УДК 303.022

Р.Н. Сайфуллин, Н.М. Юнусбаев, Р.Ш. Набиуллин

ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ АВТОТРАКТОРНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ ПРИВАРКОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

***Ключевые слова:* электроконтактная приварка; деталь; восстановление; вал; металл; сельскохозяйственная техника.**

Одним из эффективных способов восстановления изношенных деталей является электроконтактная приварка (ЭКП) стальной ленты.

По сравнению с другими методами восстановления данный метод имеет целый ряд преимуществ и достоинств: отсутствие нагрева основ-

ного металла детали; формирование тонких и ровных слоев металлопокрытия и минимальные припуски на последующую механическую обработку приваренных покрытий; отсутствие выгорания легирующих элементов в присадочном материале; отсутствие светового излучения и газовыделения, т. е. благоприятные санитарные условия работы оператора; простота технологического процесса; высокая производительность процесса; уменьшение расхода металла (по сравнению с электродуговой наплавкой) в 2...4 раза, закалка покрытия непосредственно в процессе приварки вследствие использования охлаждающей жидкости [1–6].

В области восстановления изношенных деталей машин способ ЭКП стальных лент занял свою нишу практического применения в силу удобства технологии и отсутствия недостатков, присущих способам наплавки и напыления. Стальная лента технологична, возможна ее за-

калка в процессе приварки и, конечно, доступна для производителей. Именно использование технологичной стальной ленты в качестве присадочного материала для ЭКП явилось одной из причин широкого распространения этого метода в России в 80-х годах прошлого столетия. Достаточно сказать, что серийно выпускались более 20 моделей установок для ЭКП, разработанных ГОСНИТИ и ВНИИТУ-ВИД «Ремдеталь»: УКН-8, 011-1-02, 011-1-02Н, 011-1-05, 011-1-06, 011-30, 011-1-06.01, 011-1-07, 011-1-08, 011-1-10, 011-1М-10, 011-1-11, 01-11.022М, 01.08.025, 01.08-027, 01.01.187, 01.12.280, УНКГГЦ-3743П-004, ОКС12296 (некоторые из перечисленных моделей представлены на рисунке 1). На всех установках для осуществления ЭКП присадочных материалов использовались стандартные узлы оборудования точечной или шовной сварки [4, 5, 6].

Рисунок 1

Установки для восстановления и упрочнения деталей ЭКП, последовательно показаны установки: 01-11.022М для восстановления и упрочнения крупногабаритных деталей, 011-1-06 для восстановления внутренней поверхности гильз цилиндров, 011-1-02 для восстановления и упрочнения шеек валов, 011-1-11, д) 01.12.280 для восстановления коренных опор блоков цилиндров, 01.08-027 для восстановления корпусных деталей

Для приварки применяют ленты толщиной 0,25...1 мм из углеродистых, легированных и инструментальных сталей. При использовании лент толщиной более 0,8 мм или лент из высокоуглеродистых и пружинных сталей рекомендуется предварительно свернуть их с помощью вальцов. Производительность процесса до 60 см²/мин. Для восстановления изношенных шеек валов, работающих в условиях трения скольжения со смазкой, используются в основном стальные ленты марок 40 и 45. При их ЭКП за счет одновременного охлаждения зоны соединения происходит закалка покрытия с достигаемой твердостью поверхности HRC 50...55, причем твердость на поверхности неоднородная вследствие того, что при восстановлении деталей типа «вал» приварка производится по

винтовой линии взаимно перекрывающимся точками и валиками (рисунок 2). В итоге при повторном нагреве уже закаленного участка происходит отпуск металла в зоне перекрытия, и поверхность деталей, восстановленных ЭКП присадочных материалов, характеризуется значительной структурной неоднородностью, проявляющейся в колебании значений твердости. Физико-механические и эксплуатационные свойства деталей машин, восстановленных ЭКП, зависят от структуры металла на этих участках, их размеров и взаимного расположения. На рисунке 2 показана макроструктура детали с приваренной лентой (в поперечном сечении). Хорошо видны чередующиеся участки закалки и отпуска (светлые и темные участки) [5, 6].

Рисунок 2

1) схема образования зон закалки и отпуска при ЭКП; 2) макроструктура детали с приваренной лентой из стали 45 (а – граница сварного соединения ленты с основным металлом; б – зона термического влияния)

Изменение статистических характеристик в зависимости от процентного содержания углерода в стальной приваренной ленте показана в виде графика (рисунок 3). Как видно, с повышением содержания углерода в приваренной стальной ленте величина средней твердости HV и основное отклонение ее значений существенно увеличиваются при изменении содержания углерода от 0,20 до 0,50 % [2, 3, 5].

При дальнейшем увеличении содержания углерода (от 0,5 до 0,8 %) прирост значений твердости и основного отклонения незначителен, что согласуется с теоретическими положениями и практическими данными термической обработки стали.

Увеличение средней твердости при повышении содержания углерода объясняется увеличением объема мартенситной составляющей в структуре, а увеличение значений основного отклонения – повышением структурной неоднородности стали, в которой образуется весь спектр структур термической обработки – от

сорбита с твердостью HV4300...4800 до мартенсита с твердостью HV8000...9500. Коэффициент вариации V, являющийся отношением основного отклонения к средней твердости, понижается при повышении содержания углерода в приваренной ленте вследствие существенного повышения средней твердости. Статистические характеристики твердости покрытия из приваренной ленты толщиной 0,4 мм из легированной стали марок 65Г и 70C2XA хорошо согласуются с аналогичными данными для рассмотренной выше углеродистой стали (таблица 1).

Относительно меньшая твердость покрытия из легированной стали по сравнению с углеродистой сталью марок 50 и У8 объясняется тем, что легированные стали более склонны к образованию трещин при закалке и попадание алмазной пирамиды твердомера в трещины приводит к резкому снижению величины измеренного значения твердости. Другим фактором, вызывающим снижение твердости при закалке легированной стали, является повышение ко-

личества остаточного аустенита в металле ленты после приварки вследствие заметного сни-

жения точек начала и конца мартенситного превращения.

Рисунок 3

Изменение статистических характеристик твердости в зависимости от содержания углерода в стальной ленте:
 HV – средняя твердость; σ – основное отклонение; V – коэффициент вариации

Таблица 1 Статистические характеристики твердости поверхности после приварки металлической ленты

Статистическая характеристика твердости	Марка стали	
	65Г	70C2XA
Средняя арифметическая твердость, HV , МПа	5454	5513
Дисперсия, σ^2	5391	9636
Среднеквадратическое отклонение, σ	73,4	98,2
Коэффициент вариации, V	1,35	1,78

Опыт восстановления изношенных деталей на научно-производственном участке кафедры технологии металлов и ремонта машин ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ показывает, что наибольший объем работ по восстановлению ЭКП стальной ленты приходится на коленчатые ва-

лы, а именно, восстанавливались коленчатые валы водяных насосов поилок, легковых автомобилей 80...90-х годов выпуска марок «Chevrolet», «Nissan», «Audi», «Opel», «Mersedes», «Volvo», «BMW», компрессорных установок пищевых предприятий (рисунок 4).

Рисунок 4

Восстановленные коленчатые валы: а) двигателей внутреннего сгорания; б) моточных машин; в) компрессора

Из крупногабаритных изделий восстанавливались ступицы тракторов, винты насосов, промежуточные опоры тракторов (рисунок 5).

Представляет интерес восстановление опорных шеек распределительных валов двигателей ЗМЗ-402 ЭКП стальной ленты (рисунок 6). Заказчиком работ являлось МУ «Станция скорой медицинской помощи» г. Уфы [2, 3, 5].

Данное предприятие эксплуатирует около 140 автомобилей скорой помощи, и использование восстановленных деталей при ремонте является серьезным фактором снижения эксплуатационных расходов автопарка. Актуальность восстановления опорных шеек распределительного вала диктуется тем, что посадочные поверхности распределительного вала этих

двигателей, в отличие от ранее выпускаемых моделей, выполнены непосредственно в блоке-картере без дополнительной ремонтной втулки, и в первую очередь изнашиваются сопряжения посадочных отверстий с опорными шейками, а износы кулачков остаются в допустимых пределах. При этом наиболее интенсивно изнашиваются сопряжения первой и второй опорных шеек распределительного вала. Это, очевидно,

связано с нагрузками, возникающими от шестерни привода газораспределительного механизма. В этом случае даже замена изношенного распределительного вала на новый не позволяет в полной мере восстановить зазоры сопряжений в соответствии с техническими требованиями. Всего на производственном участке было восстановлено около 40 распределительных валов.

Рисунок 5

Изделия, восстановленные ЭКП стальной ленты; последовательно показаны: ступица трактора; винт компрессора; промежуточная опора трактора К-700

Рисунок 6

Распределительный вал двигателя 3МЗ-402 с приваренной стальной лентой на опорных шейках

Около 20 % объема восстановления на научно-производственном участке кафедры приходится на различные опорные поверхности под шарикоподшипники, твердость которых должна быть невысокой по сравнению с твердостью опорных шеек под вкладыши или втулки, поэтому для ЭКП использовались ленты из

низкоуглеродистых сталей марок 10 и 20. Это ступицы колес и полуоси автомобилей, валы коробок передач, валы главной передачи и другие детали трансмиссии (рисунок 7), опорные шейки роторов деревообрабатывающих станков, шпинделей металлорежущих станков (рисунок 8).

Рисунок 7

Восстановленные ЭКП детали трансмиссии

Рисунок 8
Восстановленные ЭКП стальной ленты шпиндели металлорежущих станков

Небольшими партиями восстанавливались цапфы крестовин дифференциалов и золотники гидрораспределителей (рисунок 9), плунжеры гомогенизаторов и эксцентриковые валы линии по изготовлению бумажных пакетов молочного производства (рисунок 10), втулка кислородно-

го насоса, конусные посадочные места под шкивы, валы механизма привода жатки зарубежных комбайнов, валы косилки; из-за ошибок при обработке резанием восстанавливались диаметральные размеры дорогостоящих заказных деталей.

Рисунок 9
Восстановленная ЭКП стальной ленты (сталь 45) крестовина дифференциала и золотник гидрораспределителя, восстановленный приваркой порошковых материалов

Рисунок 10
Восстановленные ЭКП стальной ленты из коррозионностойкой стали 20Х13 плунжеры от молочных гомогенизаторов и эксцентриковый вал линии по изготовлению бумажных пакетов

Из вышесказанного можно сделать вывод, что восстановление изношенных деталей на сегодняшний день является актуальной задачей, особенно для деталей дорогостоящей импортной техники. Для повышения качества восстановленных деталей необходимо создание узкоспециализированных предприятий по восстановлению изношенных деталей машин и желательно самими фирмами-производителями, как это делается в промышленно развитых странах. Восстановление на специализированных предприятиях изношенных узлов и агрега-

тов практикуют «Ford Motors», «Volvo», «Saab», «Caterpillar», «Bosch» и другие компании [1]. Создание таких предприятий противодействует полукустарному низкокачественному восстановлению, которое может повредить репутации машин. Поэтому отечественным производителям по опыту передовых стран целесообразно организовать развитую сеть ремонтно-восстановительных пунктов своей техники, которые занимались бы не только сервисным обслуживанием и ремонтом, но и созданием фонда оборотных запасных частей.

Библиографический список

1. Волгин, В.В. Автосервис. Торговые операции [Текст] / В.В. Волгин. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2005. 568 с.
2. Иванов, В.П. Восстановление и упрочнение деталей [Текст]: справочник / В.П. Иванов, В.С. Ивашко, В.М. Константинов, В.П. Лялякин, Ф.И. Пантелеенко. Москва: Наука и технологии, 2013. 367 с.
3. Пантелеенко, Ф.И. Восстановление и упрочнение деталей [Текст]: справочник / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов. М: Машиностроение, 2003. 672 с.
4. Сайфуллин, Р.Н. Восстановление деталей электроконтактной приваркой композиционных материалов с антифрикционными присадками [Текст]: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.03/ Сайфуллин Ринат Назирович. Уфа, 2001. 20 с.
5. Фархшатов, М.Н. Ресурсосберегающие технологии восстановления деталей сельскохозяйственной техники и оборудования электроконтактной приваркой коррозионностойких и износостойких материалов [Текст]: дисс. ... докт. техн. наук: 05.20.03/ Фархшатов Марс Нуруллович. Уфа, 2007. 527 с.
6. Юнусбаев, Н.М. Восстановление автотракторных деталей электроконтактной приваркой порошковых материалов в магнитном поле [Текст]: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.03/ Юнусбаев Наиль Муртазович. Уфа, 2006. 16 с.

Сведения об авторах

1. **Сайфуллин Ринат Назирович**, доктор технических наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонт машин ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, тел.: (347) 241-64-13.
2. **Юнусбаев Наиль Муртазович**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта машин ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа ул. 50-летия Октября, 34, тел.: +73472280722.
3. **Набиуллин Рустем Шафкатович**, кандидат технических наук, механик автотранспортного участка ООО «Башнефть-Розница», тел.: 8-927-35-00-469.

Материалы, представленные в статье, являются кратким описанием возможности способа восстановления автотракторных деталей электроконтактной приваркой стальной ленты и порошковых материалов. Приведены примеры восстановленных рабочих поверхностей ав-

тотракторных деталей (коленчатый вал, вал шестерни, распределительные валы, ступицы колес) и деталей пищевой промышленности (коленчатый вал компрессора, плунжеры), а также другие детали.

R. Saifullin, N. Yunusbayev, R. Nabiullin

REPAIRING AND HARDENING OF FARM MACHINERY PARTS BY APPLYING THE ELECTRIC CONTACT WELDING

Key words: *electrical contact welding; part; repairing; shift; metal; farm machinery.*

Authors' personal details

1. **Saifullin Rinat**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Chair of Metal Technology and Machine Maintenance. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», Ufa, 50-letiya Otyabrya St., 34. Phone: (347) 241-64-13, e-mail: bashagregat@mail.ru.
2. **Yunusbaev Nail'**, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Chair of Metal Technology and Machine Maintenance. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University». Ufa, 50-letiya Otyabrya St., 34. Phone: +73472280722.
3. **Nabiullin Rustem**, Candidate of Technical Sciences, mechanic of automotive station LLC «Bashneft'-Roznitsa». Phone: 8-927-35-00-469.

Data represented in the paper are a brief description of the repairing of parts of farm machinery by applying electrical contact welding of the steel strap and powder materials. The paper provides examples of the repaired working surface of

automotive parts (crankshaft, pinion shaft, distributor shafts, wheel hubs), of parts of food industry (compressor crankshaft, hydraulic pistons) and of other parts.

© Сайфуллин Р.Н., Юнусбаев Н.М., Набиуллин Р.Ш.