

**К.П. Вощенов**

# **Ремонт оборудования сваркой**

**Москва**  
**«Книга по Требованию»**

УДК 621  
ББК 34.4  
К11

К11 **К.П. Вощанов**  
Ремонт оборудования сваркой / К.П. Вощанов – М.: Книга по Требованию, 2013. – 192 с.

**ISBN 978-5-458-36215-3**

В книге обобщен опыт по применению сварки и наплавки для ремонтных работ. Данная классификация разрушений и износов деталей, рассмотрены способы ремонтной сварки стальных и чугунных деталей, дан обзор методов наплавки, применяемых для ремонтных работ, приведены примеры выполнения сложных сварочных работ по восстановлению деталей тяжелого и крупногабаритного оборудования. Книга предназначена для инженеров, техников и мастеров ремонтных служб цехов и заводов, занимающихся восстановлением оборудования сваркой и наплавкой; она может быть рекомендована высококвалифицированным сварщикам, связанным с ремонтными работами.

**ISBN 978-5-458-36215-3**

© Издание на русском языке, оформление

«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,

«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, кляксы, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



## КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ И СПОСОБОВ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Сварка и наплавка являются технологическими процессами, широко применяемыми в настоящее время при ремонтных работах.

Современный уровень технологии сварки и наплавки позволяет надежно, быстро и дешево восстанавливать сложные и дорогостоящие изделия, узлы и части машин, вышедшие в процессе эксплуатации из строя вследствие износов и поломок.

Методами сварки и наплавки надежно восстанавливаются даже такие сложные и точно обрабатываемые детали, как коленчатые валы, станины и цилиндры дизелей, компрессоров, насосов; станины и цилиндры гидравлических прессов; валы и станины различных смесителей, а также другое сложное оборудование, работающее в тяжелых условиях динамических, вибрационных, тепловых и других нагрузок. Восстановленные детали, как правило, могут работать не хуже новой детали. В ряде случаев при восстановительных работах удается даже улучшить эксплуатационные свойства деталей и повысить надежность их работы. Это достигается как конструктивными изменениями узлов при сварке различных изломов и трещин, так и наплавкой поверхностного слоя металлом, обладающим лучшими эксплуатационными свойствами, чем основной металл.

Все ремонтные сварочные и наплавочные работы можно классифицировать по характеру повреждений деталей, которые разделим на два основных вида:

I. Повреждения рабочих поверхностей деталей и изменение первоначальных размеров вследствие износа от истирания сопрягаемых поверхностей, соприкосновения с абразивными материалами, поверхностных ударов, воздействия потоков газов, паров, жидкостей и других неблагоприятных условий эксплуатации.

Повреждения рабочих поверхностей исправляются наплавкой и металлизацией.

II. Повреждения, связанные с разрушениями деталей вследствие образования изломов, трещин, отколов. Такие повреждения исправляются сваркой.

Для облегчения выбора способа восстановления, присадочного металла и других технологических условий ниже предлагается разбивка деталей по группам в зависимости от характера износа или повреждения. Эта классификация позволяет правильнее определить причину повреждения и выбрать способ восстановления, обеспечивающий высокие эксплуатационные качества детали после ремонта при наименьших затратах на восстановление, а также оценить возможность механизации сварочных работ.

И. Износ рабочих поверхностей можно разделить на следующие группы:

Группа I н\*. Износ поверхностей сопрягаемых деталей вследствие трения (скольжения или качения) и смятия. Сюда относятся, например, износы деталей железнодорожного подвижного состава — бандажи и центра колес, оси; проушины траков и усеничных тракторов; коленчатые валы двигателей внутреннего сгорания; валы турбин, насосов и детали другого разнообразного машиностроительного, транспортного, сельскохозяйственного и химического оборудования. Поскольку большинство таких деталей работает при постоянных или периодических соприкосновениях пары металл — металл, вновь наплавленный слой должен иметь твердость, требуемую техническими условиями, превышение которой недопустимо.

Восстановление большей части деталей этой группы производится по строго разработанной технологии, зафиксированной в специальных технологических картах. Такие карты обеспечивают однотипность технологии восстановительных работ, возможность применения автоматических способов сварки, высокое качество и требуемую работоспособность восстановленных деталей. Разработка технологических карт для сварки и наплавки деталей широко применяется в различных отраслях народного хозяйства. Типовые карты являются обязательными для организаций, выполняющих ремонт. Рекомендуемые способы восстановительных работ для деталей этой группы приведены в табл. 1.

Группа I н. Износ рабочих поверхностей штампов, прокатных валов, ножей для резки холодного и горячего металла и других деталей штамповочного и прокатного производства. Подобные разрушения возникают вследствие трения, ударных нагрузок, действия температуры, газов и давления. Сварка и наплавка при ремонте таких изделий в последнее время получили весьма широкое применение. Созданы и с успехом применяются способы наплавки рабочих поверхностей деталей из специальных легированных сталей сложной композиции. Применение этих способов позволяет в ряде случаев получить рабочие поверхности, превосходящие по своим эксплуатационным свойствам основной металл.

---

\* Здесь и далее индекс «н» означает повреждения, устранимые наплавкой, а индекс «с» — повреждения, устранимые сваркой.

Следует отметить, что экономическое значение этих работ для народного хозяйства чрезвычайно велико. Штампы или прокатные валки из высоколегированной стали весом в несколько тонн, сложные в изготовлении и требующие большой точности, часто выходят из строя вследствие недопустимого износа какой-либо незначительной грани их профиля. При отсутствии надежного способа наплавки деталь или бракуется, или перетачивается на другой размер. Наплавка же позволяет быстро и надежно восстанавливать эти изделия (табл. 2). Разработан ряд способов наплавки, позволяющих автоматизировать процесс.

**Группа III н. Износ деталей**, соприкасающихся с различными твердыми породами и грунтами и подверженных значительному абразивному истиранию и ударным нагрузкам. К этой группе относятся детали машин и механизмов, работающих на переработке минерального сырья, обработке почвы, бурении скважин, добыче руды, угля, сланцев, различных сельскохозяйственных машин, оборудования цементных мельниц, драг и другого оборудования.

Наплавка таких деталей должна обеспечить получение твердого износостойчивого слоя. В большинстве случаев наплавленный слой может быть в последующем обработан только твердым абразивным инструментом. Эти работы носят массовый характер, поэтому в данном случае вопросы низкой стоимости наплавки, применения дешевых и недефицитных материалов имеют большое значение. Например, наплавка лемехов тракторных плугов дешевым хромистым отбеленным чугуном позволяет вдвое уменьшить расход стали на 1 га пашни, улучшить эксплуатацию тракторного парка и значительно сократить расход горючего. Рекомендуемые способы наплавки деталей этой группы приведены в табл. 3.

**Группа IV н. Эрозионные и кавитационные разрушения** поверхностей деталей, работающих под действием жидкостных или газовых струй, обладающих большими скоростями, высоким давлением и в некоторых случаях — высокой температурой.

Современные тепловые электростанции работают на высоких избыточных давлениях пара ( $150$ — $250$  кГ/см $^2$ ) при  $475$ — $575$ ° С. Рабочие поверхности регулирующей и запорной арматуры в этом случае должны обладать высокой стойкостью, хорошо сопротивляться эрозии, образованию окалины и межкристаллитной коррозии, обеспечивая длительную работу.

Изготовление и ремонт такой арматуры осуществляются при помощи дуговой наплавки специальными электродами, которые обеспечивают высокие эксплуатационные свойства и длительную работу рабочих поверхностей этой арматуры. Уплотняющие поверхности наплавляются при точном соблюдении режимов предварительного подогрева и последующей термической обработки.

Таблица 1

## Рекомендуемые способы в восстановления деталей группы Iи

Характеристика деталей	Способ восстановления	Электроплазменные способы	Возможные области применения способы
Скользящие и опорные поверхности штампованных, кованых, лигвованных, прокатанных деталей, изготовленных из углеродистых и низколегированных сталей	Ручная дуговая плавка	Электроплазменные способы: Э34, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50А, Э55, Э55А, Э60, Э85 и др. (ГОСТ 9467-60), а также электроды ЭН-15Г3-25; ЭН-14Г2Х-30; ЭН-18Г4-35 и др. (ГОСТ 10051-62). Тип электрода выбирается в зависимости от заданной твердости наплавленного слоя и характера работы детали. Для массовых работ рекомендуются электроды АНО-1, ОЗС-3, ОЗС-4, ИМЕТ-3, МР-3 и др.	Изделия индивидуального производства с ограниченными размерами
Автоматическая и полуавтоматическая наладка под флюсом	Проволоки Св-08, Св-08ГА, Св-10ГА, Св-10Г2, Св-08ГС, Св-12ГС и др. (ГОСТ 2246-60) в зависимости от марки стали, наплавляемыми покрытиями	Изделия массового производства с большими объемами и площадями наплавки	
Электрошлаковая плавка	Проволоки те же, что и для автоматической сварки. Флюсы АН-20, АН-22 и др.	Изделия массового производства с большими объемами и площадями наплавки	

Виброродуговая наплавка	Проволоки, обеспечивающие твердость наплавленного слоя, например, Св-08, Св-10ГА, Св-12ГС и др. (ГОСТ 2246-60); проволоки IX18Н9Г, ЗХ13, У7, У9, Р9 и др., дающие наплавленный слой компрессоров и различного состава, а также проволоки по ГОСТу 10533-63	Изделия, нагрев которых в процессе наплавки, например, в коленчатом валу двигателя, чугунные валы, различные компрессоры и различные детали оборудования
Скользящие и опорные поверхности штампованных, кованых, литьих и прокатанных деталей, изготавливаемых из углеродистых и низколегированных сталей	Металлизация	Проволоки, обеспечивающие требуемые свойства металлизационного слоя, в том числе Св-08, Св-10ГА, Св-Х18Н9Г и др. по ГОСТу 2246-60 и различные проволоки по ГОСТу 10543-63
Ацетилено - кислородная наплавка	Проволоки Св-08, Св-08А, Св-10ГА и др. по ГОСТу 2246-60 и различные проволоки по ГОСТу 10543-63 в зависимости от состава основного металла	Тела вращения, не доpusкающие нагрева при восстановлении
Скользящие и опорные поверхности пугунальных деталей	Ацетилено - кислородная наплавка	Изделия малого веса с изнаночным износом
Ручная дуговая наплавка	Чугунные присадочные марки А или Б по ГОСТу 2671-44; стержни НЧ-1, НЧ-2 ВНИИавтогенмаша. Флюсы ФНЧ-1, ФНЧ-2 ВНИИавтогенмаша; бура или смесь буры с содой в равных количествах; газообразные флюсы БМ-1, БМ-2	Различные детали малых и средних размеров с изношенными поверхностями
Дуговая полуавтоматическая наплавка	Чугунные электроды ОМЧ-1, ЦЧ-4, ЦЧ-3 и др. со специальными покрытиями. Наплавка по флюсу угольными электродами индивидуального производства	Различные чугунные детали массового или индивидуального производства

Продолжение табл. I

Характеристика деталей	Способ восстановления	Электроды, присадочный металл и флюсы	Возможные области применения способа
Скользящие и опорные поверхности бронзовых, латунных и медных деталей	Ацетилено - кислородная наплавка	Присадочные стержни, соответствующие по составу основному металлу. Порошкообразные флюсы для сварки цветных металлов: бура и борная кислота. Газообразные флюсы БМ-1, БМ-2	Различные детали из меди, латуни и бронзы с незначительным износом рабочих поверхностей
Ручная дуговая наплавка металлическим электродом		Электроды или присадочные стержни, соответствующие по составу основному металлу. При наплавке угольным электродом в качестве флюса применяется бура	Различные детали из меди, латуни и бронзы с большим износом рабочих поверхностей
Полуавтоматическая наплавка порошковой проволокой открытой дугой, под флюсом и в углекислом газе		Порошковая проволока, обеспечивающая получение металла заданного состава; плавленые или керамические флюсы	
Изношенные концы рельсов и крестовин из углеродистых сталей	Ручная дуговая наплавка	Электроды типа ЭН-70Х11-25, ЭН-15Г3-25 и др. по ГОСТу 10051-62 марок ОЗН-250, ОЗН-300, ОЗН-400, К-2-55 и др.	Восстановление рельсов заводских и магистральных линий и подкрановых путей
Изношенные железнодорожные крестовины и другие детали из стали	Ручная дуговая наплавка	Электроды ЭН-70Х13Н-25 по ГОСТу 10051-62 марок ОМГ и ОМГ-Н	Восстановление железнодорожных крестовин, стрелочных переводов

<p>Головавтоматическая наплавка под флюсом и в углекислом газе</p>	<p>Приволоки НП-3Х13; НП-4Х13 по ГОСТу 10543-63. Порошковая приволока Плавленые флюсы. Углекислый газ</p>	<p>Детали, имеющие местные износы</p>
<p>Паровозные бандажи, катки колеса, катки кранов</p>	<p>Дуговая ручная наплавка</p>	<p>Электроды типа ЭН-15Г3-25, ЭН-20Г4-40 и др. по ГОСТу 10051-62 марок ОЗН-300, ОЗН-350, У-340/105</p>
<p></p>	<p>Автоматическая наплавка под флюсом</p>	<p>Приволоки по ГОСТам 10543-63, обеспечивающие нужную износостойкость. Флюсы ОСЦ-45 и АН-348А</p>
<p></p>	<p>Порошковая наплавка под флюсом и в углекислом газе</p>	<p>Проволоки Св-08, Св-08А по ГОСТу 2246-60 в сочетании с магнитным флюсом, требуемого состава или керамическим флюсом. Приволоки НП-50, НП-65Г по ГОСТу 10543-63</p>

Приложения: 1. Выбор способа наплавки определяется наличием оборудования, присадочных металлов, флюсов, коли-  
чеством восстанавливаемых деталей, объемом наплавки.  
2. Марка присадочной приволоки выбирается в соответствии с химическим составом основного металла и требо-  
ваниями к наплавленному металлу.  
3. Режимы наплавки определяются толщиной стеки наплавляемого детали, химическим соста-  
вом основного металла.

Таблица 2

## Рекомендуемые способы восстановления деталей группы II

Детали	Способы восстановления	Электроды, присадочный металл и флюсы	Условия термообработки
Штампы для холодной обрезки и холодной штамповки	Ручная дуговая плавка	Электроды типа ЭН-25Х12-40, ЭН-У12Х12Г2ФС-55, ЭН-60ХСМ-56 по ГОСТУ 10051—62 марок ЦН-5, ЦН-5, ЦН-5 для листалей с большой жесткостью при наплавке больших объемов требуется предварительный подогрев детали до 300—400 °С.	Малые объемы можно плавить без подогрева и постепенно, для листалей с большой жесткостью при наплавке больших объемов требуется предварительный подогрев детали до 300—400 °С.
Ацетилено - кислородная наплавка	Сормайты № 1 и 2, стеллиты В2К, В3К; флюс-бура обезвоженная или смесь буры и борной кислоты	Термообработка производится по технологическим условиям на исправляемую деталь с учетом состава наплавленного металла	Термообработка производится по технологическим условиям на исправляемую деталь с учетом состава наплавленного металла
Автоматическая и полуавтоматическая наплавка под флюсом	Прополочки НП-105Х по ГОСТу 10543—63; порошковые проволоки соответствующего состава		
Кованые и вырубные штампы горячей штамповки, валки кованых машин, ножи для резки горячего металла	Ручная дуговая плавка	Электроды типа ЭН-30Х3В8-40, ЭН-35Г6-50, ЭН-35Х12В3ФС-50 марок ЦШ-1, ЦН-4, НДК-3, ЦН-7, ОЗИ-1, Х-53, КПИ-3Х2В8, ЦЧ-1М	Предварительный подогрев детали до 400—600 °С
Ацетилено - кислородная наплавка	Стеллиты В3К, В2К; флюс-бура обезвоженная		Наплавка в нагретом состоянии, последующий нагрев до 650—680 °С для снятия напряжений

Копочные и вырубные штампы горячей штамповки для копочных машин, ножи для резки горячего металла	Автоматическая и полуавтоматическая машины под флюсом	Прополюка Св-08, флюсы КС-8Х2В8, КС-Х12М, " др. Проволоки КС-3Х2В8, НП-5ХНМ, НП-5ХНВ, НП-45Х4В3Ф, НП-45Х2В8Т, НП-45Х4В3Ф по ГОСТу 10543—63; плавильные и керамические флюсы	Термообработка плавки по технологическим условиям на исправляемую деталь, с учетом состава наплавленного металла
То же порошковой проволокой	Порошковые проволоки ПП-3Х2В8, ПП-У15Х17Н2, ПП-Х12ВФ и др. В ответственных случаях применяется дуговая наплавка в среде углекислого газа	Порошковые проволоки ПП-3Х2В8, ПП-У15Х17Н2, ПП-Х12ВФ и др. В ответственных случаях применяется дуговая наплавка в среде углекислого газа	То же
Прокатные валки различного назначения	Ручная дуговая наплавка	Электроды типа ЭН-20Г4-40, ЭН-25Х12-40, ЭН-60Х2СМ-50 и др. по ГОСТу 10051—62, марок ЦН-5, ЭН-60М, НЖ-2 для наплавки деталей с малым износом и местной выработкой	Пологрев до 370—400 °С, а в случае необходимости — отпуск при 650—680 °С для снятия напряжений
Автоматическая наплавка под флюсом	Порошковая наплавка проволокой ЭИ-701 и др. флюсы ОСЦ-45, АИ-348А по ГОСТу 9087—59 и др. Проволока НП-45Х4В3Ф, НП-60Х3В10Ф по ГОСТу 10543—63 для массовых работ при значительном износе валков	Порошковая проволока ПП-3Х2В8; проволока ЭИ-701 и др. флюсы ОСЦ-45, АИ-348А по ГОСТу 9087—59 и др. Проволока НП-45Х4В3Ф, НП-60Х3В10Ф по ГОСТу 10543—63 для массовых работ при значительном износе валков	Пологрев до 370—400 °С; подогрев до 370—400 °С; термообработка (в случае необходимости) по режимам, соответствующим составу наплавленного металла

**П р и м е ч а н и е.** Выбор способа сварки, марки присадочного материала, режим термообработки определяются маркой основного металла, условиями работы детали и объемом наплавляемого материала.

Таблица 3

## Рекомендуемые способы восстановления деталей группы III

Детали	Способ восстановления	Электроды, присадочный металл и флюсы
Рабочие части землеройных машин: экскаваторов, землечерпалок, землесосов, земснарядов, роторных землечерпалок и др., изготовленные из стали Г13 и других износостойких сталей	Ручная дуговая наплавка	Электроды типа ЭН-УЗОХ25РС2Г-60, ЭН-УЗОХ23Р2Г-55 и др. по ГОСТу 10051-62, марок Т-620, Т-540, ЦН-5, ЦН-7, Х-53, ХР-19, ОЗИ-1 и др.
	Автоматическая и полуавтоматическая наплавка под флюсом	Приволоки НП-40Х3Г2ВФ, НП-4Х13, НП-Г13А по ГОСТу 10543-63. Флюсы плавленые и бескислородные. Приволоки Св-08, Св-08А, Св-08Г и др. по ГОСТу 2246-60 и специальные керамические флюсы. Различные порошковые приволоки. Ленточные электроды и специальные флюсы
	Электрошлифовка наплавка	Присадочный металл, дающий нужную твердость, порошковая и ленточная проволока; флюсы АН-20 и др. Приволоки по ГОСТу 10543-63