

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

На правах рукописи

УДК 625.151.81:621.791.92

Моржанова Татьяна Юрьевна

**РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КРЕСТОВИН ВЫСОКОПРОЧНЫМИ
СПЛАВАМИ**

05.02.01 – Материаловедение в машиностроении

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Ташкент – 2010

Работа выполнена на кафедре «Основы конструирования машин»
Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта

Научный руководитель

доктор технических наук, профессор
Меликов Владимир Вадимович

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор
**Норкулов Абдукадир
Абдурахманович**

доктор технических наук
Мансуров Юлбарс Набиевич

Ведущая организация

**Узбекский комбинат тугоплавких
и жаропрочных материалов**

Защита диссертации состоится «___» _____ 2010 г. в ___ часов на заседании разового специализированного ученого совета 05.02.01 при Ташкентском государственном техническом университете имени Абу Райхана Беруни по адресу: 100174, г. Ташкент, Вузгородок, улица Университетская. 2, зал заседаний.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ташкентского государственного технического университета имени Абу Райхана Беруни.

Автореферат разослан «___» _____ 2010 г.

Ваш отзыв на реферат в двух экземплярах просим направлять по вышеуказанному адресу на имя учёного секретаря разового специализированного совета.

Тел.: (3712) (2460875) факс 118-90-52

E-mail karimovsh@mail.ru.

**Ученый секретарь
разового специализированного совета,
доктор технических наук,
доцент**

Каримов Ш.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы

Президент Республики Узбекистан И.А.Каримов в своей книге «Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана» указывает дальнейшее ускоренное проведение модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий. Широкое внедрение современных гибких технологий. Это прежде всего касается базовых отраслей экономики, в том числе железнодорожного транспорта.

Восстановление железнодорожных крестовин является актуальнейшей задачей для железных дорог всех стран мира. Определяется это тем, что из-за особенностей крестовин стрелочных переводов (разрыв рельсового пути в зоне крестовины) и применяемого для крестовин материала (высокомарганцевой стали) крестовины изнашиваются в 3-4 раза быстрее, чем рельсы.

Неоднократное восстановление изношенных крестовин дает большой экономический эффект за счет экономии на стоимости материала крестовины и ее изготовления. При этом, используемые технология и материал для восстановления должны обеспечивать качество и надежность крестовин при дальнейшей эксплуатации на возможно более длительный срок.

Для Республики Узбекистан актуальность еще более повышается тем, что в Узбекистане крестовины не изготавливаются и их необходимо приобретать за валюту в других странах (Россия, Украина).

Степень изученности проблемы. Систематические исследования технологии восстановления крестовин начались в начале пятидесятых годов прошлого века. Эти исследования подробно излагаются в работах таких ученых и специалистов, как, Путря Н.Н., Амелин С.В., Глюзберг Б.Э., Тейтель А.М., Воробьев Г.М., Титаренко М.И., Горстко Л.Г., Дусевич В.М., Фараджев Ш.М. и ряда других. Однако в этих работах рассмотрены только методы ручной и механизированной (полуавтоматической) наплавки. Сведений о структуре и свойствах сплавов при автоматической многоэлектродной наплавке крестовин в них нет.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Диссертационные исследования выполнены по темам НИР и ОКР СНИС ТашИИТа с Управлением пути ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари», внедряли по хоздоговору № 59 от 29.09.05г. «Разработка технологии и определение качества металла при заварке трещин в крестовинах стрелочных переводов».

Цель исследования. Разработка оптимального состава высокопрочного сплава для восстановления рабочей поверхности изношенных крестовин стрелочных переводов. Создание высокопроизводительной технологии автоматической многоэлектродной наплавки для нанесения сплава на изношенную поверхность. Исследование

влияния технологических факторов на структуру и свойства наплавленного металла с целью создания высоких физико-механических характеристик и долговечности восстановленных крестовин.

Задачи исследования:

- на основе изучения существующих систем легирования сплавов для восстановительной наплавки при ремонте крестовины выбрать композиционный сплав, обладающий наиболее высокой долговечностью;
- на основе анализа существующих приемов и способов восстановления сложных рабочих поверхностей крестовин создать новую, максимально автоматизированную технологию, обеспечивающую максимальную производительность и качество наплавленного слоя;
- определить и исследовать технологические параметры и приемы способа автоматической многоэлектродной наплавки, обеспечивающие наилучшее качество восстановленного слоя и наибольшую производительность;
- провести эксплуатационную проверку крестовин, восстановленных по новой технологии, с целью определения их работоспособности, результаты исследования внедрить в РСП-14 ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари».

Объект и предмет исследования. В качестве объекта исследования приняты известные на сегодня сплавы, которыми разные исследователи восстанавливают изношенные крестовины ручным и полуавтоматическим способами. Это: 110Г13Л, ОМГ-Н, АН-105 и ЦНИИН-4.

Предметом исследований явилась структура и свойства применяемых сплавов и пригодность их для наплавки автоматическим способом.

Методы исследования. Методика исследований предусматривала изучение макро и микроструктуры исследуемых материалов после различных способов нанесения их на изношенную рабочую поверхность крестовины из высокомарганцовистой стали и использовались микроскоп МИМ-7, микротвердомер ПМТ-3, твердомеры Роквелла и Бринелля. Испытания проводили по ГОСТ 7370-86.

Степень химической неоднородности структурных составляющих основного и наплавленного металлов определяли на растровом электронном микроскопе JXГ- 50.

При отработке технологии восстановления крестовин использовали предварительный изгиб, охлаждение и подогрев.

Гипотеза исследования состояла в том, что предлагаемый сплав и технология его нанесения должны обеспечивать высокую долговечность службы, простоту и высокую производительность процесса нанесения по сравнению с существующими сплавами и технологиями.

Достоверность и обоснованность. Достоверность и обоснованность теоретических положений и технических решений экспериментально подтверждены их широким промышленным применением.

Основные положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся:

- системный анализ отечественных и зарубежных публикаций по вопросам восстановления изношенных поверхностей крестовин стрелочных переводов, на основе которого создана и впервые представлена классификация наплавочных материалов, позволяющая провести их систематизацию;
- разработанный способ наплавки восстановления изношенной поверхностей сложной конфигурации как в плане, так и по глубине износа, многоэлектродной автоматической наплавкой под флюсом за счет отдельной подачи электродов и переменной скорости наплавки, позволяющих существенно повысить: производительность процесса и качество наплавленного металла;
- теоретически выявленные положения и методика по обеспечению требуемых: химсостава наплавленного металла, его структуры, оптимальной твердости и долговечности;
- результаты экспериментальных исследований по отработке технологии, эксплуатационных испытаний в ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» и на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ на станции Щербинка Московской железной дороги;
- технологическая установка для восстановления изношенных крестовин внедрена в РСП-14;
- разработанные и утвержденные для применения на железных дорогах СНГ «Технические указания. Крестовины, наплавленные автоматическим многоэлектродным способом под флюсом в стационарных условиях ».

Научная новизна:

- выполнен системный анализ отечественных и зарубежных публикаций по вопросам восстановления изношенных и поврежденных поверхностей крестовин стрелочных переводов из высокомарганцевой стали. Представлена классификация материалов и способов их упрочнения. Показана возможность повышения качества крестовин при нанесении покрытий и рост производительности ;
- на основе анализа тройной диаграммы состояния Fe – Cr - Mn определены условия выделения дельта-феррита в покрытиях, что позволило повысить его пластичность и ликвидировать трещинообразование;
- на основе проведенных комплексных исследований разработана и предложена технология восстановления геометрически сложных изношенных поверхностей крестовины;
- на основе выполненных исследований, разработаны оптимальные технологические режимы восстановления высокопрочными сплавами рабочей поверхности крестовин из высокомарганцевой стали обеспечивающие ее высокие физико-механические свойства и долговечность;
- проведены промышленные испытания, показавшие высокую эффективность выполненных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

На основе проведенных исследований впервые разработана и внедрена в производство высокопроизводительная технология восстановительной

наплавки изношенных крестовин стрелочных переводов высокопрочными сплавами многоэлектродным способом, обеспечивающая повышенные надежность и срок службы восстановленных крестовин. Крестовины, наплавленные по предлагаемой технологии, имеют срок службы в 2-3 раза выше, чем крестовины, наплавленные ручным способом такими же сплавами с таким же слоем.

Практическое использование разработанной технологии осуществлено в РСП-14 ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари», где технология освоена и внедрена в производство.

Реализация результатов. Полученные результаты на основе разработанной новой технологии восстановления рабочей поверхности железнодорожных крестовин высокопрочными сплавами и, созданная для ее осуществления установка, внедрены в РСП-14 ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» и ряде РСП России.

Разработанный технологический процесс наплавки принят и утвержден РАО жд России для применения на железных дорогах стран СНГ.

Апробация работы. Основные результаты исследований изложены в публикациях и апробированы (доложены и обсуждены) на восьми конференциях и семинарах в течение 2005-2008 годов, в т.ч. на Международной научно-практической конференции «Проблемы интенсификации интеграции науки и производства», Бухара, 2006г.; на Республиканских научно-технических конференциях, г.Ташкент, 2005г., 2006г., 2007г, 2008г.; на научно-практической конференции «Безопасность движения поездов», Москва, 2007г.; на научных семинарах, проведенных в ТашиИТе, ТашГТУ, ГУП «Фан ва тараққийёт», на научном семинаре при разовом специализированном совете 05.02.01(Ташкент, 2010).

Опубликованность результатов. По теме диссертации опубликовано в научных изданиях Узбекистана и России 12 работ соискателя, отражающих основные научные результаты диссертационной работы. Перечень их приведен в конце реферата.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы - 128 наименований, четырех приложений, перечня основных условных обозначений и сокращений. Работа изложена на 148 страницах компьютерного текста, из них: 47 рисунков и 18 таблиц.

Автор выражает глубокую признательность доктору технических наук, профессору Меликову В.В. и кандидату технических наук Базанову М.А. за ценные советы и замечания в процессе выполнения данной диссертации.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы совершенствования технологии восстановления рабочей поверхности железнодорожных крестовин, описываются объект исследования, современное состояние и недостатки, показывается цель работы, предмет исследования, направления исследований, формулируется научная проблема диссертационного исследования.

В первой главе дается анализ имеющихся публикаций, нормативно-технической документации и патентных материалов по вопросам конструкций крестовин из высокомарганцевой стали, условиям их эксплуатации в пути, возникающим при эксплуатации повреждениям и дефектам, способам восстановления изношенной рабочей поверхности и материалам, применяемым для восстановления этой поверхности.

Различные исследования по этим вопросам проведены такими учеными и исследователями как Фришман М.А., Амелин СВ., Елсаков Н.Н., Симон А.А., Путря Н.Н., Глюзберг Б.Э., Коган А.Г., Кац Р.З., Шур Е.А., Титаренко М.И., Горстко Л.Г., Тейтель А.М., Крысанов А.Г., Кучеренко В.Д., Фараджев Ш.М., Метельский В.И., Дусевич В.М., Аптекарь Н.М., Гайворонская Т.З., Воробьев Г.М., Беловодский В.Б. и др.

Анализ показывает основные этапы развития этих вопросов. Так, рассматривая различные конструкции крестовин, показано, что подавляющее большинство их в настоящее время и на ближайшую перспективу-это крестовины, имеющие литую часть в виде общей отливки сердечника с изнашиваемыми частями усовиков или цельнолитые крестовины. Материалом для таких крестовин является высокомарганцевая сталь аустенитного класса типа 110Г13Л. Эта сталь обладает специфическим сочетанием положительных и отрицательных свойств. К положительным относятся высокие износостойкость и дефектостойкость в условиях больших динамических и истирающих нагрузок, возникающих в зоне контакта «крестовина - колесо» при прохождении подвижного состава. К отрицательным относятся высокий термический коэффициент линейного и объемного расширения и низкая теплопроводность стали, что необходимо учитывать в различных процессах, связанных с ее нагревом и охлаждением, особенно при их восстановлении. Для получения необходимого уровня механических, технологических и эксплуатационных свойств крестовин требуется строгое соблюдение технологии их изготовления и восстановления.

При рассмотрении условий эксплуатации крестовин в пути показано, что постоянно увеличивающиеся на железнодорожном транспорте скорости движения и нагрузки на ось подвижного состава приводят к существенному увеличению ударно-динамических и истирающих нагрузок, вызывающих в металле крестовин все более высокие напряжения и изнашивание рабочих поверхностей.

При рассмотрении способов восстановления рабочих поверхностей крестовин отмечается, что их эволюция привела к созданию двух групп способов восстановления, использующих наплавку изношенной рабочей поверхности:

- 1) ручная дуговая наплавка в стационарных условиях и ручная дуговая наплавка в пути;
- 2) механизированная (полуавтоматическая) наплавка в пути, или в стационарных условиях.

Как показала практика указанные способы не обеспечивают гарантированного качества наплавленного металла. В зоне термического влияния происходит рост зерна основного металла и выделение карбидов марганца, что ведет к образованию трещин во время эксплуатации крестовин.

Качество наплавленного слоя в большой степени зависит от квалификации и состояния сварщика.

Восстановленный слой требует проковки для снятия остаточных напряжений или прохождения по нему поездов не позже 0,5 часа после наплавки. Большинство применяемых сплавов не обеспечивают требуемой износо- и дефектостойкости требуемых от наплавленного слоя. Основным видом износа применяемых сплавов является выкрашивание.

Избавить крестовины от многих недостатков. При восстановлении существующими способами, может автоматическая многоэлектродная наплавка. Ее основные преимущества:

- универсальная гибкость при нанесении слоев сложных по глубине и ширине;
- характер плавления электродов, который обеспечивает рассеянное тепловложение в основной металл и, как следствие, малая и равномерная глубина проплавления основного металла с пониженным напряжением в наплавленном слое;
- легирование наплавленного слоя можно выполнять различными способами, что снижает стоимость восстановления и позволяет оперативно управлять составом и качеством наплавки;
- многократное повышение производительности труда;
- независимость от квалификации и состояния сварщика.

Во второй главе описана общая методика исследований, которая предусматривала изучение макро и микроструктуры исследуемых материалов после различных способов нанесения их на изношенную рабочую поверхность крестовины из высокомарганцевистой стали и использовались микроскоп МИМ-7, микротвердомер ПМТ-3, твердомеры Роквелла и Бринелля. Испытания проводили по ГОСТ 7370-86.

Степень химической неоднородности структурных составляющих основного и наплавленного металлов определяли на растровом электронном микроскопе JXГ- 50.

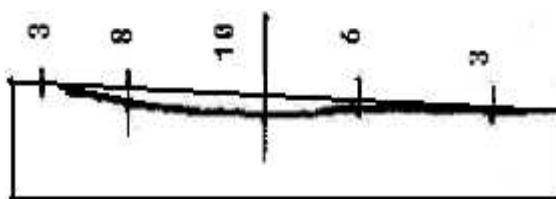
В третьей главе исследованы различные способы легирования наплаваемого металла: лигатурой из порошков ферросплавов, композиционной проволокой и комбинацией композиционной и монолитной

проволок. При исследовании различных приемов нанесения легированного металла на восстанавливаемую рабочую поверхность крестовины, выбираемый участок износа сердечника крестовины разбивали на 4 участка и на каждом участке определяли среднюю величину износа, после чего определяли необходимое количество наплавляемого металла для каждого участка. Методика расчета легирующей шихты по количеству заключалась в том, что зная химический состав наплавляемого сплава и величину коэффициентов перехода элементов в наплавленный металл, аналитически производили расчет легирующей шихты на 1 погонный метр наплавки, а затем корректировали его на фактическую длину наплавки.

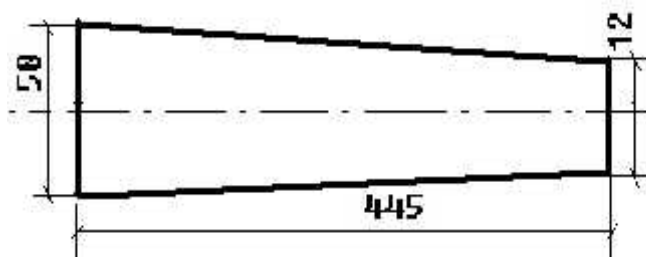
Были экспериментально исследованы различные способы ведения автоматической многоэлектродной наплавки: 1) способ горизонтальной электрошлаковой наплавки, в т.ч. наплавка с продольной расстановкой электродов и наплавка с расстановкой электродов углом; 2) способ электродуговой наплавки, в т.ч. каскадный, способ наплавки с отдельной подачей электродов.

Многочисленные наплавки электрошлаковым способом на различных режимах показали, что этот способ не пригоден для восстановления рабочих поверхностей крестовины. Он обеспечивает качественно сформированный слой наплавки, но не дает стабильного сплавления его с основным металлом. Каскадный электродуговой способ позволяет получать горизонтальную качественную поверхность наплавленного слоя при различных износах крестовины, но также не обеспечивает надежного сплавления с основным металлом.

Решение проблемы автоматической качественной наплавки крестовин многоэлектродным способом удалось получить только при наплавке с отдельной подачей электродов. Наплавляемый сердечник крестовины представляет собой клин, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях (рис.1).



а) конфигурация наплавляемого сердечника в вертикальной плоскости



б) конфигурация наплавляемого сердечника в горизонтальной плоскости

Рис.1. Схема износа сердечника крестовины

Для наплавки таких поверхностей наилучшие результаты обеспечивает схема расположения и включения электродов, показанная на рис.2.

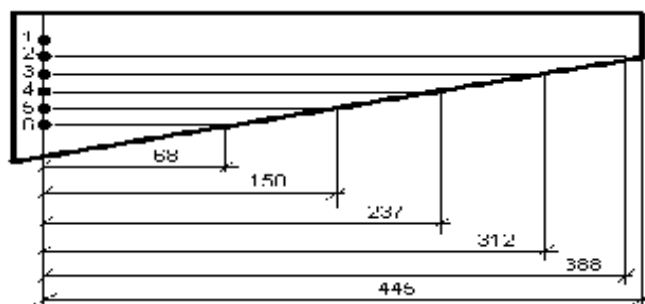


Рис. 2. Схема для расчета длин электродных проволок

Клин в вертикальной плоскости образуется за счет изменения скорости наплавки по задаваемой программе (шаблону). Результаты наплавки по такой схеме полностью удовлетворяют всем требованиям качества. Такая технология обеспечивает получение ванны жидкого металла заданного объема, переменного сечения, повторяя профиль износа, с хорошим формированием наплавленного слоя и сплавлением с основным металлом.

Наплавка стали 110Г13Л показала в околошовной зоне, по границам зерен, большое количество легкоплавкой, низкопрочной фосфидной эвтектики за счет повышенного содержания фосфора в стали. В сочетании с большими растягивающими напряжениями из-за разности в усадке наплавленного и основного металлов, это явилось причиной образования трещин в наплавленном слое.

Сплав АН-105 обеспечивает хорошие сварочно-технологические свойства, но имеет ту же повышенную склонность наплавленного слоя к образованию трещин.

Такая же картина наблюдается и у сплава ОМГ-Н (рис.3).

В структуре наплавленного металла по границам зерен также выявлены микротрещины (рис.4), что можно объяснить большой склонностью литых хромоникелевых сплавов к разрушению границ первичных зерен, особенно когда они совпадают с границами зерен вторичной структуры. Наплавка сплава ЦНИИН-4 обеспечила высокие сварочно-технологические показатели (формируемость шва, отделимость шлаковой корки) и, в то же время, показала, что в наплавленном металле трещины обнаруживаются не всегда (рис.5). Создается оптимальная аустенитная микроструктура наплавленного металла (рис. 6). Таким образом, наилучшие результаты показал сплав ЦНИИН-4, который и был принят для дальнейших исследований.



x 120

Рис.3. Микротрещины в переходной зоне (ОМГ-Н). Шлиф не травлен



x 120

Рис. 4. Микротрещины по границам зерен наплавленного металла (ОМГ-Н)



x120

Рис. 5. Макроструктура сплава ЦНИИН-4, наплавленного на сталь 110Г13Л



x120

Рис.6. Микроструктура (аустенитная) наплавленного ЦНИИН-4 на 110Г13Л

Результаты исследований и экспериментов дали основания принять для дальнейшей разработки технологии автоматической многоэлектродной наплавки крестовин способ с отдельной подачей электродных проволок в зону наплавки и с переменной скоростью перемещения наплавочного автомата вдоль крестовины, а в качестве исходного наплавочного материала принять сплав ЦНИИН-4.

В четвертой главе приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по разработке, совершенствованию и оптимизации технологии многоэлектродной наплавки крестовин, в т.ч. исследования экспериментальной технологии на образцах, вырезанных из крестовин; на натурных крестовинах; исследования серийной технологии

наплавки в стационарных условиях; оптимизация серийной технологии наплавки крестовин.

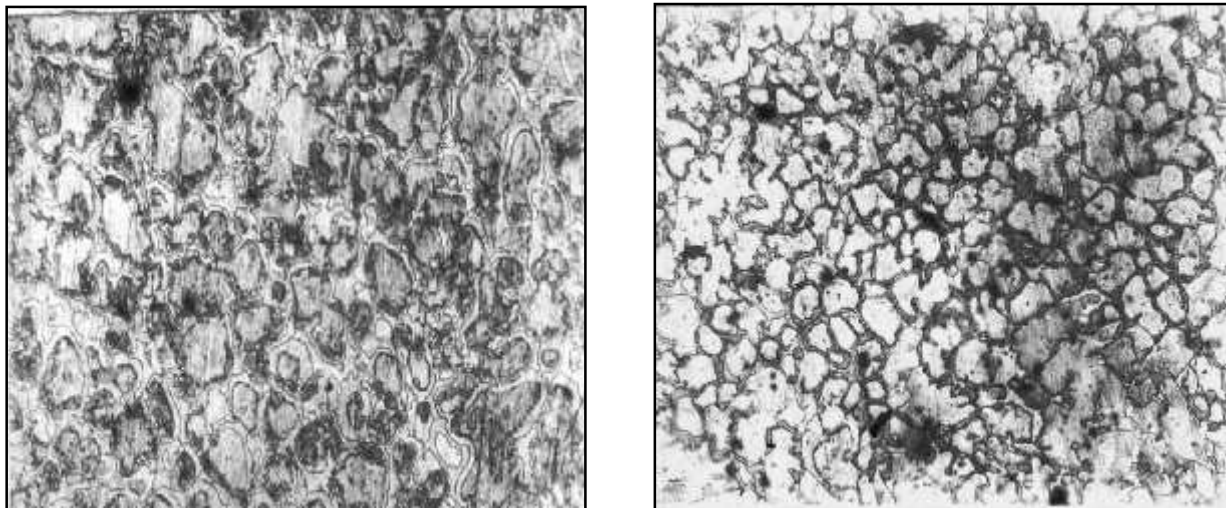
На первой стадии исследования проводились в лабораториях ТашИИТа на лабораторной установке № 1, созданной на базе токарного станка и наплавочной головки с отдельной подачей 9 электродов. Исследовались варианты наплавки с различной шихтой, различными флюсами для получения химсостава наплавленного металла типа сплава ЦНИИН-4. Лучшие результаты были получены при использовании легирующей шихты, электродной проволоки марки Св-08 и флюса АН-22. Структура наплавленного металла представляла собой аустенит, твердость наплавленного металла находилась в пределах от 137 до 203 НВ; в наплавленном металле еще не удалось добиться равномерности химсостава по всему сечению наплавки из-за неравномерного распределения шихты.

На второй стадии было проведено исследование экспериментальной технологии наплавки на натурных крестовинах в лаборатории ТашИИТа. Для этого была создана лабораторная установка №2 и необходимая технологическая оснастка для удержания на рабочей поверхности крестовины расплавленного металла. Однако, эксперименты показали большое коробление крестовин после наплавки, что недопустимо. Для ликвидации коробления крестовину необходимо изгибать перед наплавкой и во время наплавки, для чего требуется специальный стенд, которого в ТашИИТе нет, но он имеется в Рельсосварочном поезде № 14, для чего была создана лабораторная установка № 3. Первые наплавки крестовин с изгибом показали, что в наплавленном металле в процессе остывания крестовины появляются поперечные трещины, которые раньше при наплавке крестовин в свободном состоянии не возникали. Поэтому дальнейшие исследования были направлены на ликвидацию причин возникновения трещин.

Были опробованы различные наплавочные материалы, и при использовании монолитной легированной электродной проволоки Х14Г14НЗТ с добавкой специальной легирующей шихты под флюсом АН-22 были получены наплавки, практически без трещин. Для гарантированного отсутствия трещин и микротрещин было решено использовать известный способ создания двухфазной микроструктуры (аустенит+«дельта-феррит»). Это было достигнуто дополнительным введением железа в зону наплавки.

В процессе исследования технологии наплавки постоянно проводился металлографический анализ наплавленных крестовин. Он, в частности, показал, что из-за неравномерного распределения шихты по наплавляемой поверхности, возникает некоторая неоднородность химсостава наплавленного металла. Для ликвидации этого явления было решено отказаться от шихты, а вместо этого создать специальную композиционную проволоку и подобрать к ней соответствующий флюс. Такая работа была проведена совместно с ИЭС им. Е.О. Патона (г. Киев). Была создана композиционная проволока марки ПП-Нп-Х25Г14НЗТ и к ней подобран флюс марки АН-72. Все дальнейшие исследования и разработки выполнялись на этих материалах, что позволило получать высококачественный наплавленный металл высотой до 7 мм в одном

слое и производить качественные наплавки до 5 слоев, т.е. для восстановления крестовин даже с так называемым «сверхнормативным износом», которые до этого исключались из эксплуатации. Структура наплавленного металла без ферритизатора (аустенитная), с ферритизатором (аустенит + дельта-феррит) показаны на рис. 7.



а) без ферритизатора х340

б) с применением ферритизатора х340

Рис.7. Микроструктуры наплавленного металла

Полученные положительные результаты позволили перейти к исследованию, разработке и оптимизации технологии наплавки крестовин. Появилась возможность создать единую (унифицированную) технологию наплавки многоэлектродным способом крестовин двух наиболее распространенных типов Р50 и Р65. Для создания такой технологии были проведены исследования:

- необходимой величины прогиба и изгибающих усилий для наплавки на стенде;

- необходимых условий для проведения многослойной наплавки крестовин, в т.ч. со сверхнормативным износом;

- оптимальных параметров технологического процесса.

Было определено, что максимальные вертикальные силы давления различны для крестовин разных типов и марок и находятся в пределах 12-24 тс. Прогибы в пределах 40-90мм. Конкретные значения для каждого типа и марки крестовин указаны в разработанных и утвержденных Технических указаниях.

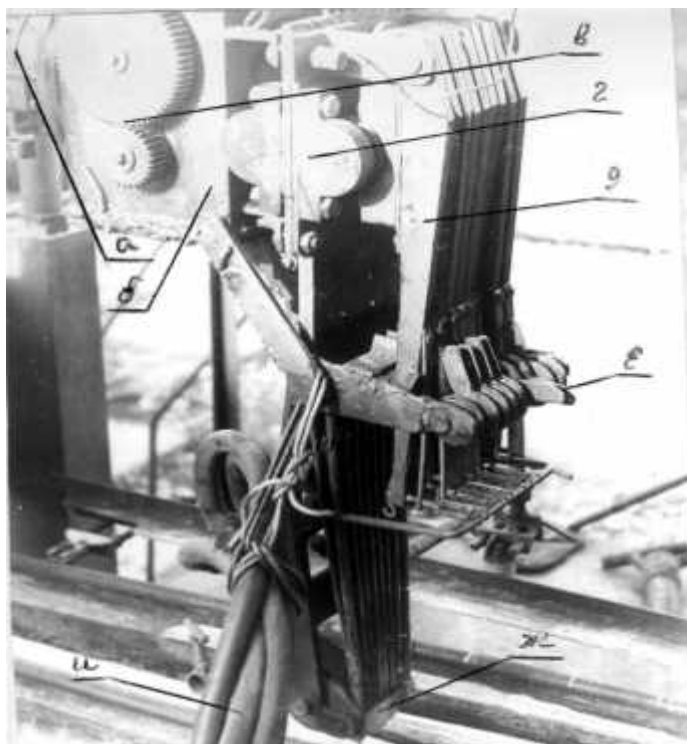
Было определено, что диаметр проволоки -3,8 мм; производится сначала наплавка сердечника, затем поочередно усовиков. Направление наплавки всех поверхностей от «горла» к хвостовой части крестовины.

Таким образом, по результатам теоретических и экспериментальных работ разработана и обоснована технология восстановления изношенной рабочей поверхности железнодорожных крестовин многоэлектродным

способом наплавки высокопрочными сплавами, позволяющая существенно повысить производительность наплавки и обеспечивающая повышенные надежность и срок службы восстановленных железнодорожных крестовин.

В пятой главе приводятся результаты по разработке и созданию установки для многоэлектродной наплавки железнодорожных крестовин износостойкими сплавами; проведению работ по многоэлектродной наплавке опытной партии железнодорожных крестовин высокопрочными сплавами на созданной установке, и их опытно- производственные испытания в эксплуатационных условиях; а также технико-экономическая эффективность разработанной технологии.

Далее рассматривается разработанное устройство. Самым главным органом разработанной установки является наплавочная головка, которая в соответствии с результатами исследований (глава 4) специально разработана для отдельной подачи электродных проволок. Механизм подачи электродных проволок (рис.8) имеет специальное рычажное



- а- электродвигатель;
- б – редуктор;
- в- съемные шестерни для регулировки подачи проволоки;
- г- подающий механизм ;
- д- прижимные рычаги;
- е- механизм включения подачи проволоки;
- ж- мундштук;
- и- токоподводящие провода

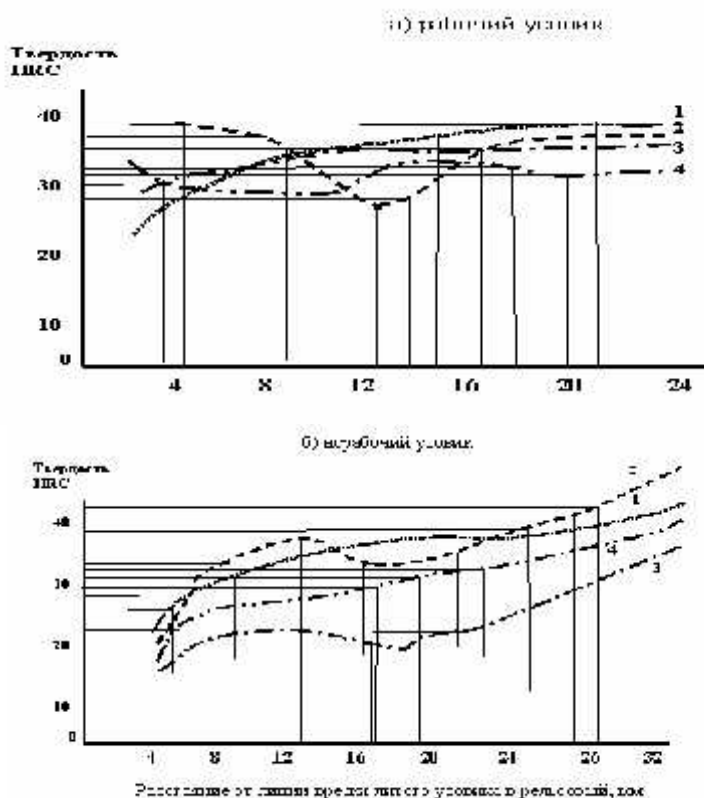
Рис.8. Механизм подачи электродных проволок

устройство, позволяющее в любой момент включить и выключить подачу любой проволоки. Изменение скорости перемещения электродов вдоль наплавляемой поверхности осуществляется с помощью двигателя постоянного тока изменением величины подаваемого напряжения.

Изменение скорости перемещения электродов вдоль наплавляемой поверхности осуществляется с помощью двигателя постоянного тока изменением величины подаваемого напряжения.

Наплавка опытных партий крестовин производилась на всем протяжении процесса совершенствования технологии, наплавочных материалов и наплавочной установки. Всего было наплавлено 14 опытных партий крестовин в количестве 418 крестовин. Одна опытная партия (6 крестовин) проходила испытания на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ, остальные партии - на различных дистанциях пути ГАЗК «Ўзбекистон темир йўллари». Результаты испытаний крестовин на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ (при осевой нагрузке 23 тс на ось и скорости 70 км/час) были признаны удовлетворительными, а разработанный способ наплавки был признан пригодным для применения и укладки крестовин в путь на дистанциях пути.

Результаты металловедческих исследований крестовин из опытных партий показали, что наплавленный слой имеет большее упрочнение, чем основной металл (рис.9).



- | | |
|------------------------|------------------------------------|
| 1 – наплавленный слой; | 2 – граничный слой зоны сплавления |
| 3 – основной металл; | 4 – зона термического влияния |

Рис. 9. Распределение твердости в исследованных образцах

Основной металл наплавленных крестовин с лучшими эксплуатационными свойствами имел более мелкое зерно и лучшее металлургическое качество (повышенная плотность металла, меньшая рыхлость). Отмечено относительно глубокое проникновение наплавленного металла в основной, что дает усиление их адгезионной связи. Видно, что зерна, расположенные на линии сплавления, являются как бы общими для основного и наплавленного металла (рис. 10).

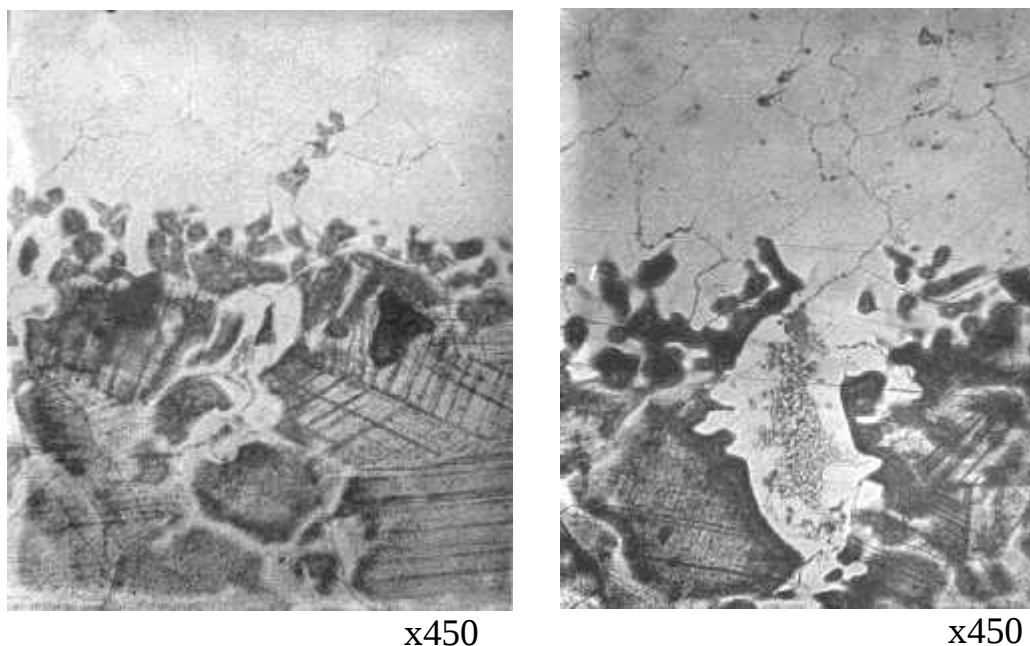


Рис.10. Границы зерен металла в зоне линии сплавления

Общие результаты эксплуатационных испытаний крестовин на дистанциях пути ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» были определены специальной комиссией с участием специалистов МПС России. Было испытано 396 крестовин типов Р65 и Р50 марок 1/11 и 1/9. Они эксплуатировались на различных дистанциях пути, как в главных, так и в прочих станционных путях. Результаты были рассмотрены и обсуждены на основании натурального осмотра крестовин, уложенных на Ташкентской дистанции пути, учетных материалов всех дистанций пути, данных наблюдений ТашИИТа и ВНИИЖТа, опроса линейных работников пути. Было установлено:

- срок службы крестовин после ремонта многоэлектродной наплавкой составил в главных путях от 30 до 60 млн. т. брутто пропущенного груза;
- отдельные крестовины пропустили до 80 млн. т. брутто;
- по результатам наблюдений ВНИИЖТ среднесетевая наработка крестовин, отремонтированных ручной наплавкой составила 18 млн.т. брутто.

ТашИИТу было предложено продолжить внедрение способа многоэлектродной наплавки крестовин.

В процессе проведения эксплуатационных испытаний крестовин и на отдельных этапах получения промежуточных результатов разрабатывалась и утверждалась необходимая нормативно-техническая документация, которая устанавливала методические, организационные и эксплуатационные нормативы для способа автоматической многоэлектродной наплавки крестовин в стационарных условиях.

Всего было разработано 5 нормативно-технических документов. Основным из них, действующим в настоящее время на железных дорогах СНГ являются «Технические указания № ЦП Св 3/2. Крестовины, наплавленные автоматическим многоэлектродным способом под флюсом в стационарных условиях».

В приложении приведены: акт о внедрении результатов диссертационной работы, экономическое обоснование автоматической много электродной наплавки, разработанная инструкция для наплавки крестовин в стационарных условиях.

Заключение

1. В работе впервые разработаны научно-методические принципы создания технологии автоматической многоэлектродной наплавки железнодорожных крестовин стрелочных переводов высокопрочными сплавами.

2. В работе выполнен системный анализ отечественных и зарубежных публикаций по вопросам восстановления изношенных крестовин стрелочных переводов наплавкой, создана классификация способов и наплавочных материалов для этого, даны пути повышения качества и производительности восстановления крестовин высокопрочными сплавами.

3. Установлено, что металл, наплавленный на крестовину ручным или полуавтоматическим способом, короткими валиками, содержит дефекты, свойственные началу и концу сварки. В конце короткого валика имеют место усадочные раковины, а в начале, при наплавке с перекрытиями, трещины и отслоения.

4. Показано, что автоматическая многоэлектродная наплавка крестовин под флюсом, за один проход, свободна от недостатка ручного и полуавтоматического способов, что позволило улучшить качество наплавленного высокопрочного металла и эффективность процесса восстановления крестовин.

5. Найдены оптимальные режимы восстановления изношенных поверхностей крестовины автоматическим многоэлектродным способом:

- скорость $V_{\text{Э}} = 1,53$ м/мин;
- ток на один электрод $I_{\text{д}} = 200$ А ;
- напряжение $U_{\text{д}} = 28-32$ В ;
- высота слоя флюса - 50 мм;
- $d_{\text{Э}} = 3,8$ мм;
- скорость наплавки (в зависимости от требуемой высоты наплавленного слоя) $V_{\text{Н}} = 9,5 \dots 25,0$ м/час;

- количество используемых электродов - 1...7;
- высота наплавляемого слоя за 1 проход - 3...7 мм;

6. На основании анализа тройной диаграммы состояния «Fe-Cr-Mn» улучшен сплав ЦНИИН-4 за счет образования δ -феррита, повышающего пластичность наплавленного слоя и снижающего склонность высокопрочного покрытия к трещинообразованию.

7. Металлографическими исследованиями зоны перехода наплавленного металла в основной не обнаружено выпадения карбидов марганца при восстановлении крестовин автоматическим многоэлектродным способом, что свидетельствует о благоприятном тепловом режиме процесса.

8. Работоспособность восстановленных крестовин проверялась эксплуатационными испытаниями, которые проводились на различных дистанциях пути ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» и на Экспериментальном кольце ВНИИЖТ на станции Щербинка Московской железной дороги в различных условиях поездных нагрузок и скоростей движения подвижного состава. При этом установлено, что :

- срок службы крестовин после ремонта многоэлектродной наплавкой составил в главных путях от 30 до 60 млн. т. брутто пропущенного груза; (отдельные крестовины пропустили до 80 млн. т. брутто);
- по результатам наблюдений ВНИИЖТ среднесетевая наработка крестовин, отремонтированных ручной наплавкой составила 18 млн.т. брутто.

9. По результатам исследований разработаны и утверждены Технические указания «Крестовины, наплавленные автоматическим многоэлектродным способом под флюсом в стационарных условиях.

10. Разработанная в результате проведенных исследований технология внедрена в РСП-14 ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» и на Ершовском заводе (Приволжской железной дороги) с экономическим эффектом 3061,51 дол. от наплавки одной крестовины.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Моржанова Т.Ю., Меликов С.В. Исследование возможностей создания композиционного сплава для наплавки крестовин стрелочных переводов // Композиционные материалы. Ташкент, 2005.- № 3.- С.40-41.

2. Моржанова Т.Ю., Меликов С.В. Исследование возможностей создания композиционного сплава для наплавки крестовин стрелочных переводов // Новые технологии получения композиционных материалов на основе местного сырья и их применение в производстве. Сб. тез. докл. Респ. научн –техн. конф. 25-26 ноября 2005. – Ташкент, 2005. – С.85-87.

3. Меликов С.В., Моржанова Т.Ю. Исследование возможности восстановления рабочей поверхности крестовин стрелочных переводов со сверхнормативным износом // Проблемы интенсификации интеграции науки

и производства // Сб.трудов Международной научно- практической конференции.- Бухара, 2006.- С.122-123.

4. Меликов С.В., Моржанова Т.Ю. Исследование особенностей наплавки крестовин стрелочных переводов из стали 110Г13Л многоэлектродным автоматическим способом // Ресурсосберегающие технологии по эксплуатации и ремонту подвижного состава, динамика и прочность систем. Тез. докл. Респ. научн.- техн. конф. 14-15 декабря 2006.- Ташкент, 2006.- С.13-16.

5. Моржанова Т.Ю. Исследование качества металла наплавленных крестовин стрелочных переводов // Вклад ученых –женщин в развитие науки и техники // Сб. материалов Респ. научн.- практ. конф. В двух частях, часть 2, - Ташкент, 2006.- С.176-179.

6. Меликов В.В., Моржанова Т.Ю. «Период смятия» и работоспособность крестовин стрелочных переводов // Респ. научн.- техн. конф. «Получение нанокomпонентов, их структура и свойства» : Тез. докл.- Ташкент, 2007.- С.201-202.

7. Меликов С.В., Моржанова Т.Ю. Автоматическая многоэлектродная наплавка крестовин стрелочных переводов в стационарных условиях и в пути //Безопасность движения поездов // Труды УИИ Научн.-практ. конф., в двух частях, часть 1, М.: МИИТ, 2007.- С. 13-14.

8. Меликов С.В., Моржанова Т.Ю., Фатхуллин А.А. Материал для восстановления сердечника крестовины железнодорожного стрелочного перевода // Ресурсосберегающие технологии по эксплуатации и ремонту подвижного состава, динамика и прочность систем. Тез. докл. Респ. научн. -техн. конф. 6-7 декабря 2007г. - Ташкент, 2007. - С. 17-19.

9. Меликов С.В., Моржанова Т.Ю. Особенности процесса многоэлектродной наплавки сердечника крестовины стрелочного перевода из высокомарганцевой стали // Ресурсосберегающие технологии по эксплуатации и ремонту подвижного состава, динамика и прочность систем. Тез. докл. Респ. научн. - техн. конф. 6-7 декабря 2007 г. - Ташкент, 2007. - С.20-24.

10. Моржанова Т.Ю. Исследование композиционного сплава для восстановления изношенных поверхностей крестовин стрелочных переводов. // Композиционные материалы. Ташкент, 2008.- № 3.- С. 42-45.

11. Моржанова Т.Ю. Создание комплекса оборудования и технологической оснастки для наплавки крестовин стрелочных переводов в стационарных условиях. // Композиционные материалы. Ташкент, 2008.-№3.- С. 94-95.

12. Моржанова Т.Ю. Разработка и оптимизация технологии восстановления рабочей поверхности железнодорожных крестовин автоматической многоэлектродной наплавкой. // Ресурсосберегающие технологии в путевом хозяйстве и строительстве. Тез. докл. Респ. научн. - техн. конф. 15-16 декабря 2008 г. - Ташкент, 2008. - С. 102-104.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Моржанова Татьяна Юрьевнанинг 05.02.01 – «Машинасозликда материалшунослик» ихтисослиги бўйича «Темир йўл крестовиналари ишчи юзаларини юлори мустақамликдаги лотишмалар билан тиклаш технологиясини ишланмаси ва асосланиши» мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч сўзлар: стрелка ўтказгичлар крестовиналари, тиклаш, юлори мустақамликдаги лотишмалар, металлнинг структураси ва хусусиятлари, ейилишга чидамлилиқ.

Тадқиқот объекти: лотишмалар: 110Г13Л пўлат, ОМГ-Н лотишма (электрод), ПП АН-105 лотишма (сим), ЦНИИН-4 лотишма (электрод).

Ишнинг мақсади: ишчи юзаси опламаси учун юлори легирланган материалларнинг оптимал таркибини аниқлаш ва структураси, хусусиятини ўрганиш амда крестовиналарни юлори физик-механик хусусиятлари ва ейилишга чидамлилиқ хусусиятларини таъминловчи стрелкали ўтказма крестовиналарининг фойдаланишдаги мустақамлигини ошириш.

Тадқиқот методлари: тиклашда юлори мустақамликдаги лотишмаларнинг структураси ва хусусиятларини назарий ва экспериментал ўрганиш, металлографик текширувлар.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: «Fe-Cr-Mn» учламчи диаграммани текшириш асосида, лотишмада «дельта-феррит» ажралиши шароитлари яратилган бўлиб, бу унинг эластиклигини ошириш амда ёриқ осил бўлишини камайтириш имконини берди. Олиб борилган тадқиқотлар асосида стрелкали ўтказма крестовиналари ишчи юзасида юлори физик-механик хусусиятлар ва ейилишга чидамлилигини таъминловчи юлори мустақамликдаги лотишмалар билан тиклашнинг оптимал технологик режимлари ишлаб чиқилган. Олиб борилган комплекс тадқиқотлар асосида мураккаб едирилган юзаларни тиклаш методикаси ишлаб чиқилган ва таклиф этилган.

Амалий аамияти: «Ўзбекистон темир йўллари» ДАТК ва МДШ бошқара темир йўллари корхоналари стационар шароитларида кўпэлектродли усулда крестовиналарни кавшарлаш технологик жараёнини ишлаб чиқилди.

Тадбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: ишлаб чиқилган технология: а) «Ўзбекистон темир йўллари» ДАТК РСП-14 да тадбиқ қилинган; б) Россия ва МДШ темир йўлларида ўллаш учун тасдиқланган. Бу «Стационар шароитларда флюс остида автоматик кўпэлектродли усулда кавшарланган крестовиналар. Техник кўрсатмалар» кўринишида расмийлаштирилган. Ишлаб чиқилган технологияни тадбиқ қилишдан иқтисодий самара (бир крестовинага): Р50 крестовиналари учун – 2666,68 ш.б.; Р65 крестовиналари учун – 3061,51 ш.б. ташкил қилди.

Ўлланиш соаси: стрелка ўтказгичлар крестовиналарини тиклаш билан шуғулланувчи «Ўзбекистон темир йўллари» ДАТК, Россия ва МДШ бошқара давлатлари корхоналари; халқ хўжалигининг турли соаларидаги илмий-тадқиқот ташкилотлари.

РЕЗЮМЕ

диссертации Моржановой Татьяны Юрьевны на тему: «Разработка и обоснование технологии восстановления рабочей поверхности железнодорожных крестовин высокопрочными сплавами» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.01 – «Материаловедение в машиностроении»

Ключевые слова: крестовины стрелочных переводов, восстановление, высокопрочные сплавы, структура и свойства металла, долговечность.

Объект исследования: сплавы: сталь 110Г13Л, сплав (электрод) ОМГ-Н, сплав (проволока) ПП АН-105, сплав (электрод) ЦНИИН-4.

Цель работы: изучение структуры, свойств и выявление оптимальных составов высоколегированных материалов для покрытия рабочей поверхности и повышения эксплуатационной надежности крестовин стрелочных переводов, обеспечивающих высокие физико-механические свойства и долговечность крестовин.

Метод исследования: теоретическое и экспериментальное изучение структуры и свойств высокопрочных сплавов при восстановлении, металлографические исследования.

Полученные результаты и их новизна: на основе анализа тройной диаграммы состояния «Fe – Cr – Mn» определены условия выделения дельта-феррита в покрытии, что позволило повысить его пластичность и ликвидировать трещинообразование. На основе проведенных исследований впервые разработаны оптимальные технологические режимы восстановления высокопрочными сплавами на рабочей поверхности крестовин стрелочных переводов, обеспечивающие ее высокие физико-механические свойства и долговечность. На основе проведенных комплексных исследований разработана и предложена методика восстановления сложных изношенных поверхностей.

Практическая значимость: практическое использование разработанной технологии осуществлено в РСП-14 ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари», где технология внедрена в производство.

Степень внедрения и экономическая эффективность. Разработанная технология : а) внедрена в РСП-14 ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари»; б) утверждена для применения на железных дорогах России и СНГ. Экономический эффект от внедрения разработанной технологии составляет (на одну крестовину): для крестовин Р50 – 2666,68 долларов; для крестовин Р65 – 3061,51 долларов.

Область применения: предприятия ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари», России и других стран СНГ, занимающиеся восстановлением крестовин стрелочных переводов; научно-исследовательские организации различных отраслей народного хозяйства.

REZUME

Thesis of T.Yu.Morzhanova on the scientific degree competition of the candidate of technical sciences on a speciality -05.02.01 - "Material sciences in machine building" to subject: "Working out and motivation of the technology restoration working surface railway cross-pieces by high-strength alloys»

Key words: cross-pieces arrowshaped translation, restoration, high-strength alloys, structure and characteristic of the metal, durability.

Subjects of research: alloys: a steel 110Г13Л, an alloy (electrode) ОМГ-Н, an alloy (wire) of software АН-105, an alloy (electrode) ЦНННН-4.

Purpose of work: research structure and characteristic of the high-strength alloys, the chosen high-strength alloys on structure and properties melted metal, and working out of high-efficiency technology of restoration working surfaces cross-pieces by high-manganese alloy providing, raised physicomechanical properties and durability.

Method of research: theoretical and experimental studying of structure and properties of high-strength alloys at their restoration, metal-graphic researches.

The results obtained and their novelty: on the basis of the threefold diagramme: «Fe-Cr-Mn» conditions of allocation "delta-ferrite" in alloy are created, that has allowed to raise its plasticity to lower crack-form. On the basis of the spent researches optimum technological modes restoration by high-strength alloys on a working surface cross-pieces arrowshaped translation the transfers, high physicomechanical properties providing it and durability are developed. On the basis of the spent complex researches the restoration technique of the difficult worn out surfaces.

Practical value: it is designed technological process of melting of cross-pieces polyelectrodes in stationary condition of enterprise "The Railway Company" Uzbekiston temir jullari" and other railways C.I.S.

Degree of embed and economic effectivity: designed technology : a) it is introduced in RWT-14 of The Railway Company "Uzbekiston temir jullari"; b) it is approved for using on railways of the Russia and C.I.S.. This is executed in the manner of "Technical instructions. The cross-pieces melted automatic polyelectrodes by way under gumboil in stationary condition".

The economic effect from introduction designed technologies forms (on one cross-piece) : for cross-pieces R50 - 2666,68 c.u.; for cross-pieces R65 - 3061,51 c.u.

Field of application: enterprises of The Railway Company "Uzbekiston temir jullari", Russia and the other countries of C.I.S., concerning with recovering the cross-pieces arrowshaped translation; scientifically- exploratory organizations of the different branches public facilities.