

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Никулиной Аэлиты Александровны «Структура и свойства разнородных соединений, полученных методами сварки и наплавки углеродистых и легированных сталей», представленную к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (в машиностроении)

Актуальность темы исследования

В современном материаловедении одними из наиболее значимых являются проблемы, связанные с повышением комплекса свойств изделий, полученных путем соединения разнородных сталей и сплавов. С учетом тех задач, которые решаются в работе для соединений, полученных различными способами сварки (стыковая контактная сварка и сварка взрывом), наплавки (дуговая и электронно-лучевая), а также методом электроискрового спекания, тему диссертационной работы следует признать актуальной.

Содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы, включающего 391 источник, и пяти приложений. Работа изложена на 393 страницах.

Во введении описана актуальность темы исследования, цель диссертационной работы и решаемые в ней задачи. Приведены сведения о методах исследований и апробации полученных результатов.

Краткие сведения о способах сварки разнородных сталей, а также работах, выполненных в этой области отечественными и зарубежными специалистами, представлены в главе 1.

В главе 2 представлены результаты структурных исследований сварных соединений разнородных сталей, полученных методом стыковой контактной сварки. Автором анализируется два типа разнородных соединений. В первом случае свариваемые стали отличаются только химическим составом и имеют одинаковое структурное состояние. Во втором случае – стали отличаются по химическому составу и относятся к различным структурным классам. Особое внимание в работе уделено второму типу, поскольку наибольшие проблемы

связаны именно с такими парами материалов. Автором выявлены основные факторы, способствующие охрупчиванию сварных соединений углеродистых и легированных сталей. Показано, что в большинстве случаев разрушение анализируемых материалов обусловлено присутствием различных типов мартенситных и аустенито-мартенситных слоев, а также тонких пленок сульфида титана, располагающихся вдоль сварных швов. Интересные результаты получены при оценке усталостных свойств сварных соединений между сталями Э76 и 12Х18Н10Т. Автор показывает, что существенная неоднородность строения изучаемых сварных швов и наличие микрообъемов с различной структурой и механическими свойствами приводит к замедлению усталостной трещины на межфазных границах между мартенситной и аустенитной составляющих. Различные механизмы разрушения зафиксированы также при статическом и динамическом типах нагружения.

Особое внимание следует уделить результатам тонких структурных исследований в зонах взаимодействия разнородных сталей, проведенных диссертантом. Автором выявлен не описанный ранее механизм развития перлитного превращения. В частности, показано, что на границе сопряжения двух разнородных микрообъемов происходит формирование трехфазной смеси, включающей цементит, феррит и прослойки аустенита.

На основании результатов структурных исследований и оценки поведения полученных материалов при различных типах нагружения автором рассмотрены способы повышения комплекса механических свойств сварных соединений углеродистых и легированных сталей. Заслуживают внимания представления автора о влиянии термической обработки и возможности использования дополнительных вставок различных типов.

В главе 3 диссертант отразила результаты глубоких структурных исследований микрообъемов, возникающих при взаимодействии углеродистых и аустенитных сталей. Исследования выполнены с использованием методов световой и электронной микроскопии, а также рентгенофазового анализа. В качестве модельного материала, характеризующегося большой протяженностью границ взаимодействия разнородных микрообъемов, было предложено использовать пакеты, полученные методом искрового плазменного спекания

разнородных сталей. Исследование полученных таким образом материалов позволило подтвердить описанный ранее механизм перлитного превращения, выявленный при изучении сварных соединений, полученных в процессе стыковой контактной сварки углеродистых и легированных сталей.

В главе 4 рассмотрены различные комбинации углеродистых и легированных сталей, сформированные сваркой взрывом. Анализировалась возможность применения этой технологии с позиции получения дополнительных вставок с рациональным строением переходных границ. Автором изучены особенности структурных преобразований, происходящих при сварке взрывом трех разнородных комбинаций – «сталь 20 – сталь 110Г13Л», «сталь 20 – сталь 12Х18Н10Т» и «сталь 20 – сталь Э76». На основании результатов структурных исследований показано, что дополнительные вставки, полученные по технологии сварки взрывом сталей 20 и 12Х18Н10Т, а также сталей 20 и Э76, могут быть использованы при реализации технологии стыковой контактной сварки.

В 5 главе диссертационной работы анализируется структура и фазовый состав комбинированных конструкций, полученных с использованием методов наплавки. В качестве технологических процессов выбраны импульсная дуговая, а также вневакуумная электронно-лучевая наплавки. На основе структурных исследований, выполненных с использованием световой и растровой электронной микроскопии, а также данных, полученных при рентгенофазовом анализе, автор отмечает, что использование вневакуумной электронно-лучевой наплавки для формирования промежуточных слоев из хромоникелевой стали на заготовках из углеродистой стали не рационально, поскольку приводит к формированию интерметаллидов различного состава, охрупчивающих материал. При этом было показано, что импульсная дуговая наплавка является перспективной технологией, позволяющей не только сформировать качественные наплавленные слои, но и структуру зоны термического влияния, обеспечивающую повышенный уровень механических свойств.

В главе 6 предложены пути практического использования результатов диссертационной работы. На основании полученных экспериментальных

данных предложены технические решения для применения на АО «Новосибирский стрелочный завод» и Федеральном казенном предприятии «Новосибирский опытный завод измерительных приборов».

Соответствие автореферата содержанию диссертации

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации и опубликованным диссертантом работам.

Научная новизна работы

Представленные в работе данные расширяют представления о структурно-фазовых превращениях, происходящих при соединении разнородных сталей. Зафиксированные автором закономерности могут быть использованы при решении новых задач, связанных с повышением надежности соединений, полученных при сварке заготовок из сталей различного химического состава.

На примере сварных соединений сталей Э76 и 12Х18Н10Т, полученных методом стыковой контактной сварки, и материалов, полученных искровым плазменным спеканием частиц высокоуглеродистой и хромоникелевой сталей, зафиксировано формирование трехфазной феррито-аустенито-цементитной механической смеси пластинчатой морфологии с расположением слоев в последовательности «...Ц–Ф–А–Ф–Ц–Ф–А–Ф...».

Новыми являются данные, отражающие особенности мартенситных построений в сварных швах и их влияние на характер разрушения комбинированных конструкций.

Заслуживают внимания данные о негативном влиянии тонких неметаллических включений сульфида титана на трещиностойкость сварных соединений углеродистых и легированных сталей, полученных в процессе стыковой контактной сварки оплавлением.

На примере сварных швов между высокоуглеродистой и хромоникелевой аустенитной сталями подтверждено, что в зоне взаимодействия разнородных микрообъемов лидирующую роль при эвтектоидном распаде аустенита выполняет цементит.

Методами математического моделирования и физического эксперимента обоснованы технологические процессы, обеспечивающие возможность снижения степени охрупчивания материалов сварных швов.

Достоверность и обоснованность приведенных в работе результатов, выводов и рекомендаций определяется использованием современных методов анализа структуры, фазового и химического состава материалов, воспроизводимостью результатов, соответствием результатов, полученных различными методами исследований, применением стандартных методик статистической обработки экспериментальных данных.

Практическая значимость работы

Практическая значимость работы А.А. Никулиной заключается в разработке технических решений, позволяющих повысить надежность крупногабаритных изделий ответственного назначения – сварных крестовин стрелочного перевода. В работе проведено математическое моделирование процессов, происходящих при сварке данных конструкций. На основании результатов моделирования и экспериментальных исследований разработаны способы сварки углеродистых и легированных сталей с использованием дополнительных вставок:

- вставки, используемые в качестве тонких барьерных слоев при стыковой контактной сварке;
- многоэлементные вставки, полученные с использованием технологии сварки взрывом и в дальнейшем применяемые при стыковой контактной сварке аустенитной и углеродистой сталей;
- вставки, сформированные с использованием технологии наплавки.

На представленные в работе технические решения получены патенты на изобретение Российской Федерации.

Замечания по диссертационной работе А.А. Никулиной

1. В диссертации указано, что при получении промежуточных вставок сваркой взрывом углеродистой стали и стали Гадфильда образуются усадочные раковины. Не понятно, в какой степени они оказывают отрицательное влияние

на механические свойства (ударная вязкость, вязкость разрушения, усталостная трещиностойкость) сварных швов высокоуглеродистых и высоколегированных сталей, сформированных в дальнейшем стыковой контактной сваркой через данные промежуточные вставки.

2. Автор обосновывает рациональность использования дополнительных вставок необходимостью снижения в шве содержания углерода. Не понятно, можно ли в этих целях использовать технически чистое железо, т.е. сплав с минимальным содержанием углерода.

3. В работе, в том числе в выводах и в разделе, описывающем научную новизну, автор отмечает, что наиболее негативное влияние на трещиностойкость сварных соединений оказывают мартенситные прослойки в переходной зоне, примыкающей к хромоникелевой аустенитной стали. Не понятен механизм негативного влияния этой структурной составляющей. Почему мартенситные участки, примыкающие к высокоуглеродистой стали Э76 менее опасны? Имеются ли морфологические различия в анализируемых типах мартенсита?

4. Из 6 главы диссертации не понятно, следует ли считать сварные швы между сталями 110Г13Л и 12Х18Н10Т, получаемые при сварке железнодорожных крестовин, потенциально опасными за счет возможности выделения карбидов, как показано во 2 главе работы? Является ли проблема охрупчивания зоны «сталь 110Г13Л – сталь 12Х18Н10Т» актуальной при получении железнодорожных крестовин на российских предприятиях?

5. На рисунках 2.9 а, 2.10 а наблюдаются светло-коричневые зоны вокруг светлых аустенито-мартенситных областей. Природа их происхождения при описании рисунков не обсуждается. Сами эти зоны в диссертации не обозначены.

6. На рисунке 6.26 показаны изломы сварных крестовин, полученных через наплавленные импульсно-дуговым методом вставки. Очевидно, что зафиксированный четко рельеф полностью соответствует границе наплавленного слоя. Этот факт может свидетельствовать о том, что граница сплавления разнородных материалов является низкопрочной.

Публикации по теме диссертации

Результаты исследований Никулиной А.А., представленные в диссертации, опубликованы в журналах, входящих в список ВАК РФ, а также в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus. По теме диссертационной работы опубликовано 37 работ: 17 статей в рецензируемых научных изданиях, входящих в список ВАК; 7 публикаций в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus; 2 монографии; 9 статей в прочих изданиях; 2 патента на изобретение.

Заключение

Тема и содержание диссертации Никулиной А.А. соответствуют пунктам 1, 2, 3 и 5 паспорта научной специальности 05.16.09 – материаловедение (в машиностроении):

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.

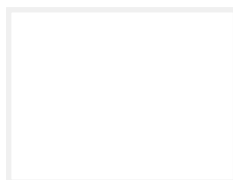
П. 5. Установление закономерностей и критериев оценки разрушения материалов от действия механических нагрузок и внешней среды.

Работа выполнена в соответствии с требованиями п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Российской Федерации (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842), предъявляемым к докторским диссертациям. Представленная диссертационная работа является законченной научно-квалифицированной работой, в которой на основании проведенных автором исследований решена научная проблема,

имеющая важное хозяйственное значение и связанная с выявлением закономерностей структурно-фазовых превращений, происходящих в разнородных соединениях, полученных методами сварки и наплавки углеродистых и легированных сталей. Предложены новые научно-обоснованные решения по реализации технологии стыковой контактной сварки высокоуглеродистых и легированных сталей через дополнительные вставки.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что автор работы Никулина Аэлига Александровна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (в машиностроении).

Официальный оппонент:



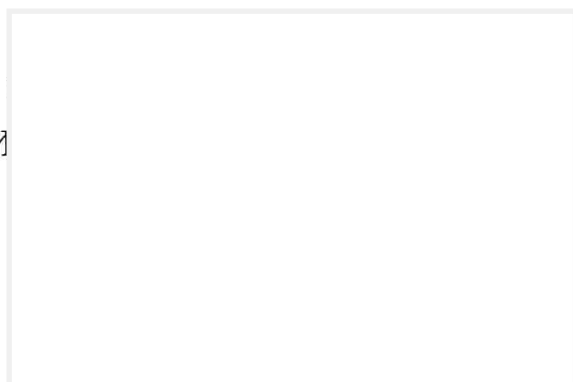
Глезер Александр Маркович

«24» ноября 2020 г.

доктор физико-математических наук (01.04.07),
профессор, главный научный сотрудник,
профессор кафедры физического материаловедения,
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования Национальный исследовательский технологический
университет «МИСиС» (НИТУ МИСиС),
119049, Москва, Ленинский пр-т, 4, тел. +7 (495) 955-00-32, Факс: +7 (499)
236-21-05, E-mail: kancela@misis.ru

Подпись Глезера А.М.

Проректор НИТУ «МИ



М.Р. Филонов

Копия в свет от 12.2020 (С.И. Тюнин и др.)

*с твоей олимпиадой 02.12.2020 г.
Никулина А.В.*