Исламов Линар Флюрович. Повышение ресурса деталей, восстанавливаемых электроконтактной приваркой присадочных материалов: диссертация ... кандидата Технических наук: 05.20.03 / Исламов Линар Флюрович;[Место защиты: ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет], 2017.- 166 с.

ФГБОУ ВО БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Исламов Линар Флюрович

**ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА ДЕТАЛЕЙ, ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКОЙ**

**ПРИСАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

1. - технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Фархшатов М.Н.

Уфа - 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

Глава 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ 8

1. Анализ присадочных материалов для электроконтактной

приварки 8

1. Анализ существующих способов электроконтактной приварки различных присадочных материалов 16
2. Выводы. Цель и задачи исследования 24

Глава 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО

ЦИКЛА ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАКИ 26

1. Проблема структурной неоднородности при электроконтактной приварке присадочных материалов 26
2. Расчетное определение распределения температуры по глубине восстанавливаемой детали при электроконтактной приварке 40
3. Влияние режимов электроконтактного упрочнения на распределение температуры по глубине обрабатываемой детали 51
4. Режимы электроконтактного упрочнения восстановленной

детали 54

Глава 3 МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 60

1. Установка для электроконтактной приварки 60
2. Методика измерения температуры поверхностного слоя детали

при электроконтактной приварке присадочных материалов 61

1. Методика измерения твердости 64
2. Методика исследования влияния профиля рабочей поверхности роликового электрода на формирование покрытия 66
3. Методика определения остаточных напряжений в поверхностном

слое восстановленных деталей 67

1. Методика исследования предела выносливости восстановленных деталей 73
2. Методика исследования макро- и микроструктуры 76
3. Методика проведения эксплуатационных испытаний 77
4. Статистическая обработка результатов исследований 79

Глава 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 81

1. Результаты определения температуры поверхностного слоя детали при электроконтактной приварке присадочных материалов 81
2. Влияние режимов электроконтактной приварки и геометрии рабочей поверхности электрода на величину припуска на механическую обработку и формирование покрытия 84
3. Твердость покрытий, полученных электроконтактной приваркой .... 94
4. Оценка зоны термического влияния при электроконтактной приварке присадочных материалов и последующем электроконтактном упрочнении 98
5. Исследование остаточных напряжений 103
6. Исследование предела выносливости деталей, восстановленных электроконтактной приваркой и упрочненных

электроконтактным способом 107

1. Результаты эксплуатационных испытаний 114

Глава 5 ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКИ

С ПОСЛЕДУЮЩИМ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫМ УПРОЧНЕНИЕМ И ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ 116

1. Разработка технологического процесса восстановления изношенных деталей электроконтактной приваркой присадочных материалов с последующим электроконтактным упрочнением 116
2. Расчет экономических показателей от внедрения в производство разработанного технологического процесса восстановления 122

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ 136

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 137

ПРИЛОЖЕНИЯ 153

ВВЕДЕНИЕ

Основным условием эффективного использования любой техники, является поддержание ее в постоянном работоспособном состоянии путем технически грамотного обслуживания и ремонта.

На фоне развития научно-технического прогресса, связанного с созданием новой техники и технологий, особое значение приобретают проблемы надежности и долговечности машин и механизмов, экономного использования материалов, энергии и трудовых ресурсов. Их решение неразрывно связано с обеспечением эффективной защиты поверхности деталей и конструкций от коррозии и изнашивания, а также с необходимостью восстановления изношенных деталей. Восстановление изношенных деталей не только экономически целесообразно, но и жизненно необходимо, т.к. при этом максимально используется ранее произведенный металл, что позволяет экономить материальные и энергетические ресурсы, а также затраты труда.

Условия работы деталей машин во многих случаях характеризуются высокими механическими и тепловыми нагрузками, что обуславливает необходимость разработки конструкционных материалов типа высоколегированных сталей и сплавов, а кроме этого, разработку прогрессивных методов поверхностного упрочнения с нанесением покрытий, имеющих определенные заданные свойства. Применение высоколегированных сталей приводит к улучшению эксплуатационных характеристик сплавов, но такой путь ориентирован на использование в значительных количествах крайне дефицитных материалов, таких как хром, никель, молибден, ванадий, вольфрам.

Нанесение покрытий на новые детали машин, с целью увеличения их ресурса, несколько увеличивает стоимость изделий, при восстановлении же уже изношенных, окупивших себя деталей отсутствуют затраты на материал, изготовление заготовки, уменьшаются затраты на механическую обработку и упрочнение. При восстановлении изношенных деталей машин применяются различные присадочные материалы, однако для электроконтактной приварки на сегодняшний день наиболее технологичным присадочным материалом является металлическая (стальная) лента.

Существенный вклад в развитие теоретических основ и прогрессивных технологий электроконтактной приварки присадочных материалов внесли

Н.Н. Дорожкин, А.В. Поляченко, Э.С. Каракозов, Ю.В. Клименко, В.П. Лялякин, Н.И. Черновол, Э.Л. Левин, Р.А. Латыпов, Б.А. Молчанов, М.Н. Фархшатов, П.И. Бурак, Р.Н. Сайфуллин, М.З. Нафиков, Е.В. Рыморов и др.

**Цель работы.** Повышение ресурса автотракторных деталей типа «вал» путем совершенствования технологических процессов и разработки оборудования для упрочнения восстановленных деталей электроконтактным методом.

**Объект исследования.** Технологический процесс электроконтактной приварки и последующего электроконтактного упрочнения восстановленных деталей.

**Предмет исследования.** Закономерности формирования металлопокрытия при электроконтактной приварке присадочных материалов и последующем электроконтактном упрочнении.

**Научную новизну** исследований составляют:

* модель термического цикла при электроконтактной приварке и электроконтактном упрочнении, позволяющая прогнозировать глубину термического влияния;
* аналитические выражения для расчета режимов электроконтактного упрочнения восстановленной электроконтактным методом детали;
* зависимость качественных показателей восстановленной детали (твердость, остаточные напряжения, сопротивление усталости) от режимов электроконтактной приварки и электроконтактного упрочнения.

Научная новизна проведенных исследований подтверждается патентами РФ №№ 2415001, 2390399, 167904.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Обоснование модели термического цикла электроконтактной приварки присадочных материалов и последующего электроконтактного упрочнения.
2. Результаты экспериментальных исследований по определению зоны термического влияния электроконтактной приварки и электроконтактного упрочнения.
3. Конструкции устройств для электроконтактного упрочнения восстановленных деталей.
4. Результаты экспериментальных исследований качественных показателей восстановленных деталей.
5. Технологический процесс восстановления изношенного коленчатого вала насоса моечной машины ОМ22613.

**Практическая значимость и реализация результатов исследования.**

Работа выполнена в рамках научно-исследовательской работы на

1. .2015 г.г. «Разработка и совершенствование технологий упрочнения и восстановления деталей машин», зарегистрированной Всероссийским научно-техническим информационным центром под номером 01201058605.

Устройства и технологическая оснастка для ЭКП присадочных материалов и для электроконтактного упрочнения (патенты №№ 2415001, 2390399, 167904); разработанный технологический процесс восстановления деталей электроконтактной приваркой присадочных материалов с последующим электроконтактным упрочнением рекомендуется для восстановления изношенных поверхностей деталей на ремонтно-технических предприятиях АПК и других отраслей промышленности.

**Реализация результатов работы.** Разработанная технология восстановления деталей ЭКП присадочных материалов с последующим электроконтактным упрочнением внедрена в Чекмагушевский филиал МТС «Центральная» РБ, и в ОАО «Турбаслинские бройлеры», г. Уфа, а также на научно-производственном участке кафедры «Технология металлов и ремонт машин» ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет». Результаты исследований также используются в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет».

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы обсуждались на международных конференциях: «Ресурсосберегающие

технологии технического сервиса» (г. Уфа, 2007 г.), «Достижения науки - агропромышленному производству» (г. Челябинск, 2009 г.), «Молодежная наука и АПК: Проблемы и перспективы» (г. Уфа, 2010 г.), «Инновационному развитию агропромышленного комплекса научное обеспечение» (г. Уфа, 2012 г.), «Инновационно-промышленный салон. Станки и инструмент. Ремонт. Восстановление. Реновация» (г. Уфа, 2013 г.), «Современные

проблемы технического сервиса в АПК» (г. Москва, 2014 г.),

«Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы» (г. Саранск, 2016 г.), на всероссийских конференциях «Проблемы и песпективы развития инновационной деятельности в агропромышленном производстве» (г. Уфа, 2007 г.), «Интеграция аграрной науки и производства: состояние, проблемы и пути решения» (г. Уфа, 2008 г.), «Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы» (г. Уфа, 2008-2010 г.г.), «Инновационно­

промышленный форум» (г. Уфа, 2010-2015 г.г.), «Технологии реновации машин и оборудования» (г. Уфа, 2016 г.).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 22 печатные работы, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных журналах,

рекомендованных ВАК, получено 2 патента на изобретение и 1 патент на полезную модель.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы из 172 наименований и приложений. Работа изложена на 166 страницах машинописного текста, содержит 60 рисунков, 28 таблиц.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Разработана модель термического цикла при электроконтактной приварке и электроконтактном упрочнении, позволяющая определить распределение температуры по глубине восстанавливаемой детали, разница между теоретическими и экспериментальными значениями распределения температуры по глубине детали в среднем составила 8,6 %.
2. На базе установки для электроконтактной приварки 01.11-022 разработано устройство (патенты №№ 2415001, 2390399, 167904) для электроконтактного упрочнения восстановленной детали, позволяющее получать однородную структуру мартенсита в поверхностном слое и регулировать зону термического влияния.
3. Исследованы показатели качества восстановленных и упрочненных деталей: твердость поверхности после электроконтактной приварки закаливаемых присадочных материалов HRC 20.60; электроконтактное упрочнение деталей, восстановленных ЭКП присадочных материалов, снижает максимальные остаточные напряжения растяжения в покрытии на 77%; предел выносливости образцов упрочненных электроконтактным способом на 50..52% выше, по сравнению с неупрочненными образцами.
4. Разработаны технологические процессы ЭКП присадочных материалов с последующим электроконтактным упрочнением на изношенные детали машин (режимы электроконактного упрочнения определяются формулами 2.10 и 2.18), которые внедрены в Чекмагушевский филиал МТС «Центральная» РБ и в ОАО «Турбаслинские бройлеры», г. Уфа. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения технологического процесса составляет 3552 рубля на один коленчатый вал моечной машины ОМ22613.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юферов, К. В. Влияние режимов электроконтактной приварки высокоуглеродистой стальной ленты на качество покрытия / К. В. Юферов // Труды ГОСНИТИ. - 2012. - Т. 109, Ч. 2. С. 47-50.
2. Юферов, К. В. Влияние предварительной термообработки стальной ленты, привариваемой электроконтактным способом, на усталостную прочность восстановленных деталей / К. В. Юферов, М. Н. Фархшатов,

В. С. Наталенко // Труды ГОСНИТИ. - 2013. - Т. 111, Ч. 2. - С. 60-62.

1. Исследовать особенности формирования покрытия и соединения его с основой при восстановлении деталей сельскохозяйственных машин. Промежуточный отчет о НИР / ВНИИТУВИД «Ремдеталь», тема 04.01.02/02.02. - Москва., - 2002. - 188 с.
2. Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения : справочник / И. М. Федорченко [и др.] / отв. ред. И. М. Федорченко. - Киев: Наукова Думка, - 1985. - 624 с.
3. Поляк, М. С. Технология упрочнения. - Москва : Машиностроение Л.В.М.-СКРИПТ, - 1995. - Т. 1. - 832 с.
4. Поляк, М. С. Технология упрочнения. - Москва : Машиностроение Л.В.М.-СКРИПТ, - 1995.- Т. 2. - 688 с.
5. Черновол, М. И. Композиционные покрытия при восстановлении деталей / М. И. Черновол, И. Г. Голубев. - Москва : АгроНИИТЭИИТО, - 1989. - 40 с.
6. Газотермические покрытия / Ю. С. Борисов [и др.]. - Киев.: Наукова думка, - 1987.- 544 с.
7. Металлические порошки и порошковые материалы : справочник / Б. Н. Бабич [и др.]; под ред. Ю. В. Левинского. - Москва : ЭКОМЕТ, - 2005.­520 с.
8. Наталенко, В. С. Устройство для изготовления спеченных лент электроконтактной прокаткой / В. С. Наталенко, Р. Н. Сайфуллин // Труды ГОСНИТИ. - Москва : ГОСНИТИ, - 2008. - Т. 102. - С. 119­

122.

1. Сайфуллин, Р. Н. Способ электроконтактной приварки металлических порошков / Р. Н. Сайфуллин // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2008. - № 8. - С. 53-54
2. Сайфуллин, Р. Н. Способ электроконтактной приварки ферромагнитных порошков / Р. Н. Сайфуллин // Упрочняющие технологии и покрытия.- 2008.- № 9.- С. 42-44.
3. Сайфуллин, Р. Н., Восстановление деталей электроконтактной

приваркой композиционных покрытий / Р. Н. Сайфуллин, М.Н. Фархшатов, В.С. Наталенко, Н.М. Юнусбаев // Упрочняющие

технологии и покрытия.- 2007.- № 2.- С. 18-21.

1. Сайфуллин, Р. Н. Повышение эксплуатационных свойств деталей

машин электроконтактным припеканием композиционных материалов / Р. Н. Сайфуллин // Трение и износ. - 2007. - Том 28. - № 2. - С. 200-205.

1. Сайфуллин, Р. Н. Влияние неметаллических компонентов на прочность сцепления порошкового покрытия / Р. Н. Сайфуллин // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2007. - № 5. - С. 35-36.
2. Сайфуллин, Р. Н. Восстановление деталей электроконтактной

приваркой композиционных покрытий с антифрикционными

присадками : автореф. дисс. ... канд. техн. наук. - Уфа, 2001. - 18 с.

1. Косимов, К. К. Обоснование показателей и режимов восстановления деталей электроконтактной приваркой порошковых покрытий: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. - Ульяновск, 1989. - 17 с.
2. Агафонов, А. Ю. Восстановление и упрочнение деталей

сельскохозяйственной техники электроконтактной приваркой твердосплавных покрытий : автореф. дисс. ... канд. техн. наук.- Балашиха, 1990. - 22 с.

1. Поляченко, А. В. Увеличение долговечности восстанавливаемых

деталей контактной приваркой износостойких покрытий в условиях сельскохозяйственных ремонтных предприятий : автореф. дисс. ... д-ра техн. наук. - М., 1984. - 28 с.

1. Латыпов, Р. А. Выбор компактных и порошковых металлических материалов и управление качеством покрытий при упрочнении и восстановлении деталей электроконтактной приваркой : автореф. дисс. ... д-ра техн. наук. - М., 2007. - 30 с.