

М 389671

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

МОСКОВСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ
УЧИЛИЩЕ ИМЕНИ Н.Э.БАУМАНА

На правах рукописи

СИМОНОВА ЛЮБОВЬ ПЕТРОВНА

РАЗРАБОТКА НАПЛАВочНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ
ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ
ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

(Специальность 05.04.05 - Технологии и машины
сварочного производства)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1982

Работа выполнена в Ташкентском ордена Трудового Красного
Знамени институте инженеров железнодорожного транспорта.

Научные руководители - к.т.н., доцент **Сущенко А.П.**
д.т.н., профессор Киселев С.Н.

Официальные оппоненты - д.т.н., профессор Стеклов О.И.
к.т.н., старший научный сотрудник
Горетко Л.Г.

Ведущее предприятие - ВНИИВ Калининское отделение

Защита диссертации состоится "10" июня 1982 г.
на заседании специализированного Совета К053.15.03 Московского
ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового
Красного Знамени высшего технического училища имени Н.Э.Баумана
по адресу: 107005, Москва, 2-я Бауманская ул., д.5.

Ваши отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью, просим
выслать по указанному адресу.

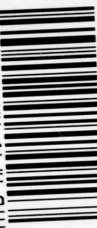
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МРТУ.

Автореферат ~~разослан~~

Ученый секретарь
специализированного
д.т.н.

M 389671

НТБ МРТУ им. Н.Э.Баумана



1389671

Симонова Л. П. Разработка и

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Главной задачей железнодорожного транспорта, определенной XXVI съездом КПСС, является увеличение пропускной и провозной способности железных дорог на грузонапряженных направлениях, сокращение времени оборота грузового вагона, повышение скорости движения грузовых и пассажирских поездов.

В настоящее время на железнодорожном транспорте большое внимание уделяется повышению качества ремонтных работ, внедрению передовых технологических процессов, в том числе при сварочных и наплавочных работах.

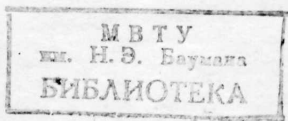
В общем объеме работ сварочно-наплавочные работы при ремонте деталей гасителей колебаний тележки ЦНИИ-ХВ-0 грузовых вагонов занимают одно из ведущих мест и являются одной из трудоемких и сложных технологических операций вследствие сложности конструкции деталей и неравномерности изнашивания. По данным Главного управления вагонного хозяйства МПС, в стране ежегодно ремонтируется около 1 млн. клинзев, объем которых будет непрерывно возрастать в связи с планомерной заменой тележек МТ-50 на тележки ЦНИИ-ХВ-0 и увеличением выпуска грузовых вагонов.

Исходя из среднего износа обеих плоскостей клина и количества наплавленного металла, можно сделать вывод о том, что более 30% наплавленного металла от общего объема по вагонному хозяйству (около 600 т в год) идет на восстановление клинзев. Это свидетельствует о том, что проблема разработки высокопроизводительных методов и оборудования для восстановления деталей гасителей колебаний грузовых вагонов является одной из актуальных проблем на железнодорожном транспорте.

Целью работы является разработка наплавочных материалов, высокопроизводительной технологии и оборудования для восстановления многоэлектродной наплавкой за один проход изношенных поверхностей деталей гасителей колебаний с обеспечением высокого качества и износостойкости наплавленных слоев.

Методы исследования. Для проведения ускоренных испытаний на износостойкость разработанных наплавочных сплавов была сконструирована и изготовлена установка, позволяющая получать результаты, сопоставимые с результатами эксплуатационных испытаний по виду и характеру износа. Использован метод анализа действующих сил на деталях гасителей колебаний для установления особенностей износа.

Исследование и выбор оптимального состава сплава для наплавки



производились с применением методов математической статистики.

Исследование износостойкости деталей гасителей колебаний, наплавленных оптимальными сплавами, в зависимости от пробегов вагонов в эксплуатационных условиях проводились с помощью специально изготовленных измерительных приспособлений, а последующая обработка полученных результатов эксплуатационных испытаний — методами наименьших квадратов и регрессионного анализа с использованием ЭВМ.

Для исследования микроструктуры наплавочных сплавов использовались методы металлографического анализа.

Определение химического состава шихтовых материалов производилось расчетным путем по специальной методике.

Научная новизна работы заключается:

1. В разработке оптимального состава сплава для многоэлектродной наплавки деталей гасителей колебаний грузовых вагонов с минимальным содержанием дефицитных легирующих компонентов на основе системы легирования $Mn - Cr - Si$ и автомата для наплавки за один проход одновременно семнадцатью проволоками изношенных поверхностей деталей гасителей колебаний шириной до 175 мм.

2. В разработке методики оптимального восстановления клиньев гасителей колебаний, заключающейся в периодической, через каждые 2 года эксплуатации, наплавке горизонтальных кромок вертикальных плоскостей клиньев с целью как повышения эксплуатационных характеристик, так и уменьшения суммарного объема наплавочных работ при ремонте.

3. В разработке, на основе методов статистического и регрессионного анализа, математических моделей износа наплавленных клиньев гасителей колебаний в зависимости от химического состава наплавленного металла и эксплуатационного пробега вагонов, позволяющих прогнозировать работу наплавленных деталей и более обоснованно определять сроки и объемы наплавочных работ при эксплуатации.

Практическая ценность работы.

1. Разработана новая технология восстановления клинзев и планок деталей гасителей колебаний тележки ЦНИИ-ХЗ-0 - многоэлектродная наплавка изношенных поверхностей за один проход по всей ширине под слоем флюса АН-348А по слою легирующей шихты или с применением легированных проволок. Внедрена на Кизил-Арватском вагоноремонтном заводе Ашхабадской железной дороги новая специально изготовленная установка для многоэлектродной наплавки одновременно 17-ю проволоками клинзев и планок гасителей колебаний.

Разработанная технология и оборудование дают экономический эффект по сравнению с ручной наплавкой 32000 руб. С помощью разработанных технологии и оборудования произведена наплавка около 80000 клинзев и 50000 планок гасителей колебаний грузовых вагонов.

2. Определены и даны рекомендации по выбору оптимальных режимов многоэлектродной наплавки деталей гасителей колебаний грузовых вагонов.

3. Разработана и предложена методика сравнительных эксплуатационных испытаний наплавленных клинзев гасителей колебаний.

4. На основании исследования характера и закономерностей износа клинзев гасителей колебаний и с целью обеспечения более продолжительной и качественной их работы, а также для повышения безопасности движения поездов и уменьшения износа рельсового пути даны рекомендации и режимы по систематической, профилактической наплавке горизонтальных кромок вертикальной плоскости клинзев порошковой проволокой ПП-ТН250, условный годовой экономический эффект от внедрения которой составит приблизительно 125000 руб. только по Среднеазиатской железной дороге.

Апробация работы. Основные материалы диссертации докладывались на заседании кафедры "Технология металлов" ТашИИТа в г.Ташкенте в 1976 году, на заседании кафедры "Вагоны и вагонное хозяйство" ЛИИЖТа в г.Ленинграде в 1976 году, на заседании кафедры "Материаловедение и ТКМ" МИИТа в г.Москве в 1980 году, на 41-й научно-технической конференции ТашИИТа в г.Ташкенте в 1981 году, на научном семинаре кафедры "Машины и автоматизация сварочных процессов" МВТУ им.Н.Э.Баумана в г.Москве в 1981 году.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов и приложения.

Работа выполнена на 197 стр., из них 104 стр. машинописного

текста, 40 рисунков, 16 таблиц. Список литературы включает 92 наименований, в том числе 17 — иностранных.

П. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе проводится анализ современного состояния вопроса по проблеме износостойкости деталей гасителей колебаний тележек ЦНИИ-ХЗ-О грузовых вагонов и методам их восстановления. Благодаря работам Н.П.Емельянова, В.С.Володина, И.И.Фрумина, А.П.Сущенко, В.А.Наливкина, Н.И.Доценко, В.Б.Шляпина, В.В.Меликова, а также некоторых зарубежных ученых С.Масао, И.Кадауо, Ф.Эйгорна, Э.Бульского, К.Хона наплавка нашла широкое применение в различных областях машиностроения при восстановлении изношенных деталей. Однако, по вопросам систематического исследования восстановления и повышения износостойкости деталей гасителей колебаний грузовых вагонов имеются весьма ограниченные сведения: следует отметить работы С.М.Бородея, А.Г.Ханина, В.Г.Крутиховского, К.М.Малькова.

Анализ эксплуатационных данных показывает, что в основном в гасителях колебаний грузовых вагонов изнашиваются клинья, планки и надрессорные балки, находящиеся между собой в сопряжении (рис.1). При износе происходит перераспределение нагрузки, приходящейся на пружины, установленные под клиньями и надрессорной балкой, что приводит к снижению относительного трения рессорного комплекта и к ухудшению ходовых качеств вагона. В связи с этим, основные размеры клиньев, планок и надрессорных балок должны находиться в заданных пределах. Наиболее сильно изнашивается вертикальная плоскость клина, в среднем на 8-10 мм за 7-8 лет эксплуатации, от постройки до первого заводского ремонта. Для ее восстановления при максимальном износе (8 мм) необходимо наплавлять 1,9 кг металла, на весь клин 2,5-2,7 кг. Наклонная плоскость изнашивается меньше, 0,5 мм за год и 4-5 мм за 8 лет эксплуатации. Наплавка клиньев ручным методом малопроизводительна (7-8 шт за смену) и применяется при ремонте небольшого количества клиньев. С целью повышения производительности труда и снижения себестоимости наплавленных клиньев многие вагоноремонтные заводы и депо совместно с ведущими научно-исследовательскими организациями отрасли (ВНИИТ, его отделения, Главное управление по ремонту подвижного состава и производству запасных частей МПС, отделение сварки ПКБ ЦВ, г.Киев, ТашиТ и др.) в настоящее время внедряют прогрессивные методы автоматической и полуавтоматической наплавки, такие как: автоматическую наплавку клиньев одной проволокой под слоем флюса, наплав-

ку ленточным электродом под керамическим флюсом, порошковым ленточным электродом открытой дугой, полуавтоматическую наплавку в среде углекислого газа, наплавку лежащим пластинчатым электродом, автоматическую наплавку одним электродом с поперечными колебаниями, полуавтоматическую наплавку порошковой проволокой ПП-ТН250 и др. Наряду с повышением производительности наплавки существующие методы восстановления клиньев гасителей колебаний имеют некоторые недостатки: сложность изготовления порошкового ленточного электрода, высокую стоимость порошковой проволоки (или ленты), выгорание легирующих примесей, возникновение прожога в связи со значительным проплавлением основного металла, неполную наплавку изношенных поверхностей клина, требующую подварки при наплавке с поперечными колебаниями электрода, а также незначительное повышение износостойкости.

Поэтому, несмотря на наличие достаточно большого количества исследований в этой области и существование самых различных способов, необходима разработка новых высокопроизводительных методов и оборудования для восстановления изношенных деталей гасителей колебаний. Помимо вопросов, связанных с определением технологии восстановления деталей гасителей колебаний, оптимального химического состава наплавляемого металла, возникают важные вопросы, связанные с изучением условий работы и механизма изнашивания этих деталей, построении математических моделей процессов износа, связывающих величины износа со сроком эксплуатации. Необходимо разрабатывать научно обоснованные подходы к определению состава и свойств наплавляемых материалов на детали гасителей колебаний грузовых вагонов.

На основании вышеизложенного были сформулированы следующие основные задачи работы:

1. Исследование особенностей работы и процесса изнашивания клиньев гасителей колебаний на основании анализа их работы в эксплуатационных условиях.

2. Разработка методики исследования износа наплавляемых поверхностей при лабораторных и эксплуатационных испытаниях.

3. Выбор и обоснование методики определения состава и свойств наплавочного материала по критерию износостойкости и обеспечению требуемой величины коэффициентов трения. Определение оптимального химического состава и свойств наплавочного материала по результатам лабораторных испытаний с применением метода математической статистики.

4. Разработка математической модели зависимости износа наплавляемых деталей с оптимальным составом наплавки от пробега на основе данных эксплуатационных испытаний с целью экстраполяции экспериментальных результатов на большие сроки эксплуатации.

5. Выбор и обоснование способа восстановления клинзев гасителей колебаний и разработка специализированного оборудования для их восстановления.

6. Разработка технологии и рекомендаций по режимам восстановления клинзев и планок в производственных условиях.

7. Проведение технико-экономического анализа способа восстановления клинзев и планок гасителей колебаний.

Вторая глава посвящена исследованию особенностей работы клинзев гасителей колебаний в эксплуатационных условиях, разработке фплавов для их наплавки и методики ускоренных испытаний износостойкости наплавленных слоев с применением методов математической статистики.

Гасители колебаний (рис.1) являются частью упругого подвешивания вагона и служат для ограничения величины колебаний, возникающих от воздействия на вагон различных возмущающих сил.

Клин гасителя колебаний представляет собой полую деталь, отличающуюся от ст.25Л и затем нормализованную. Твердость клина не ниже 280 НВ. Он работает в паре с фрикционной планкой и надрессорной балкой в условиях сухого трения с частичным окислительно-абразивным изнашиванием. Известно, что вертикальная плоскость клина изнашивается неравномерно: верхние, нижние и боковые кромки больше, а средняя часть меньше. Для объяснения характера износа был проведен детальный анализ видов перемещения от действия нагрузок (сил) на элементы системы гасителей колебаний. Исходя из анализа действия сил на клин установлено, что клин начинает изнашиваться с кромок, износ которых с течением времени прогрессивно возрастает. В результате износов горизонтальных кромок поверхность вертикальной плоскости клина приобретает геометрическую форму, близкую к сферической, при этом происходит резкая потеря фрикционных свойств гасителя колебания, снижается эффективность его работы. При расчете работы сил трения для исходящего движения клина установлено, что износ кромок на 8 мм могут снизить тормозящее действие гасителя на 40,7%. При восходящем движении клина тормозящее действие по мере износа кромок возрастает на столько же процентов, при этом увеличится время восстановления пружин и сила последующих динамических ударов.

Исходя из этого был сделан вывод о необходимости профилактической наплавки горизонтальных кромок вертикальной плоскости в период годового ремонта в депо или на вагоноремонтных заводах, которая обеспечивает первоначальные качественные условия работы, соответствующие новому клину. При внедрении рекомендуемой периодической профилактической наплавки кромок снижение работы сил трения в конце каждого межремонтного периода не будет превышать 7-12%. Наплавку кромок рекомендуется производить порошковой проволокой ЦП-ТН250 или электродами АНО-1.

Годовой экономический эффект от внедрения профилактической наплавки кромок клинзев по Среднеазиатской железной дороге составит около 125000 руб.

Разработка сплавов для восстановления деталей гасителей колебаний проводилась по 3 критериям: износостойкости, сохранению коэффициента трения, возможности последующей механической обработки.

В качестве легирующих компонентов были выбраны *Mn, Cr, Si* входящие в определенном количестве в состав исследуемых сплавов. *Mn* и *Cr* не снижают коэффициента трения и в то же время повышают прочность феррита. *Cr* увеличивает износостойкость материала и сопротивление коррозии. Предельное содержание легирующих компонентов ограничивалось 4%, что соответствует их предельному содержанию в низко- и среднелегированных сталях и обеспечивает удовлетворительную свариваемость.

Концентрация легирующих компонентов рассматривалась в пределах *Mn* - от 1,2% до 2,99%; *Cr* - от 0,24% до 0,8%; *Si* - от 0,2% до 1,2%.

Коэффициенты трения сталь по стали выбранных для исследования сплавов, по литературным данным, находятся в диапазоне 0,18-0,50, в который укладываются коэффициенты трения между вертикальной плоскостью клина и фрикционной планкой (0,35-0,40) и наклонной плоскостью клина и надрессорной бажкой (0,25-0,35), обеспечивающие перемещения вагона в заданных пределах при динамических нагрузках. Из выбранных легирующих компонентов было составлено 5 композиций шихты, состоящей из ферромарганца, ферросилиция и железного порошка для сплавов II и III и феррохрома, ферромарганца, железного порошка и графита серебристого для сплавов I, IV, V. Многоэлектродная наплавка образцов из ст.3 проводилась на постоянном токе обратной полярности четырьмя проволоками марки СВ-09 Ø 3 мм. Режим наплавки: $V_3 = 31,8$ м/час, $l_3 = 40-45$ мм.

$U_3 = 32$ В, $I_3 = 500-700$ А, $V_4 = 10$ м/час, $\beta_{ц} = 4,8$ мм, при этом обеспечивалась ширина наплавки 35 мм, высота наплавки — 5 мм. Химический состав и твердость наплавленных образцов приведены в таблице I.

Таблица I
Химический состав и твердость наплавленных образцов

№	C %	Mn %	Cr %	Si %	Твердость, HB
I	0,18	1,2	0,24	0,20	186
II	0,18	1,5	0	0,20	203
III	0,20	1,55	0,3	0,25	228
IV	0,28	1,65	0,8	0,30	247
V	0,13	2,99	0	1,2	336

Для получения наплавленного металла соответствующего состава производился расчет шихты для каждого из сплавов по методике, изложенной в работах Сущенко А.П. Принципиальное значение с позиции последующей обработки наплавленных слоев имеет их структура. Проведенный металлографический анализ наплавленных слоев позволил выявить их структурные компоненты. В основном, структура сплавов, за исключением V сплава, состоит из феррито-перлита и феррито-сорбита дендритного строения; V сплав имеет в наплавленном металле троосто-сорбит без следов видманштетта.

Для выявления оптимального состава сплава для наплавки на изношенные поверхности клиньев гасителей колебаний были проведены испытания на износостойкость выбранных сплавов.

На основании исследования взаимодействия отдельных частей клиндового гасителя колебаний была разработана методика ускоренных испытаний наплавленных образцов на износостойкость. Ускорение испытаний достиглось за счет увеличения давления между трущимися поверхностями и увеличения скорости перемещения трущихся поверхностей по сравнению с эксплуатационными. При этом методика предусматривала имитацию движения клина и планки в эксплуатации, что позволило получить идентичность характера и соизмеримые величины износа наплавленных образцов и клиньев. Время испытаний наплавленных образцов составило 1 час. Для реализации методики ускоренных испытаний разработана конструкция специального стенда, в котором движение наплавленного образца в сочетании с колебатель-

ными движениями фрикционной планки обеспечивают относительное перемещение трущихся поверхностей на 18-19 мм/об со скоростью, в 7 раз превышающей скорость перемещения клина по планке в эксплуатационных условиях ($\frac{17,1 \text{ м/мин}}{2,28 \text{ м/мин}}$). Давление при испытаниях

увеличено в 5-8 раз ($\frac{15,6 \text{ МПа}}{3,0 \text{ МПа}}$ и $\frac{23,4 \text{ МПа}}{3,4 \text{ МПа}}$).

Для обеспечения моделирования реальных условий по критерию характера износа, в зазор между образцом и планкой подавалась струя воды (около 2 л/мин), которая, кроме того, поддерживала постоянную температуру между трущимися поверхностями в пределах 25-32°C.

Измерения износов на образцах и планках проводились весовым методом в зависимости от суммарного содержания легирующих элементов $Mn + Cr$.

Установлено, что износ образцов быстро снижается по мере возрастания легирующих добавок. При этом износ планки (НВ 380) увеличивается незначительно.

При содержании $Mn + Cr$ свыше 2,45% износ планки возрастает быстрее, кроме того, металл наплавки приобретает троост-бейнитную структуру; снижается его пластичность и вязкость, он трудно обрабатывается инструментом из быстрорежущей стали. Результаты испытаний обрабатывались методом математической статистики с целью установления аналитической зависимости износа наплавленных образцов (μ) от суммарного содержания марганца и хрома (X), которая получена в виде:

$$\mu = 91,2 \times 10^{-0,6242x}$$

Это позволило с большей достоверностью подойти к выбору оптимального состава наплавляемого материала и дало возможность прогнозировать износостойкость в заданных пределах в зависимости от суммарного содержания легирующих компонентов.

На основании проведенных исследований было установлено, что оптимальный сплав для наплавки должен содержать $Mn + Cr$ в пределах 1,8-2,45%, причем, содержание Mn в нем должно находиться от 1,5 до 1,65%, Cr - от 0,3 до 0,8%. Твердость сплава лежит в диапазоне от 260 до 290 НВ. Такие сплавы удовлетворительно поддаются обработке инструментом из быстрорежущей стали. Микроструктура их состоит на 70-80% сорбита, остальное - феррит. Коэффициент трения находится в пределах 0,18-0,50, что отвечает

высесформулированным требованиям по коэффициентам трения, предъявляемым к клину. Вышеназванным требованиям полностью отвечает сплав Ш.

Третья глава. Окончательное заключение по выбору оптимального состава наплавляемых материалов производилось по результатам сравнительных эксплуатационных испытаний.

Методика испытаний предусматривала постановку партий клиньев в количестве 32 штуки, наплавленных выбранным ранее сплавом II и клиньев промышленного изготовления на тележки под кузова вагонов думпкаров и проведение испытаний в течение 4-х лет с последующим измерением износов поверхности клиньев, планок, надрессорных балок и твердости наплавленных клиньев. Для сравнения ряд клиньев были наплавлены сплавом состава У. Вагоны эксплуатировались на линии ст. Чиназ-ст. Рахимова Среднеазиатской железной дороги, среднесуточный пробег которой составил 150-180 км. Перед постановкой клиньев на тележки все старые фрикционные планки были заменены на новые и проведены измерения исходных размеров клиньев и планок.

По результатам измерений положения клиньев относительно надрессорных балок были получены зависимости положения клиньев от пробега вагона, свидетельствующие о том, что разность уровней опытных клиньев и надрессорных балок не выходит за пределы максимальных величин (+20 мм и -10 мм), что обеспечивает необходимый коэффициент относительного трения рессорного подвешивания в пределах 8-10% от статической нагрузки, приходящейся на рессорный комплект.

Измерения износов проводились при помощи специально изготовленных приспособлений. Установлено, что приработка кромок закончилась после пробега 162-216 тыс. км.

Дальнейший темп износа стал стабильным. Пониженный износ наплавленных клиньев по сравнению с клиньями промышленного изготовления в первый год испытаний объясняется их несколько повышенной твердостью и износостойкостью, а также частичным наклепом поверхностей наплавленных клиньев в процессе механической обработки.

В результате испытаний выяснилось, что наплавленные клинья имеют износ в 1,5-2 раза меньший по сравнению с клиньями промышленного изготовления. Для выявления влияния износа всех трущихся поверхностей на просадку клина относительно надрессорной балки проводились измерения износа планок и надрессорных балок. Анализ полученных результатов после 4 лет испытаний показал, что износ

фрикционной планки составил 1/4 от износа сопрягаемой поверхности вертикальной плоскости клина, т.е. 0,07-0,15 мм, а износ над-рессорной балки - 1/2 от износа наклонной плоскости клина, т.е. 0,11-0,25 мм. Большой практический интерес представляет возможность математического моделирования износа при больших сроках эксплуатации.

В результате обработки экспериментальных данных на ЭВМ методом наименьших квадратов были получены следующие аналитические зависимости, моделирующие зависимость износа вертикальной плоскости (Ув) и наклонной плоскости (Ун) от величины пробега (х):

$$Ув = 39 \cdot 10^{-6}x^3 - 31 \cdot 10^{-3}x^2 + 8,82x - 340,3$$

$$Ун = 39 \cdot 10^{-6}x^3 - 30 \cdot 10^{-3}x^2 + 7,95x - 302$$

В аналогичном виде получены зависимости для клиньев промышленного изготовления. Полученные зависимости были также проверены методом регрессионного анализа, причем, отмечено хорошее соответствие полученных уравнений. Один из наиболее существенных результатов проведенного анализа заключается в возможности проведения экстраполяции полученных зависимостей на существенно большие величины пробегов (до 800000 км) (рис.2), чем те, по которым имеются экспериментальные данные (до 216000 км). Следует отметить удовлетворительное соответствие результатов, полученных по аналитическим формулам, и экспериментальных данных.

В четвертой главе проводится обоснование выбора метода многоэлектродной наплавки для восстановления деталей гасителей колебаний, разработка оборудования, технологии и режимов для наплавки деталей в производственных условиях. Исходя из исследований характера работы деталей клиновых гасителей колебаний, их конструктивных особенностей и некоторых преимуществ многоэлектродной наплавки перед другими видами, а именно: увеличения производительности наплавки, уменьшения доли основного металла в наплавленном, возможности получения наплавленного слоя большой ширины (до 400 мм) и толщины (до 10 мм), заданного химического состава уже в первом слое наплавки, уменьшения глубины проплавления, а также высоких плотностей тока - нами был выбран для восстановления деталей гасителей колебаний способ многоэлектродной наплавки под слоем флюса по слою лагирующей шихты.

Для разработки технологии восстановления деталей гасителей колебаний выбранным методом потребовалось создание специализированного оборудования и оснастки.

Проектирование рабочей схемы сытной наплавочной установки

СУ-163 происходило из расчета возможности наплавки изношенных клиньев и планок гасителей колебаний с максимально возможной степенью механизации рабочего процесса наплавки. Решение поставленной задачи осуществлено путем выбора общей схемы установки с самоходным наплавочным аппаратом, в многоэлектродной приставке которого размещено 17 электродных проволок. Расстановка электродов рассчитана на максимальную ширину наплавки 175 мм. Технологический узел предусматривает непрерывную наплавку партии клиньев по 17 шт - вертикальной плоскости и по 15 шт - наклонной плоскости, при этом клинья устанавливаются на установку дважды, а фрикционные планки наплавляются с одной установки. Обе детали устанавливаются в специальной оснастке, размещенной на 3-х сторонах наплавочного кантователя.

Источником сварочного тока установки служит реконструированный сварочный трансформатор типа ТСД-2000, у которого катушки вторичной обмотки соединены на параллельную работу и на каждой из них отключено по одному витку; также отключен дроссель. В результате такой реконструкции внешняя характеристика трансформатора из падающей превратилась в жесткую, допускающую ток короткого замыкания до 4000А, что обеспечивает устойчивую работу многоэлектродной системы как в начале, так и по ходу наплавки без случаев закорачивания (примерзания) электродов. Напряжение холостого хода во вторичной цепи - 29-30 В, падение напряжения при наплавке не превышает 5В. В многоэлектродной наплавочной установке применена конструкция надежной, удобной, быстросъемной и безопасной оснастки, позволяющей увеличить производительность наплавки в 3-3,5 раза по сравнению с ручной наплавкой. В устройстве и принципе работы специализированной многоэлектродной наплавочной установки СУ-163 следует отметить следующие основные элементы новизны:

1. Впервые разработано высокопроизводительное автоматическое оборудование с одновременным использованием при наплавке 17 электродных проволок, позволяющих производить высококачественную наплавку шириной 175 мм за один проход. Высокая бесперебойность подачи 17 проволок обеспечивается механизмом подачи валкового типа.

2. Универсальность сварочной установки для наплавки как любой из поверхностей клина, так и планок гасителей колебаний, обеспечивается за счет введения 3-позиционного кантователя, в котором предусматривается возможность одновременной наплавки до 17 клиньев гасителей колебаний и 14 фрикционных планок.

3. Устойчивость наплавочного процесса без закорачивания электродов.

тродов и их примерзания, которое достигается за счет усовершенствования электрической схемы, заключающегося в отключении дроссели и соединения катушек вторичной обмотки на параллельную работу с получением при этом жесткой или пологопадающей вольтамперной характеристики с напряжением холостого хода, близким к напряжению дуги 29-30В, а также за счет получения оптимальных плотностей тока от 20 А/мм² и выше.

4. В установке предусмотрен дозатор шихты, в котором путем задания строго определенной цели для высыпания шихты, определяется количество шихты, участвующей в наплавке, и химический состав наплавки.

При отсутствии шихты предусмотрено применение легированных проволок Св-10ХГ2С в сочетании с железным порошком (ПЖС) для наплавки клиньев и Нп-30ХГСА для наплавки планок, у которых твердость, структура и химический состав наплавки были идентичны.

Технология восстановления деталей гасителей колебаний методом многоэлектродной наплавки отличается рядом особенностей, повышающих качество и производительность процесса, которые не характерны для других способов, а именно:

1. Впервые разработан высокопроизводительный технологический процесс многоэлектродной наплавки изношенных клиньев и планок гасителей колебаний, позволяющий восстанавливать их за один проход по всей ширине с обеспечением более высокой износостойкости.

2. Для обеспечения экономного расходования сварочных материалов введена классификация клиньев по их износу с разделением на 3 группы, с расчетным определением шихтовых и присадочных материалов для каждой группы.

3. Качество и химический состав наплавленного металла достигается путем легирования его через шихту, которая вводится при наплавке в определенном расчетном количестве.

4. Впервые разработан технологический процесс, предусматривающий наплавку партии клиньев в количестве 15-17 штук пакетным способом.

Кроме того, в четвертой главе проводится анализ некоторых технологических свойств металла, наплавленного по разработанной технологии, а именно: свариваемости, технологической прочности, а также возможности последующей механической обработки. Исследования показали, что наплавленный металл имеет равноосную дендритную структуру, при наличии которой возрастает сопротивляемость металла образованию горячих трещин. Кроме того, объемная схема кристаллизации металла плавя, которая получается при малых скоростях наплавки (до 15-20 м/час),

снижает темп деформации металла в температурном интервале хрупкости и увеличивает запас технологической прочности. Это позволило сделать вывод о том, что при наплавке деталей гасителей колебаний не следует ожидать горячих трещин. Практически они не наблюдались ни при проведении экспериментов, ни при восстановлении деталей гасителей колебаний в заводских условиях. Для оценки сопротивляемости наплавленных сплавов образованию холодных трещин был рассчитан для каждого сплава эквивалент углерода, который впоследствии сравнивался с его критическим значением. Так как наплавленный металл не имеет твердости выше НВ 350, являющейся определенным уровнем, ниже которого, по мнению ряда авторов, не наблюдается образование холодных трещин, то можно сделать вывод об отсутствии холодных трещин при наплавке деталей гасителей колебаний. Это высказывание подтверждается также металлографическими исследованиями наплавленного металла и зоны сплавления, которые указали на отсутствие дефектов типа пор, раковин, несплавлений, трещин и т.п. Для снижения уровня сварочных напряжений и создания напряжений сжатия в работе рекомендуется проковка или поверхностный наклеп наплавленных планок гасителей колебаний. Низкодегированные, низкоуглеродистые стали, содержащие в своем составе $C = 0,13-0,28\%$; $Mn = 1,2-2,99\%$; $Cr = 0,24-0,8\%$; $Si = 0,2-1,2\%$, имеющие твердость порядка 260-290 НВ, хорошо поддаются механической обработке инструментом из быстрорежущей стали, так как они обладают необходимыми для этого механическими свойствами (пластичностью, вязкостью и т.п.). Таким образом, основные технологические характеристики наплавленного металла обеспечивают надежную эксплуатацию и дальнейшее проведение технологических операций в виде механической обработки (строгание, фрезерование).

В пятой главе проведен технико-экономический анализ восстановления деталей гасителей колебаний методом многоэлектродной наплавки. Расчет экономической эффективности выполнялся применительно к условиям по месту внедрения на Кизил-Арватском вагоноремонтном заводе в сравнении с существующей технологией и нормативами на полуавтоматическую наплавку клиньев порошковой проволокой ПП-ТН250. Годовая производительность сварочного поста при наплавке порошковой проволокой равна 6800 кг, а при многоэлектродной наплавке - 12405 кг. Годовой экономический эффект от внедрения в производство установки для многоэлектродной наплавки деталей гасителей колебаний за счет увеличения производительности труда и снижения себестоимости наплавленного металла составляет 3177 руб. по сравнению с полуавтоматической наплавкой порошковой проволокой ПП-ТН250. Срок окупаемости капитальных вложений - 1,4 года.

По сравнению с ручной наплавкой деталей гасителей колебаний гедовой экономический эффект составляет 32000 руб.

Общие выводы. I. Проведенным литературным анализом доказана необходимость изыскания высокопроизводительных методов и оборудования для восстановления деталей гасителей колебаний грузовых вагонов.

2. Установлен характер износа клиньев, который заключается в том, что в первую очередь происходит интенсивный износ кромок клиньев, приводящий впоследствии к снижению фрикционных свойств гасителя колебаний в среднем на 41%.

3. Разработаны испытательный стенд и методика проведения ускоренных испытаний наплавленных образцов на износ, имитирующие работу клиньев в эксплуатационных условиях.

4. Установлена аналитическая зависимость износостойкости наплавленных образцов от содержания легирующих компонентов:

$$M = 91,2 \cdot 10^{-0,6242x}$$

где x — суммарное содержание $Mn + Si$

5. Обобщение результатов ускоренных лабораторных и эксплуатационных испытаний позволило установить оптимальные составы наплавочных материалов — сварочной проволоки, шихты, флюса, а также режимы наплавки:

а) сварочная проволока Св-08 Ø 3 мм и флюс Ан-348А;

б) шихта № 3, соответствующая составу: феррохром — 5,14%; железный порошок — 93,4%; графит серебристый — 1,43%;

в) режимы наплавки: $I_0 = 2500-2800A$; $U_0 = 25-26B$; $V_0 = 4,4$ м/час; 6,6 м/час; 8,8 м/час.

При отсутствии шихты рекомендуется применять легированные проволоки Св-10ХГ2С с подслоем железного порошка, ПМС, для восстановления клиньев и НП-30ХГСА для восстановления планок под флюсом Ан-348А.

6. Построены математические модели износа клиньев как наплавленных, так и клиньев промышленного изготовления в зависимости от пробега, при проверке подтвержденные экспериментально, на основании которых установлено, что наплавленные клинья имеют износ в 1,5 — 2 раза меньше, чем клинья промышленного изготовления.

7. Установлена целесообразность применения высокопроизводительного метода восстановления деталей гасителей колебаний грузовых вагонов — многоэлектродной наплавки под флюсом по слою легирующей шихты. Разработана и изготовлена впервые высокопроизводительная установка, предназначенная для наплавки изношенных поверхностей деталей гасителей колебаний при одновременной подаче 17 проволок и обеспечивающая наплавку за один проход шириной 175 мм.

8. Для обеспечения экономного расхода сварочных материалов введена классификация клиньев гасителей колебаний, подлежащих ремонту, с разделением по степени их износа на 3 группы. Для каждой группы целесообразно проводить расчетное определение расхода шихтовых и присадочных материалов.

9. Даны практические рекомендации по снижению просадки клиньев, заключающиеся в регулярном восстановлении изношенных горизонтальных кромок вертикальной плоскости клиньев через каждые два года эксплуатации. Экономический эффект по предварительным расчетам составит при этом по Среднеазиатской железной дороге около 125000 руб.

10. Изготовленная высокопроизводительная установка для восстановления деталей гасителей колебаний грузовых вагонов внедрена на Кимил-Арватском вагоноремонтном заводе, что дало годовой экономический эффект по сравнению с ручной наплавкой 32000 руб. на программу 30000 клиньев, а по сравнению с наплавкой порошковой проволокой ПП-ТН250 годовой экономический эффект составляет 3177 руб.

Литература, опубликованная по теме диссертации

1. Симонова Л.П., Сущенко А.П. Повышение долговечности фрикционных клиньев тележек грузовых вагонов профилактической наплавкой. - Сварочное производство, 1981, № 6, с.36.
2. Симонова Л.П., Сущенко А.П. Рациональный способ наплавки. - Ташкент, 1981. - 5 с. - Рукопись представлена Ташкентским ин-том мех. и д. трансп. Деп. в ЦНИИ ТЭИ МПС, 1981, № 1573.

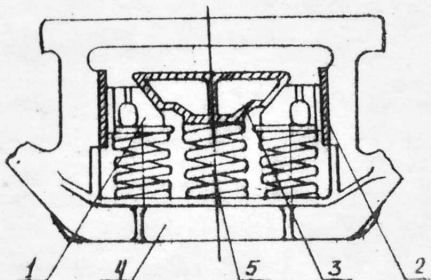


Рис.1. Упругое подвешивание тележки ЦНИИ-ХЗ-0 грузовых вагонов:

- 1 - клин; 2 - планка;
- 3 - наддрессорная балка;
- 4 - боковина; 5 - пружины.

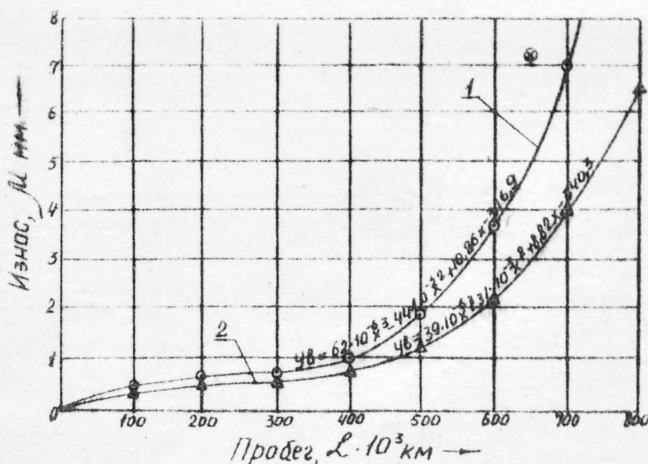


Рис. 2. Зависимость износа вертикальной прочности тросов, усиленных силаном II (2) и тросов промышленного изготовления (1) от пробега (800000 км)

⊗ — точки, полученные опытным путем по данным [47].

М В Т У
им. Н. Э. Баумана
БИБЛИОТЕКА

Р-05159. Подписано к печати 20.04.82. Формат 60х90/16. Бумага писч. № 1.
Печать офсетная. Печ. л. I, 0. Тираж 100 экз. Заказ № 189. Бесплатно.

Ташкент. НПО "Технолог"