

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу
«Структура и свойства разнородных соединений, полученных методами
сварки и наплавки углеродистых и легированных сталей»,
представленной НИКУЛИНОЙ АЭЛИТОЙ АЛЕКСАНДРОВНОЙ
к защите на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении)**

Диссертационная работа Никулиной А.А. посвящена исследованию строения и свойств разнородных соединений, полученных методами сварки и наплавки углеродистых и легированных сталей. Проведенные исследования позволили установить закономерности формирования структуры и свойств получаемых соединений, дать практические рекомендации по улучшению комплекса свойств материалов, расширить область применения комбинированных конструкций.

Актуальность темы исследования

Для многих изделий, используемых в машиностроении и других отраслях промышленности, характерно воздействие агрессивных сред, высоких нагрузок, повышенных температур. При этом в большинстве случаев работают в тяжелых условиях лишь некоторые элементы изделий. Поэтому использование комбинированных конструкций в последнее время встречается все чаще, позволяя существенно экономить на дорогостоящих материалах. Технологии, позволяющие получать такие конструкции, основаны преимущественно на методах сварки и наплавки. Применяются также и другие технологические процессы, например, обработка давлением или искровое плазменное спекание. При сварке и наплавке разнородных сталей и сплавов происходят структурные и фазовые преобразования, учет которых необходим для формирования надежных соединений. Автором работы рассмотрено несколько технологий получения комбинированных конструкций углеродистых и легированных сталей. Особое внимание в работе уделено изучению тонкого строения получаемых соединений с использованием современного оборудования и методов исследования (просвечивающая электронная микроскопия, рентгеновская дифрактометрия и другие).

В связи с этим работа Никулиной А.А., посвященная детальному изучению структурных и фазовых превращений, происходящих при взаимодействии разнородных сталей, представляется весьма актуальной. Полученные при этом данные о тонкой структуре могут быть применены для прогнозиро-

вания надежности разнородных соединений, получаемых различными способами.

Анализ содержание работы

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка цитируемой литературы из 391 наименования и приложений, изложена на 393 страницах.

Во введении обоснована актуальность и степень разработанности темы исследования, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, описаны методология и используемые методы исследования, дана характеристика научной и практической значимости, представлены положения, выносимые на защиту, сведения об апробации полученных результатов.

В первой главе, представляющей собой литературный обзор, автором отмечен вклад российских и зарубежных ученых в решение проблемы сварки разнородных материалов. Приведены различные способы получения подобных конструкций. Акцент сделан на технологиях, позволяющих формировать крупногабаритные изделия. Отмечены нерешенные проблемы, на основе чего поставлены цель и задачи исследования.

Во второй главе представлены результаты исследования микроструктуры и свойств соединений углеродистых и легированных сталей, полученных методом стыковой контактной сварки. Подробно исследованы особенности формирования промежуточных зон, возникающих при взаимодействии микрообъемов разнородных сталей. Анализ тонкого строения указанных областей позволил выявить особенности формирования перлитной структуры с тонкими прослойками аустенита. Выделены основные факторы, способствующие охрупчиванию разнородных соединений. Изучено их влияние на характер поведения соединений при различных видах нагружения. Проанализированы различные способы повышения конструктивной прочности изучаемых соединений, связанные с использованием термической обработки и дополнительных элементов в сварных швах.

В третьей главе работы описаны результаты исследования механизма формирования перлитной структуры на границе взаимодействия разнородных материалов с использованием метода электроискрового спекания порошков разнородных сталей. Представлены результаты электронно-микроскопических исследований материалов, спеченных методом электроискрового спекания. Показана связь механизмов формирования перлитных структур в зоне взаимодействия разнородных сталей при стыковой контактной сварке углеродистой и легированной сталей и электроискровом спекании порошков указанных сталей.

В четвертой главе проанализированы особенности строения соединений углеродистых и легированных сталей, полученных методом сварки взрывом. Подробно исследованы особенности формирования промежуточных слоев. Изучена возможность формирования промежуточных вставок для сварки углеродистых и легированных сталей.

В пятой главе представлены результаты изучения структурно-фазовых преобразований, происходящих при наплавке легированных сталей на заготовки из углеродистых сталей дуговым методом, а также методом вневакуумной электронно-лучевой наплавки. Особое внимание здесь автор уделяет тонкому строению зоны взаимодействия разнородных сталей и зоны термического влияния. С использованием методов просвечивающей и растровой электронной микроскопии выявлены особенности строения этих участков.

В шестой главе приведены сведения о возможности практического применения полученных в работе результатов. Проведено математическое моделирование процессов, развивающихся при стыковой контактной сварке элементов сварных железнодорожных крестовин. Показана перспективность применения дополнительных вставок из низкоуглеродистой стали. Совместно с АО «Новосибирский стрелочный завод» получены полномасштабные изделия сварных железнодорожных крестовин с использованием дополнительных вставок и проведены испытания по схеме трехточечного изгиба для определения надежности соединений из разнородных материалов.

Технические решения, описывающие возможность использования дополнительных вставок, полученных с использованием технологии сварки взрывом, переданы на Федеральное казенное предприятие «Новосибирский опытный завод измерительных приборов» для практического использования.

В заключении изложены основные результаты и выводы.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность экспериментальных результатов, выводов и рекомендаций обеспечивается высоким уровнем экспериментальных исследований, выполненных с применением современных методов и оборудования, сопоставимостью полученных результатов с данными других авторов, сопоставлением экспериментальных результатов и результатов математического моделирования. Основные результаты работы изложены в 37 работах, опубликованных в научных изданиях, входящих в список ВАК и индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus.

Научная значимость диссертационной работы

Научная значимость работы определяется совокупностью результатов математического моделирования и структурных исследований материалов, полученных при стыковой контактной сварке и электроискровом спекании. Предложенный в работе механизм формирования трехфазной слоистой структуры позволяет объяснить особенности превращений, происходящих на границах взаимодействия разнородных микрообъемов сталей. Приведенные автором данные характеризуют общие принципы формирования структуры в переходных зонах при сварке и электроискровом спекании разнородных сталей. Полученные результаты позволяют существенно улучшить понимание природы формирования соединений разнородных сталей.

Практическая ценность

Полученные автором результаты свидетельствуют об их практической ценности и целесообразности дальнейшего внедрения в производство. Экспериментальные данные о микроструктуре и свойствах сварных соединений углеродистых и легированных сталей, полученных с использованием промежуточных вставок, обеспечивают возможность их практического применения для изготовления крупногабаритных конструкций ответственного назначения. Диссертантом предложена особая форма вставки – клиновидная, которая может быть получена с использованием технологии сварки взрывом. Описанные в работе технические решения защищены двумя патентами Российской Федерации.

Замечания по работе

1. При описании рисунков (рис. 2.2, рис. 4.4) автор утверждает о наличии полос или линий скольжения в материале, однако после приготовления шлифов и их протравливании можно увидеть только двойники деформации или двойники закалки.
2. Многопроходная импульсная электродуговая наплавка не может отражать структурно-фазовый состав сварного соединения разнородных углеродистой и аустенитной сталей с промежуточной вставкой, так как каждый последующий проход влияет на структуру ранее наплавленного металла за счет частичного его повторного оплавления и температурного воздействия на нижележащие слои наплавки. В Вашем случае это толщина 3...5 мм.
3. Стыковая контактная сварка оплавлением предусматривает в процессе осадки выдавливание расплавленного в контакте металла в грат и пластическое деформирование хорошо прогретого металла. Это существенно сказывается на формировании карбидных строчек и мартен-

ситных прослоек. Во всех ваших модельных экспериментах (многопроходная импульсная электродуговая наплавка, вневакуумная электронно-лучевая наплавка и т.д.) отсутствует процесс проковки. В какой мере тогда можно судить о формирующейся структуре модельных экспериментов и переносить ее на готовое изделие?

4. В работе подробно изучается структура промышленно применяемых сварных стыков сталь Э76 - сталь 12Х18Н10Т и сталь 110Г13 - сталь 12Х18Н10Т и предлагаемого способа сварки через промежуточную вставку из стали 20. Промышленное апробирование предложенных в диссертационной работе технологических решений, проведенное на Новосибирском стрелочном заводе, подтвердило их высокую эффективность. Почему данное технологическое решение не внедрено в производство?
5. Из диссертационной работы не понятно, какая минимально допустимая объемная доля аустенита должна быть в сварных швах типа «аустенитная сталь – перлитная сталь».

Указанные замечания не снижают общую положительную оценку работы. Диссертация написана грамотно, в хорошем стиле, оформлена в полном соответствии с установленными требованиями.

Соответствие содержанию работы указанной специальности

По своему содержанию представленная к защите диссертационная работа соответствует пунктам 1, 2, 3 и 5 паспорта научной специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроение):

п. 1 - «теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий»;

п. 2 - «установление закономерностей физико-химических и физико-механических процессов, происходящих на границах раздела в гетерогенных структурах»;

п. 3 - «разработка научных основ выбора материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации изделий и конструкций»;

п. 5 - «установление закономерностей и критериев оценки разрушения материалов от действия механических нагрузок и внешней среды».

Соответствие автореферата содержанию диссертации

Текст автореферата полностью соответствует содержанию диссертации и опубликованным А.А. Никулиной работам.

Заключение

Диссертационная работа Никулиной Аэлиты Александровны «Структура и свойства разнородных соединений, полученных методами сварки и наплавки углеродистых и легированных сталей» является законченной научно-квалифицированной работой, выполненной на актуальную тему, связанную с выявлением особенностей формирования структуры в процессе формирования соединений разнородных сталей. По объему выполненного исследования, новизне полученных результатов и выводов, их научному и практическому значению диссертация соответствует всем требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Российской Федерации (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842), предъявляемым к докторским диссертациям.

Автор работы, Никулина Аэлита Александровна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (в машиностроении).

Официальный оппонент:

Профессор отделения электронной инженерии
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский Томский
политехнический университет»
доктор технических наук (05.16.01)
профессор

Гнюсов Сергей Федорович

Служебный адрес:

634050, г. Томск, проспект Ленина, 30,

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

тел. +7 (3822) 60-63-33, E-mail: tpu@tpu.ru

официальный сайт организации <https://tpu.ru/>

Подпись профессора, доктора технических наук, профессора Гнюсова Сергея Федоровича заверяю.

Ученый секретарь ТПУ

«29» октября 2020 г.

 Ананьева О.А.

Вступила в силу
10.11.2020 г. Тюм. А. И.

Этот текст одобрен
11.11.2020 г. Никулина А. А.