному обоснованию использования для сварки Cr-Mo-V теплоустойчивых сталей низкоактивных агломерированных флюсов на основе шлаковой системы $MgO-Al_2O_3-CaF_2-SiO_2-CaO$, с введением синтетического оксида кальция. Обоснование использования чего-либо, даже научное, является решением инженерной задачи.

Аналогично, пункт 4, научное обоснование целесообразности выбора систем легирования в зависимости от параметров отпуска и температуры эксплуатации следует отнести к решению инженерной, а не научной задачи.

Тем не менее, определенные Тимофеевым М.Н. закономерности влияния металлических компонентов в составе флюса на химический состав наплавленного Cr-Mo-V металла, а также модифицирующих добавок на механические свойства Cr-Mo-V и Cr-Ni-Mo, представляют научный интерес вместе с исследованиями микроструктуры и установленными границами скоростей охлаждения для обеспечения бейнитной структуры.

Дополнительным подтверждением новизны полученных результатов работы являются патенты РФ: № 2530611 СВАРОЧНАЯ ПРОВОЛОКА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ТЕПЛОУСТОЙЧИВЫХ СТАЛЕЙ ПЕРЛИТНОГО КЛАССА и № 2535160 АГЛОМЕРИРОВАННЫЙ ФЛЮС 48АФ-70.

Замечания

Общее впечатление о проделанной работе Тимофеева М.Н. положительное, но есть ряд замечаний:

Оформительские замечания:

1. На странице 17 впервые появляется величина $T_{ко}$, но нет ее расшифровки.
2. На странице 18 нарушен порядок ссылок на литературу, после источника 10 идет источник 13.
3. На странице 53 используются внесистемные единицы измерения кгс.
4. Между 108 и 109 страницами вставлена лишняя страница.
5. На рисунках на странице 126 появляется упоминание флюса 48АФ-70, однако, его маркировка назначается только на странице 131.

Смысловые замечания:

1. Неоднократно в работе используется слово «оптимально» и его различные формы, но в чем же заключается, например, «оптимальность» механических свойств наплавленного металла нигде не определено.
2. На странице 50 декларируется отсутствие в литературе данных по корреляции результатов определения содержания водорода полученных различными методами, что не достоверно. Как в отечественной, так и в иностранной литературе такие данные присутствуют, в частности, рядом исследователей предложены эмпирические формулы для расчета содержания водорода, полученного спиртовым методом, на основе экспериментальных данных, полученных вакуумным методом. Следует обратиться к таким авторам как Г.Л. Петров, А.М.Левченко, Х.К. Бхадешиа.
3. На странице 168 есть свидетельство неверного понимания методики определения диффузионного водорода с использованием образцов типа «карандашная проба». В образцах подобного типа весь металл — наплавленный. Объяснение сниженного содержания

водорода за счет разбавления наплавленного металла основным технически неверно, так как основного металла нет.

Заключение

Диссертационная работа Тимофеева Михаила Николаевича «Создание сварочных материалов, обеспечивающих повышение служебных характеристик металла сварных швов корпусов атомных и нефтехимических реакторов из хромомолибденованадиевых сталей» является законченным научным исследованием, доведенным до практического применения, что является важным.

Представленные в работе исследования освещены в 14 публикациях, из которых 2 патента и 4 статьи в журналах из списка, рекомендованного ВАК.

Аннотация по содержанию соответствует диссертационной работе.

Замечания к данной работе не влияют на общую положительную оценку, поскольку исследования проведенные автором, анализ и выводы обладают научной ценностью. Работа соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», сам автор сформировался как исследователь и заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук по специальности 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии».

Официальный оппонент,
старший научный сотрудник Лаборатории легких материалов и конструкций
Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

к.т.н.  Панченко Олег Владиславович

т.моб. +79219468699

эл.почта: panchenko_ov@spbstu.ru

195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29.

