УДК 621.81.004.67
ББК 34.5+30.82
Т38

Автор-составитель: А.И. Коршунов

Рецензент: канд. техн. наук, доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» ГГТУ им. П.О. Сухого Слуцкий С.С.

Т38 Технология ремонтных работ: Практическое пособие к лабораторным работам по одноименному курсу для студентов специальности Т.03.01.01 «Технология машиностроения» /Авт.-сост. А.И. Коршунов. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2004. – 32 с.

Практическое пособие содержит три лабораторных работы, в которых рассмотрены современные технологические методы по восстановлению и упрочнению изношенных деталей машин с применением сварки, наплавки и нанесения покрытий.

Для студентов специальности Т.03.01.01 «Технология машиностроения» ГГТУ им. П.О. Сухого.

УДК 621.81.004.67
ББК 34.5+30.82

Рекомендовано научно-методическим советом машиностроительного факультета (протокол № 1 от 29 сентября 2003 г.)

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», 2004

Лабораторная работа № 7

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ СВАРКОЙ

Цель работы: закрепить теоретические знания, полученные при изучении курса "Технология ремонтных работ" и приобрести практические навыки в области технологии восстановления чугунных деталей сваркой.

Студент должен знать: условия работы детали в процессе эксплуатации машины, характерные дефекты деталей из чугуна и методы их устранения, маршрутную технологию восстановления детали.

Студент должен уметь: проектировать технологический процесс восстановления чугунных деталей сваркой.

1 Особенности электродуговой сварки чугунных деталей

В машиностроении, на транспорте и в сельском хозяйстве эксплуатируется большое количество чугунных изделий. Это вызывает необходимость разработки и применения эффективных и надежных способов восстановления таких изделий. Сварка чугуна представляет определенные трудности, вызванные диффузионными процессами и структурными преобразованиями в металле шва и в зоне термического влияния. Наиболее опасна с этой точки зрения зона основного металла, нагретая до температуры выше 700-800°С. В соответствии с протекающими металлургическими процессами зону основного металла можно разделить на два участка. Первый участок граничит со сварочной ванной и представляет собой частично расплавленный основной металл. При неблагоприятных условиях здесь возможно образование хрупких структур, например белого чугуна (отбела). На втором участке зоны, нагреваемой при сварке от 800 до 1100°С, в результате структурных превращений возможно образование мартенсита, обладающего большой твердостью и склонного к образованию трещин. Трудности сварки чугуна заключаются еще и в том, что чугун в расплавленном состоянии жидкотекуч и мгновенно переходит из жидкого состояния в твердое, минуя пластическое. Кроме того, при неравномерном нагреве или остывании в чугуне возникают большие остаточные внутренние напряжения, что приводит также к появлению трещин. Чугунные детали, бывшие в эксплуатации, содержат в порах большое количество масла, проникающего на значительную глубину, что также ухудшает условия сварки.

Наиболее приемлемым методом борьбы с образованием отбеленных и закалочных участков зоны термического влияния, а также трещин в металле шва и в его зоне является общий предварительный подогрев до 600-700°С всей детали и медленное охлаждение после сварки.

2 Способы сварки чугунных деталей

Сварка чугунных деталей может осуществляться как горячим, так и холодным способами.

При горячей сварке деталь предварительно нагревается до температуры 600-700°С, а после сварки медленно охлаждается. Горячая сварка чугунных деталей позволяет получить прочный, плотный и однородный с материалом детали шов. Недостатками этого способа являются применение сложного оборудования, малая производительность процесса и высокая стоимость восстановления детали.

В связи с этим в ремонтном производстве все большее применение находит холодная сварка. Она выполняется различными методами с применением специальных электродов или специальных приемов сварки (например, метод отжигающих валиков). При холодной сварке не требуется дорогостоящего оборудования, она может выполняться в условиях ремонтного производства.

Существуют несколько способов холодной сварки чугуна. Наиболее распространенными являются следующие:

1. Сварка способом наложения отжигающих валиков.
2. Сварка комбинированными медно-стальными и медно-никелевыми электродами.
3. Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа.
4. Полуавтоматическая сварка специальной проволокой ПАНЧ-II.

Выбор того или иного способа холодной сварки чугуна определяется рядом технологических и экономических факторов и требуемым качеством сварного шва.

При холодной сварке чугунных деталей необходимо соблюдать следующие условия: а) как можно меньше нагревать и проплавлять металл детали; б) сварку вести участками вразброс или обратноступенчатым способом. (последовательность нанесения сварных швов показана на рис.1.); в) холодную сварку чугуна ведут на постоянном токе обратной полярности (для уменьшения нагрева детали) электродами диаметром 3…4 мм и пониженной силе

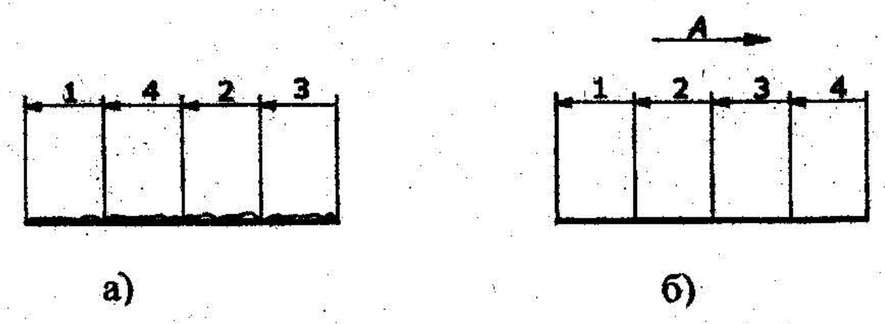

Рисунок 1 - Основные схемы сварки
а) вразброс; б) обратноступенчатым способом от одного края к другому.

2.1 Полуавтоматическая сварка порошковой проволокой

Для механизированной сварки чугуна любых марок получила распространение созданная Институтом электросварки им.Е.О.Патона самозащитная проволока ПАНЧ-II. Используя ПАНЧ-II, можно ремонтировать отверстия под штифты и болты, вести сварку серого, ковкого и высокопрочного чугуна и их комбинаций, в т.ч. и со сталью.

Трещины, пробоины и др. дефекты заваривают в такой последовательности: зачищают поверхность до металлического блеска по обе стороны от трещины на ширину 10…20 мм, определяют границы трещины. Зачистку производят электро- или пневмошлифовальной машинкой. Определив границы трещины, на расстоянии 6…10 мм от видимого конца в направлении ее развития, сверлят сквозные отверстия диаметром 3…4 мм. При наличии сквозной трещины разделку производят в тонких деталях (5…10 мм) - с одной стороны, в толстых (более 12 мм) - с двух сторон, как показано на рис.2.

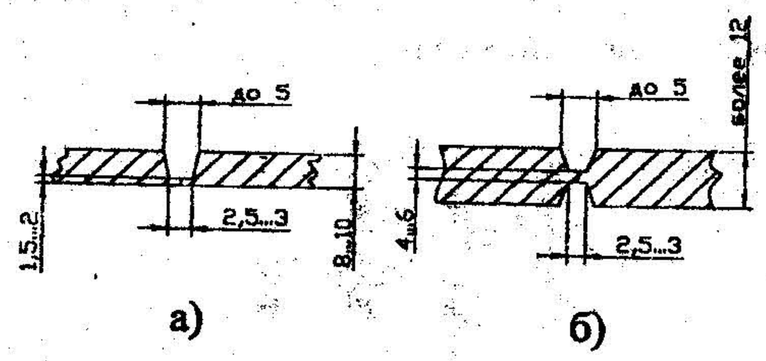

Рисунок 2 - Схемы разделки сквозных трещин: а) тонкостенная деталь; б) толстостенная деталь

Несквозные трещины разделывают до целого металла. Для получения усиленного сварного шва при сварке наиболее ответственных корпусных деталей применяют более сложную форму разделки, как показано на рис.3.

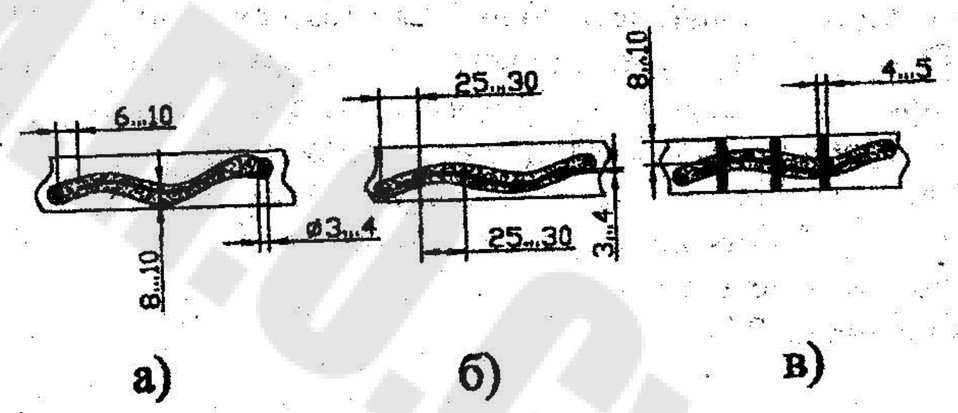

Рисунок 3 - Схемы разделки трещины для наложения усиленного шва:
а) сверление отверстий на концах трещины; б) сверление отверстий вдоль трещины и продольная разделка; в) поперечная разделка трещины

Заварку трещин самозащитной проволокой ПАНЧ-II производят открытой дугой на постоянном токе прямой полярности.

Рекомендуются следующие режимы: диаметр проволоки 1,2 мм, сварочный ток 80…120А, напряжение дуги 14…18В, вылет электрода 15…20 мм.

Трещины заваривают участками длиной 30…50 мм с проковкой и охлаждением каждого участка до температуры 50…60°С двумя способами по схеме, изображенной на рис.4.

Рисунок 4 - Последовательность заварки трещин

Заварка трещин со сложной формой разделки также производится участками длиной 30…50 мм с проковкой и охлаждением до температуры 50…60°С в порядке, указанном на рис.5.

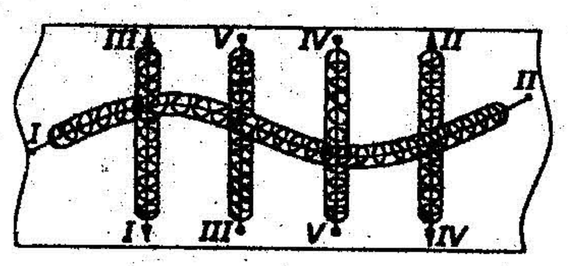

Рисунок 5 - Последовательность заварки трещин со сложной формой разделки

При наличии пробоины вырезают заплату по форме пробоины из стали 3 с таким расчетом, чтобы кромки пробоины были перекрыты на 10…15 мм. Заплаты приваривают вразброс участками длиной 30…50 мм по контуру заплаты. Каждый следующий участок начинают заваривать после проковки и охлаждения предыдущего до температуры 50…60°С.

Для сварки используют полуавтоматы А-547, А-825М и другие в комплекте с выпрямителем ВС-600 или аналогичными.

Механические свойства металла сварного шва:

- предел прочности на разрыв до 500 МН/м^2;
- предел текучести до 300 МН/м^2;
- удлинение до 20%;
- твердость НВ 160-180.

2.2 Сварка чугуна методом отжигающих валиков

Этот технический прием позволяет до минимума уменьшить отбеливание чугуна, а также устранить внутренние напряжения в сварном шве и околошовной зоне. После сварки получается достаточно прочный и плотный шов, поддающийся механической обработке.

Этот метод основан на том, что на первый предварительный валик (шов) длиной 40-50 мм сразу же наплавляют второй отжигающий валик (шов). При наложении второго валика (шва) первый валик остывает с меньшей скоростью, вследствие чего значительная часть цементита (Fe_3C) распадается, выделяется графит, а сварной шов частично отпускается и нормализуется. При таком способе сварки не происходит отбела чугуна и возникновение закалочных структур, уменьшаются остаточные внутренние термические напряжения, повышается пластичность и снижается твердость.

3 Оснащение рабочего места

3.1 Сварочный выпрямитель ВС-600
3.2 Стол для сварочных работ с вытяжным зондом
3.3 Щетка металлическая
3.4 Электроды
3.5 Молоток слесарный

4 Задание к выполнению лабораторной работы

4.1 Ознакомиться со сварочным оборудованием.
4.2 Ознакомиться с марками электродов, применяемыми для холодной сварки чугунных деталей.
4.3 Подготовить деталь к сварке.
4.4 Заварить трещину способом наложения отжигающих валиков.
4.5 Составить отчет о выполненной работе и защитить ее у преподавателя.

5 Порядок выполнения работы

5.1 Изучить инструкцию по технике безопасности.
5.2 Очистить поверхность детали в зоне трещины до металлического блеска.
5.3 Определить границы трещины.
5.4 Установить режим сварки.
5.5 Заварить трещину одним из следующих способов:

Библиотека ГГТУ им. П.О. Сухого

5.5.1 Без разделки кромок трещины (при толщине стенок 6...7 мм, трещина расположена на необработанной поверхности).

5.5.1.1 Для предупреждения дальнейшего распространения трещины отступить от ее концов на 6...10 мм и наплавить участки до трещины поперечными постепенно расширяющимися швами с последующим наложением на них отжигающих швов.

5.5.1.2 Разделить трещину на участки 35...50 мм.

5.5.1.3 Заварить трещину, для чего отступив от трещины на 1...5 мм, на каждом из участков наложить вначале подготовительные, а затем отжигающие валики с обеих сторон, до тех пор, пока вдоль трещины не образуются сплошные валики, на которые затем наплавляется соединительный валик. Режим сварки: диаметр электрода 3...4 мм, сила тока 25...30А на 1 мм электрода. Последовательность наложения подготовительных, отжигающих и соединительных валиков показана на рис.6.

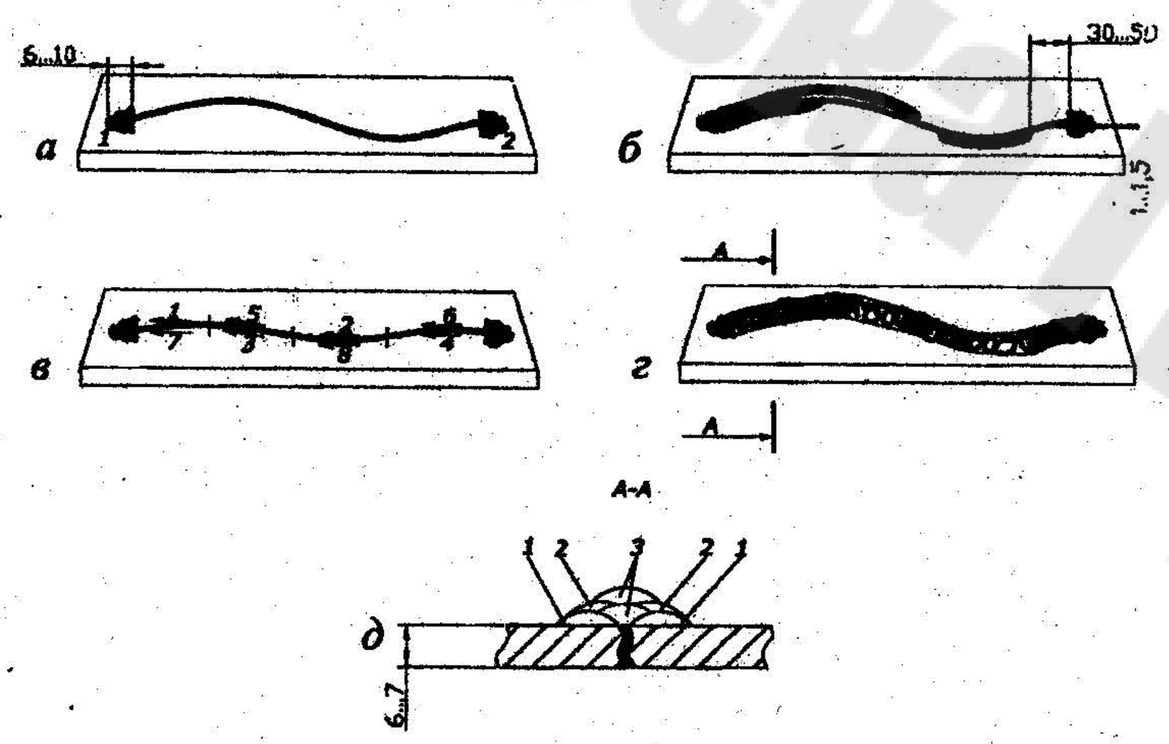

Рисунок 6 - Последовательность заварки трещин в тонкостенной чугунной детали способом наложения отжигающих валиков:
а - последовательность сварки концов трещины; б, в - наплавка подготовительных валиков вразброс; 1,2,3,4,5,6,7,8 - последовательность наплавки валиков; г - окончательная заварка трещины; д - последовательность наплавки: 1 - подготовительных валиков; 2 - отжигающих валиков; 3 - соединительных валиков.

5.5.1.4 Зачистить сварные швы от шлака и проверить качество сварки. Сварные швы должны быть плотными, без раковин и трещин.

5.5.1.5 Составить отчет по установленной форме и защитить его у преподавателя.

5.5.2 С разделкой кромок трещины (толщина стенки детали более 8 мм)

5.5.2.1 Для предупреждения дальнейшего распространения трещины засверлить концы трещины сверлом диаметром 3...4 мм на проход.

5.5.2.2 Произвести разделку трещины под углом 90° (рис.7а) (ширина разделки в верхней части в 2...3 раза должна превышать толщину свариваемой детали, а в нижней части должна быть равна 12...18 мм).

5.5.2.3 Заварить трещину в последовательности, указанной на рис.6 и 7. В процессе сварки каждый из валиков первого слоя должен на 60...70% перекрываться с последующими валиками. Последний валик первого слоя должен на 3...5 мм выходить за пределы скоса разделки на поверхность детали.

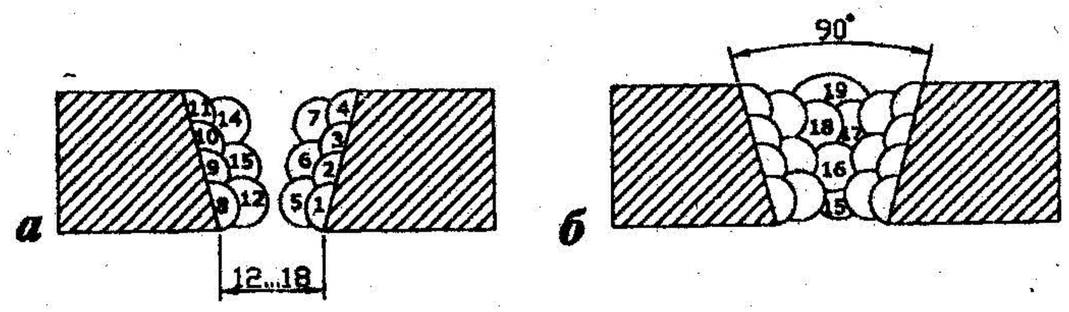

Рисунок 7 - Схемы: а)обварки кромок, б)заполнения трещины в толстостенных деталях из чугуна

Обварку кромок трещины и сварку промежутка между кромками производить короткими участками вразброс, делая перерывы для охлаждения после обварки каждого участка.

Режим сварки: диаметр электрода 3...4 мм; сила тока 25...30 А на 1 мм диаметра электрода.

5.5.2.4 Составить отчет по установленной форме и защитить его у преподавателя.

Контрольные вопросы

1. Почему при холодной сварке чугуна сварной шов может иметь высокую твердость и хрупкость?
2. В чем заключаются особенности холодной сварки чугунных деталей?
3. От каких факторов зависит выбор режима сварки?
4. В чем сущность способа сварки путем наложения отжигающих валиков?
5. Каким требованиям должны отвечать электроды для холодной сварки чугуна?

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров Ю.Н. Основы ремонта машин. -М.: Колос, 1972.-240с
2. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. Справочник. - М.: Машиностроение, 1989. -480с
3. Елистратов П.С., Елистратов А.П. Сварка чугуна сталью Минск: Наука и техника, 1984.-208с
4. Дорожкин Н.Н. и др. Новые методы ремонта деталей машин. Минск: "Ураджай", 1980.-120с

Лабораторная работа № 8

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА ДЕТАЛЕЙ КОМПОЗИЦИОННЫМИ СОСТАВАМИ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ

Цель работы: закрепить теоретические знания, полученные при изучении курса "Технология ремонтных работ" и приобрести практические навыки в области технологии ремонта деталей клеевыми составами на основе эпоксидных смол.

Студент должен знать: технические условия на приемку деталей в ремонт данным способом; применяемые материалы и рецептуру приготовления клеевых составов; технологию ремонта трещин, пробоин и неподвижных сопряжений; зависимость величины адгезии от состава клеевой композиции.

Студент должен уметь: приготавливать необходимые композиционные составы; производить ремонт конкретных видов повреждений; обрабатывать и представлять результаты исследований.

1 Общие сведения о применении эпоксидных смол при ремонте деталей машин

Составы на основе эпоксидных смол при ремонте машин применяются для восстановления деталей с трещинами и пробоинами, для склеивания поврежденных деталей, как защитные покрытия, для восстановления размеров и геометрической формы изношенных деталей, для обеспечения прочности и герметичности неподвижных сопряжений.

Технологические процессы восстановления деталей эпоксидными композициями отличаются простотой выполнения операций и не требуют сложного оборудования. Возможно соединение неоднородных материалов, что осуществить другими способами весьма сложно. При склеивании детали подвергаются незначительным тепловым и силовым нагрузкам. Отпадает необходимость в изготовлении отверстий, заклепок и других крепежных деталей, что удешевляет и упрощает ремонт.

Эпоксидные композиции хорошо заполняют любую форму, дают небольшую усадку; масса монолитна, в ней не образуются поры, раковины, трещины.

Отвердевшая композиция химически устойчива против воды, нефтепродуктов, слабых растворов солей, щелочей, кислот, большинства растворителей и имеет хорошие диэлектрические свойства.

Соединение происходит в результате адгезии (сцепления) между композицией и поверхностью детали.

Библиотека ГГТУ им. П.О. Сухого

2 Технические условия на приемку в ремонт

Составами на основе эпоксидных смол целесообразно ремонтировать корпусные детали с трещинами и пробоинами в неответственных местах; восстанавливать посадочные отверстия при малых износах непосредственной установкой подшипника на состав и при износах более 0,1 мм - установкой на составе колец или свертных втулок.

Детали, поступающие в ремонт, должны быть очищены от масла и грязи. При наличии трещин в ранее заваренных местах необходимо снятие термических напряжений.

Для ремонта не принимаются детали: имеющие трещины, проходящие через отверстия; с пробоинами, находящимися на обработанных поверхностях и площадью более 600 см^2; со сквозными пробоинами резьбовых отверстий.

3 Подготовка деталей к ремонту

Подлежащий ремонту участок зачищают до металлического блеска с удалением ржавчины и следов окраски до 40 мм от места дефекта, а затем обезжиривают одним из следующих способов.

а) Обезжиривают поверхность щелочным раствором следующего состава:

сода кальцинированная - 50 г/л;
едкий натр - 10 г/л;
тринатрийфосфат - 30 г/л.

Компоненты в необходимом количестве засыпают в ванну и в ней приготавливают раствор.

Температура для обезжиривания должна составлять 65…90°С, продолжительность процесса не менее 5 мин (в зависимости от степени загрязнения поверхности детали). После обезжиривания промывают детали горячей водой (85…90°С), а затем холодной проточной водой. Тщательно протирают ремонтируемый участок детали ацетоном;

б) Участки деталей, имеющих большие габариты и массу, обезжиривают только ацетоном. Процесс обезжиривания проводят дважды с промежутком 5…10 мин.

Критерием полной очистки служит растекание капель воды и полное смачивание поверхности.

Обезжиривание производят во всех случаях непосредственно перед нанесением составов.

Детали больших габаритов перед нанесением состава подогревают в электропечи или лампой инфракрасного излучения до температуры 60…80°С.

4 Приготовление эпоксидных композиций

Для приготовления эпоксидных композиций применяются следующие материалы. Эпоксидная смола ЭД-16, ЭД-20 обладает клеящими свойствами и является основой композиции. Наиболее распространена смола ЭД-16. Она представляет собой вязкую жидкость светло-коричневого цвета. Смола ЭД-20 имеет меньшую вязкость и применяется в случаях, когда необходима более жидкая композиция для заделки тонких трещин. Она обладает большей прочностью на изгиб, большей ударной вязкостью, но имеет большую усадку, что приводит к снижению прочности ее сцепления с металлом.

Пластификатором является дибутилфталат, который снижает вязкость и придает отвердевшей композиции большую ударную прочность и стойкость к температурным колебаниям.

Наполнители в виде тонко измельченных порошков (чугун, сталь, графит, слюда, асбест, алюминиевая пудра, кварцевая мука, сажа, окислы металлов, портланд-цемент и др.). Они повышают механическую прочность и теплостойкость композиции, а также снижают усадку и приближают коэффициент ее термического расширения к коэффициенту термического расширения металла. В качестве отвердителя применяются полиэтиленполиамин.

Ниже указаны составы композиций в весовых частях, которые приготавливаются по одному из следующих рецептов:

4.1 При ремонте резьбовых поверхностей или отверстий под штифты и оси применяется состав А.

Эпоксидная смола	100
Дибутилфталат	10-15
Полиэтиленполиамин	6

4.2 При ремонте алюминиевых и дюралюминиевых деталей применяется состав Б.

Эпоксидная смола	100
Дибутилфталат	15
Алюминиевый порошок	20-25
Полиэтиленполиамин	7

4.3 При ремонте стальных или чугунных деталей применяется состав В.

Эпоксидная смола	100
Дибутилфталат	15
Железный или чугунный порошок	20-25
Полиэтиленполиамин	7

Перед приготовлением состава производится подготовка составляющих компонентов. Железный или чугунный порошок просушивают при температуре 100-120°С в течение 2-3 ч.

Далее эпоксидную смолу разогревают в термошкафу или баке с горячей водой до температуры 60-80°С в течение 15 мин. Отбирают необхо-

димое количество эпоксидной смолы в ванночку и охлаждают ее до температуры 30-40°С. В смолу добавляют небольшими порциями необходимое количество пластификатора в соответствии с рецептурой состава. Во время добавления дибутилфталата смесь тщательно перемешивают в течение 5-8 мин. В полученную смесь небольшими порциями добавляют один из наполнителей. Во время добавления наполнителя смесь также тщательно перемешивают в течение 8-10 мин.

Непосредственно перед применением состава добавляют небольшими порциями отвердитель. При добавлении полиэтиленполиамина смесь тщательно перемешивают в течение 5 мин.

После добавления отвердителя приготовленный состав можно использовать в течение 20-25 мин.

5 Технология ремонта трещин

5.1 Трещины длиной до 20 мм

Определить точные границы трещины капиллярным способом, для чего смочить керосином предполагаемое место дефекта и выдержать в течение 5…10 мин., затем насухо вытереть его. Натереть данную поверхность мелом и легкими ударами молота обстучать деталь; оставшийся в трещине керосин в виде пятен выступит наружу и укажет границы трещины.

Накернить и просверлить на концах трещины отверстия диаметром 3 мм.

Снять фаску под углом 60…70° вдоль трещины на глубину:

а) 1,0 мм - при толщине стенок детали 2,5…3,0 мм;

б) 3,0 мм - при толщине стенок детали более 5,0 мм.

При толщине стенок детали менее 1,5 мм снимать фаску не рекомендуется.

После подготовки детали приготовленный эпоксидный состав нанести на поверхность трещины и на зачищенный участок вокруг нее, уплотняя шпателем состав в трещине. Слой должен возвышаться над поверхностью детали на 2…3 мм, ширина шва 25…30 мм (Рис.1а). Во избежание стекания эпоксидной композиции покрываемую поверхность располагать горизонтально.

5.2 Трещины длиной 20…150 мм.

В этом случае дополнительно к предыдущему варианту изготавливают две накладки из стеклоткани или технический бязи так, чтобы первая накладка перекрывала трещины на 20…25 мм, а вторая - на 30…40 мм на сторону. Накладки предварительно должны быть обезжирены кипячением в воде и высушены.

Вид получаемого шва в поперечном сечении представлен на рис 1б.

Накладки должны быть хорошо прикатаны роликом и не отставать от состава.

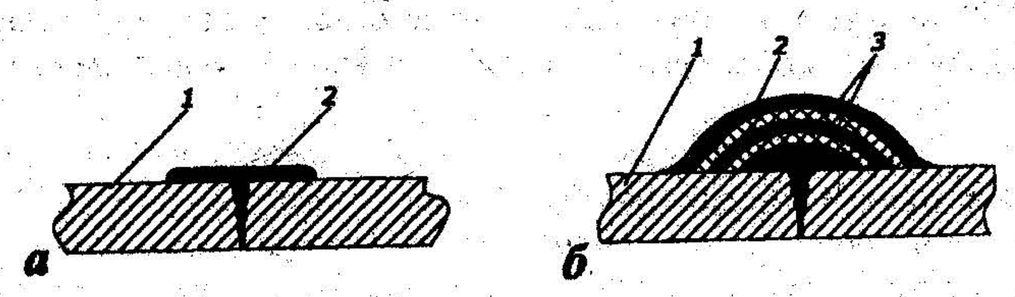

Рисунок 1 - Схемы нанесения композиционного состава: а) на поверхность детали; б) заделки трещины с применением накладок. 1 - деталь, 2 - композиционный состав, 3 - накладки.

6 Технология ремонта неподвижных соединений

6.1 Ослабление посадки при зазоре до 0,1 мм.

Применяют эпоксидный состав А. Нанести на сопрягаемые поверхности отверстия и подшипника слой толщиной не более 0,5 мм и выдерживать в течение 10 мин.

Не позже, чем через 15 мин. после нанесения состава запрессовать подшипник в отверстие.

Удалить подтеки и излишки состава с помощью тампона, смоченного в ацетоне.

6.2 Износ посадки при зазоре более 0,1 мм.

Расточить посадочное отверстие на глубину 2…6 мм на сторону в зависимости от конструкции детали (Rz=10..20 мкм).

Изготовить ремонтное кольцо для запрессовки в расточенное отверстие.

Установить кольцо на эпоксидный состав А, как в предыдущем варианте.

После отверждения состава кольцо расточить до номинального размера.

7 Отверждение составов и последующая обработка

Отверждение составов, где в качестве отвердителя использовался полиэтиленполиамин, можно произвести с нагревом детали и без нагрева. Отвердение эпоксидного состава происходит при температуре 20°С за 36 часов или при температуре 20°С за 12 ч. с последующей выдержкой в сушильном шкафу по одному из следующих режимов.

Температура, °С	40	60	80	100	180
Выдержка, ч.	8	7	5	3	1

Для улучшения структуры слоя желательно выдержка его сразу после нанесения при температуре 40..60°С в течение двух часов.

После отвердения подтеки и наплывы зачищают. Покрытие должно быть равномерным, без трещин, пор и отслаивания состава от поверхно-

сти. Контроль производится визуально, а в ответственных случаях гидравлическим испытанием, капиллярным способом и выборочными механическими испытаниями.

Обработка слоя нанесенного состава на основе эпоксидной смолы производится на обычном оборудовании. Однако, для снижения разогрева инструмента и детали в процессе резания, необходимо в режущем инструменте увеличить задний угол, что приводит к значительному уменьшению трения.

Точение, сверление и фрезерование производят инструментом, режущей частью которого являются пластины твердого сплава ВК-8.

Режимы резания при точении принимаются:

скорость резания	85 м/мин;
подача	0,1 мм/об.
Угол заточки инструмента:	
а) при точении	γ=10 град.; α=10-15 град.;
б) при сверлении	2γ=70-90 град.; α=12-15 град.;
в) при фрезеровании	γ=20 град.; α=20 град.

8 Исследование влияния композиционного состава на адгезионную прочность клеевого соединения

8.1 Адгезией называется молекулярная связь, возникающая между поверхностями тел, приведенных в контакт. Методы измерения адгезии основаны на определении приложенного внешнего усилия, под действием которого в адгезионном соединении возникают нормальные и тангенциальные напряжения, приводящие к разрушению соединения.

Примем для определения адгезии метод сдвига (среза) под действием сжимающих нагрузок соединения цилиндра со стержнем. До склеивания в сопряжении цилиндр-стержень имеется зазор.

8.2 Подготовка композиций и образцов. Образцами для определения адгезии служат стальные кольца dнар=40 мм, dвн $=16^{+0,1}$мм, высотой 10 мм и стержни Ø16 $_{-0,1}$мм длиной 30 мм.

Рецептуру клеевых композиций принимаем следующую:

связующее - смола эпоксидная ЭД-16	- 100 мас.ч.(2гр);
пластификатор - дибутилфталат	- 10 мас.ч.;
наполнитель: порошок закиси железа	
переменное число	- 0, 10, 30, 75, 120 мас.ч.;
отвердитель - полиэтиленполиамин	- 10 мас.ч.

Способ подготовки композиции описан ранее. Путем измерения диаметров отверстий и стержней подобрать кольца и стержни таким образом, чтобы зазор в сопряжении не превышал 0,1 мм.

Подобранные стержни и кольца уложить в кассету по три пары в одну ячейку. Так как каждый эксперимент будет проводиться с трехкратной повторностью, то потребуется 15 пар колец со стержнями. Каждая пара каждого опыта обозначается одинаковыми цифрами (от 1 до 15).

Пронумерованные кольца и стержни тщательно очищаются от грязи и ржавчины, обезжириваются ацетоном и ставятся с кассетой в сушильный шкаф, температура в котором находится в пределах 40…50°С.

В подготовленную, соответствующего состава композицию, вводится отвердитель и вся масса тщательно перемешивается. Подготовленная композиция шпателем наносится на внутреннюю поверхность кольца и наружную поверхность стержня (на стержне по всей ширине кольца) и производится соединение кольца со стержнем. Соединенные всеми клеевыми композициями кольца и стержни устанавливаются на специальную подставку и помещаются в сушильный шкаф для отверждения. Отверждение производится при температуре 100°С в течение 3-х часов.

Подготовка отвердевших образцов к испытаниям производится путем удаления излишних наплывов и сортировкой их в группы по соответствующим обозначениям.

Разрушение склеенных образцов производится на гидравлическом прессе, оборудованном подставкой и наставкой. Образец устанавливается на подставку, производится сближение головки пресса с образцом и через наставку выпрессовывается цилиндрический стержень из кольца (рис.2).

Усилие выпрессовки определяется по показаниям манометра в момент сдвига по формуле

$$P = \rho \cdot S \qquad (1)$$

где: ρ - развиваемое давление, отсчитываемое по манометру, кг/см^2;

S - площадь поршня, см^2.

Результаты испытаний заносятся в табл.1

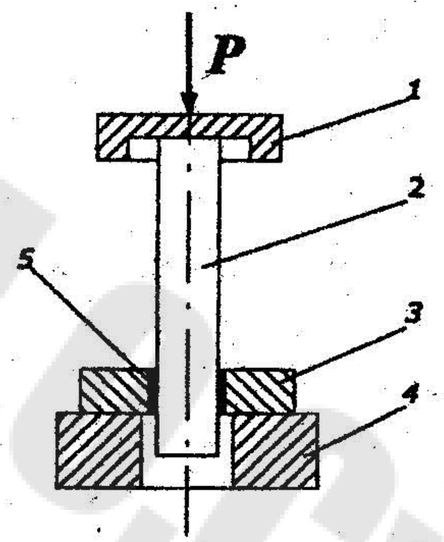

Рисунок 2 - Схема определения адгезионной прочности клеевого соединения методом сдвига: 1 - наставка; 2 - штифт; 3 - кольцо; 4 - подставка; 5 - клеевая прослойка.

БГТУ им. П.О. Сухого

Таблица 1 - Результаты оценки адгезионной прочности клеевого соединения в зависимости от состава композиций

№ эксперимента	№ измерения	Давление по манометру, кг/см^2	Усилие распрессовки, кгс	Площадь клеевого соединения, см^2	Предел прочности при сдвиге, кгс/см^2	Среднее значение предела прочности, кгс/см^2
1	2	3	4	5	6	7
I	1 2 3					
V	1 2 3					

Предел прочности при сдвиге определяется по формуле

$$\sigma_c = P/F\ , \qquad (2)$$

где F - площадь склейки, см^2.

За результат испытаний принимается среднее арифметическое значение трех измерений. По результатам испытаний построить график изменения прочности на сдвиг (ордината) в зависимости от состава композиции (абсцисса).

Произвести аналитический расчет разрушающей нагрузки по формуле и сравнить данные расчетов с экспериментальными значениями

$$P_{расч} = \frac{\pi \cdot d_к \cdot \ell \cdot t \cdot 10^{-2}}{At^2 + Bt + C}\ , \qquad (3)$$

где : $d_к$ - диаметр сопряжения, мм;

ℓ - длина посадочной поверхности сопряжения, мм;

t - величина зазора между склеиваемыми поверхностями, мм;

A, B, C - постоянные величины, зависящие от марки и материала деталей (табл.2)

Таблица 2 - Значения постоянных величин для склеиваемых пар материалов

Материал соединяемых деталей	A	B	C
СТАЛЬ-СТАЛЬ	0,00677	0,00461	-0,00006
СТАЛЬ-ЧУГУН	0,00586	0,00476	-0,000008

9 Оснащение рабочего места

9.1 Верстак ОРГ-1468-01-060А на одно рабочее место.
9.2 Стол с вытяжным шкафом ОП-2078.
9.3 Настольный сверлильный станок.
9.4 Сушильный электрический шкаф СНОЛ-3,5.3,5.3.5/3.
9.5 Гидравлический пресс П-6022.
9.6 Подставка и наставка.
9.7 Весы лабораторные, разновесы.
9.8 Дозирующее устройство с подогревателем.
9.9 Набор полимерных материалов (ТУ6-09-40-90-75).
9.10 Лабораторная посуда: колбы, стаканы.
9.11 Инструменты: металлическая щетка, шабер трехгранный, молоток слесарный 20г, крейцмейсель 5 мм, шпатель, сверло Ø 3 мм, керн.
9.12 Образцы для исследования адгезии (металлические кольца и штифты цилиндрические).
9.13 Материалы: ветошь, ацетон, шкурка шлифовальная.
9.14 Перчатки резиновые, передник прорезиненный, очки защитные

10 Задание к выполнению лабораторной работы

10.1 Изучить методические указания к лабораторной работе, требования техники безопасности; оформить инструктаж в журнале по ТБ, ознакомиться с оснащением рабочего места.
10.2 Приготовить необходимую композицию и отремонтировать деталь.
10.3 Выполнить исследование влияния состава композиции на адгезию.
10.4 Оформить отчет о выполненной работе.

11 Контрольные вопросы

11.1 Назовите область применения эпоксидных составов для ремонта деталей машин в машиностроении.
11.2 Приведите перечень операций по подготовке ремонтируемой детали к нанесению состава.
11.3 Перечислите составляющие композиций на основе эпоксидных смол.
11.4 Приведите рецептуру составов, применяемых для ремонта.
11.5 Как производят нанесение и отверждение композиций для ремонта трещин и соединений ?
11.6 Сформулируйте результаты полученного исследования и сравните экспериментальные данные с теоретическими.

ЛИТЕРАТУРА

1. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. Справочник. - М.: Машиностроение, 1989-480с
2. Черноиванов В.Н., Андреев В.П. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин. - М.: Колос, 1983. - 288с
3. Таратута А.И., Сверчков А.А. Прогрессивные методы ремонта машин: Учебное пособие для ФПК. - 3-е изд., перераб. и доп. - Мн.: Ураджай, 1986. - 376с

Лабораторная работа №9

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ВИБРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ

Цель работы: закрепить теоретические знания, полученные при изучении курса «Технология ремонтных работ» и приобрести практические навыки в области технологии восстановления деталей машин вибродуговой наплавкой.

Студент должен знать: условия работы детали в процессе эксплуатации машины, характерные дефекты и методы их устранения, технологический маршрут восстановления детали.

Студент должен уметь: проектировать технологический процесс восстановления деталей вибродуговой наплавкой.

1 Сущность способа вибродуговой наплавки

Вибродуговая наплавка металлов представляет собой усовершенствование и дальнейшее развитие электроискрового способа обработки металлов. Производится она специальной головкой, которая в процессе наплавки периодически замыкает и размыкает электрическую цепь в месте контакта электродной проволоки с наплавляемой деталью. Происходит это потому, что конец проволоки постоянно вибрирует. Назначение вибрации – обеспечить стабильность процесса наплавки благодаря использованию энергии магнитного потока и термической ионизации. В момент размыкания цепи при отрыве электродной проволоки от детали за счет энергии магнитного потока, который образовался в период короткого замыкания, возникает ЭДС самоиндукции, совпадающая по направлению с током в цепи. При этом напряжение по сравнению с подводимым напряжением увеличивается (до 30…35В). Благодаря вибрации процесс наплавки происходит при низком напряжении источника тока (12…22В), что обеспечивает уменьшение окисления металла, снижение выгорания легирующих элементов, уменьшение зоны термического влияния, снижение разбрызгивания металла, безопасность работы оператора. Вибрация обеспечивает качественное формирование наплавленного металла благодаря мелкокапельному переносу электродной проволоки на деталь.

Помимо вибрации, на стабильность процесса наплавки большое влияние оказывает индуктивное сопротивление, которое увеличивает длительность и устойчивость дуги за счет использования энергии магнитного потока, образующегося вокруг сопротивления, что позволяет избежать холостых ходов и уменьшить токи короткого замыкания, вызывающего разбрызгивание металла. Период холостого хода нежелателен, так как в этот момент происходит охлаждение конца электрода и поверхности детали, что ухудшает сплавление электродного металла с деталью. Регулируется индуктивность подключением различного количества витков дросселя.

Библиотека ГГТУ им. П.О.Сухого

Для осуществления вибрации электродной проволоки применяются электромагнитные или механические вибраторы. Электромагнитные вибраторы обладают рядом недостатков: нельзя точно отрегулировать заданную амплитуду и число колебаний; происходят резкие удары сердечника, что нарушает стабильность горения дуги и увеличивает разбрызгивание металла. Поэтому более рациональны головки с механическими вибраторами.

Назначение охлаждающей жидкости.

1. Осуществить закалку наплавляемого слоя, в случае применения закаливающейся электродной проволоки.

2. Защитить расплавленный металл от проникновения кислорода и азота воздуха.

3. Устранить нагрев наплавляемой детали, которая в процессе наплавки остается практически холодной.

В качестве охлаждающей жидкости применяется 3…5%-ый водный раствор кальцинированной соды или 10…20%-ый водный раствор технического глицерина. Расход жидкости 0,5…1,0 л/мин. Подача жидкости производится на расстоянии 15…30 мм от места горения дуги.

Принципиальная схема установки для вибродуговой наплавки приведена на рисунке 1.

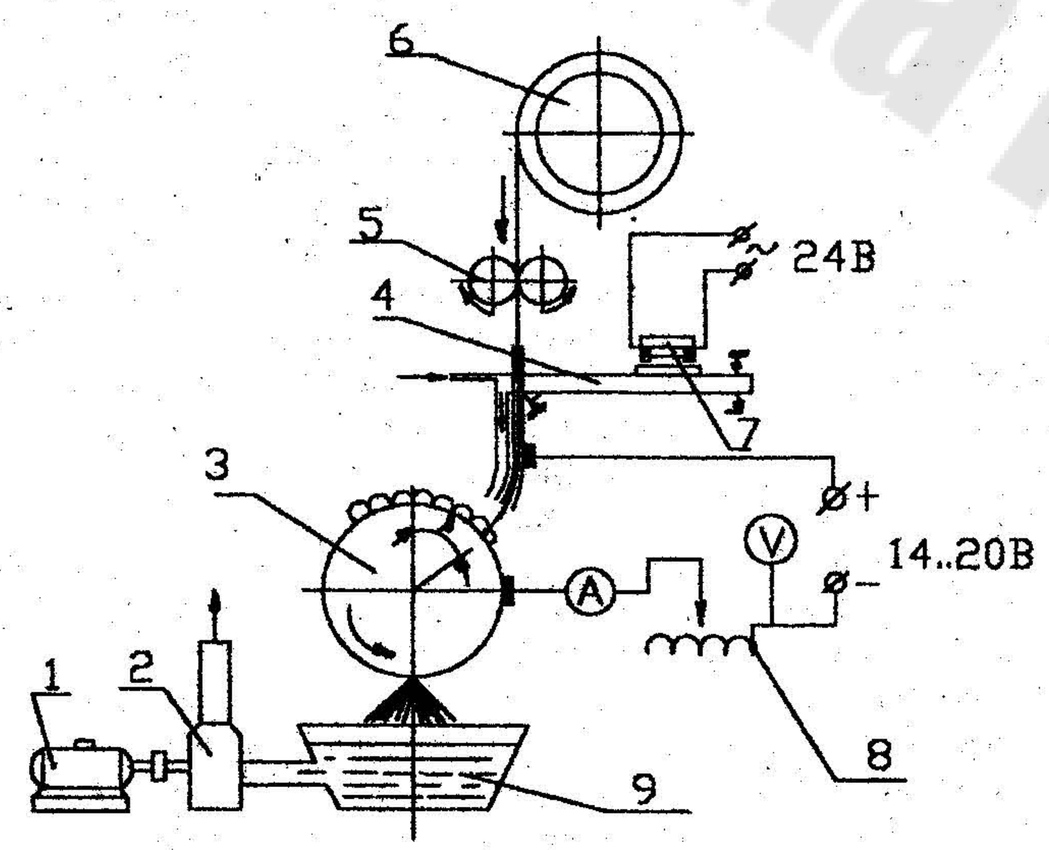

Рисунок 1 - Принципиальная схема установки для вибродуговой наплавки

1 - электродвигатель; 2 - насос; 3 - наплавляемая деталь; 4 - вибрирующий мундштук; 5 - механизм подачи проволоки; 6 - кассета; 7-вибратор; 8-индуктивное сопротивление; 9-емкость для жидкости.

Во время наплавки электродная проволока непрерывно подается из кассеты 6 роликами механизма подачи проволоки 5 через вибрирующий мундштук 4.Последний придает концу электродной проволоки колебания с амплитудой от 1,5 до 2,5 мм. При таком колебании происходит замыкание и разрыв электрической цепи в месте контакта электродной проволоки с наплавляемой деталью 3. Колебание осуществляется электромагнитным вибратором 7 и регулируется пружиной или изменением напряжения в катушке электромагнита вибратора. Сварочная цепь питается током от источника через индукционное сопротивление 8. Охлаждающий раствор из емкости 9 подается насосом 2 в мундштук вибратора.

Положительные стороны вибродуговой наплавки.

1. Путем подбора необходимой марки электродной проволоки можно получить наплавленный слой высокой твердости 58…60 HRC без дополнительной термической обработки.
2. Отсутствует деформация и коробление деталей в процессе наплавки.
3. Производительность процесса примерно в 4-5 раз выше, чем при ручной электродуговой наплавке и достигает 2,6 кг наплавленного металла в час.
4. Увеличивается безопасность для обслуживающего персонала вследствие применения тока низкого напряжения.

Отрицательные стороны вибродуговой наплавки.

1. Снижение усталостной прочности наплавляемых деталей в связи с образованием закалочных структур в процессе наплавки, вызывающих возникновение растягивающих напряжений.
2. Неоднородная твердость наплавленного слоя в результате перекрытия на одну треть предыдущего валика последующим, вследствие чего происходит отпуск наплавленного слоя.
3. Из-за быстрого перехода металла из жидкого состояния в твердое, содержащиеся в металле газы не успевают выделиться, что приводит к образованию пор в наплавленном слое.

2 Технологические особенности восстановления деталей вибродуговой наплавкой

Технологический процесс восстановления деталей вибродуговой наплавкой включает в себя очистку, дефектацию деталей, подготовку их к наплавке, наплавку и последующую механическую обработку.

В процессе очистки необходимо удалить с наплавляемой поверхности грязь, остатки масел, нагаров, продукты коррозии.

При дефектации особое внимание уделяют величине и равномерности износа. При неравномерном износе, соизмеримом с толщиной наплавляемого слоя, поверхность необходимо обработать до его устранения.

Наплавка цилиндрических поверхностей производится при отключенной подаче первого и последнего валиков. При консольном закреплении детали наплавка ведется от свободного конца к патрону. Наплавка галтелей производится в последнюю очередь, так как место начала наплавки имеет пониженную прочность.

Резьбовые поверхности наплавляются без подачи охлаждающей жидкости. При шаге резьбы более 1,5 мм шаг наплавки устанавливается равным шагу резьбы.

Для наплавки кулачков используются специальные копиры, а вылет электрода должен быть на 2…3 мм больше величины эксцентриситета.

Шлицы глубиной менее 1,5…2,0 мм наплавляются при вращении детали. Более крупные шлицы наплавляются только за счет перемещения суппорта станка. При этом для снижения деформации вала шлицы наплавляются с переменным поворачиванием вала на 180° относительно его оси.

Вид механической обработки деталей после наплавки выбирается исходя из твердости наплавляемого слоя, требований точности и шероховатости поверхностей.

Особенностью наплавки с высокой скоростью охлаждения является значительная «пятнистость» наплавленного слоя, вызванная взаимным термическим влиянием наплавляемых валиков, причем при использовании углеродистых электродов характерной структурой для закаленных валиков является мартенсит, а для зон сплавления – сорбит или тростит.

Мелкокапельный перенос металла на деталь, высокая скорость его охлаждения могут приводить к пористости наплавленного слоя, появлению микротрещин, вызванных внутренними напряжениями растягивающего характера, что значительно (до 60%) снижает усталостную прочность восстановленных деталей. Это необходимо учитывать при выборе номенклатуры восстанавливаемых деталей.

Повышение качества наплавки может быть достигнуто применением дополнительных защитных сред: углекислого газа, флюсов, а также за счет применения порошковых проволок.

Усталостная прочность восстановленных деталей повышается путем термомеханического или ультразвукового упрочнения в процессе наплавки или применения других упрочняющих технологий.

3 Область применения

Вибродуговая наплавка применяется для восстановления деталей сравнительно небольших диаметральных размеров, изготовленных из легированных и углеродистых сталей, термически обработанных на высокую поверхностную твердость, не испытывающих в процессе эксплуатации машин переменных напряжений, имеющих износ от 0,3 до2 мм. Например: шейки распределительных валов, крестовины кардана, шлицы на валах.

Наплавка дефектных резьбовых участков производится без подачи жидкости. Наплавку необходимо начинать с конца детали. Старую резьбу удалять перед наплавкой не следует. Толщина наплавленного слоя должна быть не менее суммы двух величин – глубины резьбы и минимального припуска на механическую обработку. После наплавки поверхность протачивают и нарезают резьбу номинального размера.

В качестве электродов обычно используется среднеуглеродистая, высокоуглеродистая или легированная проволока (например: Св-18ХГС; Св-30ХГС и др.) диаметром 1,2…2 мм. Марку электродной проволоки выбирают в зависимости от требуемой твердости и износостойкости наплавленного слоя.

Для наплавки слоя толщиной до 1 мм применяется проволока диаметром 1…1,6 мм, толщиной до 2 мм – 1,6…2 мм.

Вибродуговая наплавка применяется также для восстановления деталей из серого чугуна, причем производится двухслойная наплавка проволокой Св-0,8; расход жидкости 0,02 л/мин.

4 Режимы наплавки

Процесс наплавки металла характеризуется электрическими и кинематическими параметрами. Электрические параметры: напряжение источника тока U, В; сила тока в цепи I, А; полярность; индуктивность цепи L, мГ. Кинематические параметры: скорость наплавки $\upsilon_н$, м/мин; скорость подачи электродной проволоки $\upsilon_{пр}$, м/мин; шаг наплавки S, мм/об; расход жидкости q, л/мин.

Наплавленный слой более высокого качества получается при наплавке на постоянном токе обратной полярности.

Режимы наплавки выбираются в соответствии с необходимой толщиной наплавленного слоя (табл.1). Величину тока рассчитывают по формуле

$$I = j \cdot F_э \qquad (1)$$

где I – сварочный ток, А;

j - плотность тока, А/мм^2 (для $d_э < 2{,}0$ мм - $j = 50...75$ А/мм^2; для $d \geq 2{,}0$ мм - $j = 60...75$ А/мм^2);

$F_э$ - сечение электрода, мм^2.

Таблица 1 – Диаметр электрода $d_э$ и напряжение источника питания U в зависимости от необходимой толщины h наплавленного металла

Толщина наплавленного металла h, мм	0,3…0,9	1,0…1,6	1,8…2,5
Рекомендуемый диаметр электрода $d_э$, мм	1,6	2,0	2,5
Рекомендуемое напряжение источника питания U, В	12…15	15..20	20…25

Индуктивность дросселя зависит от источника питания, длины соединения кабелей и подбирается экспериментально по минимальному разбрызгиванию металла и качеству сплавления его с основой.

Скорость подачи электродной проволоки рассчитывают по формуле:

$$\upsilon_э = \frac{I \cdot U}{600 \cdot d_э^2} \qquad (2)$$

где $\upsilon_э$ - скорость подачи электродной проволоки, м/мин.

$d_э$ - диаметр электрода, мм

Скорость наплавки можно определить по формуле:

$$\upsilon_н = \frac{0{,}785 \cdot d_э \cdot \upsilon_э \cdot K}{h \cdot S \cdot a} \qquad (3)$$

где $\upsilon_н$ - скорость наплавки, м/мин.;

$d_э$ - диаметр электрода, мм;

К - коэффициент перехода электродного материала в наплавленный металл ($K = 0{,}8...0{,}9$);

h – толщина наплавленного слоя, мм;

S – шаг наплавки, мм/об;

a - коэффициент, учитывающий отклонение фактической площади сечения наплавленного валика от площади прямоугольника с высотой h ($a = 0.7...0.85$).

Частота вращения детали определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot \upsilon_н}{\pi \cdot D} \qquad (4)$$

где n - частота вращения, об/мин;

$\upsilon_н$ - скорость наплавки, м/мин;

D - диаметр детали, мм.

Шаг наплавки влияет на прочность сцепления наплавленного металла с основой, волнистость поверхности и рассчитывается по формуле:

$$S = (1{,}6...2{,}2) \cdot d_н \text{ мм} \qquad (5)$$

Амплитуда колебаний

$$A = (0{,}75...1{,}0) \cdot d_э \text{ мм} \qquad (6)$$

Вылет электрода

$$l_э = (5...8) \cdot d_э \text{ мм} \qquad (7)$$

Положение мундштука относительно детали имеет существенное влияние. При верхнем положении ширина валика увеличивается, а вероятность несплавления металла снижается.

Нижнее положение удобно тем, что позволяет без дополнительной регулировки наплавлять детали различного диаметра.

Расход охлаждающей жидкости при напряжении источника питания 12…15В составляет 0,5…1,0 л/мин, при повышении напряжения до 20…25В расход следует увеличить в 2-3 раза.

Выбранные режимы уточняются в процессе пробных наплавок.

Качество наплавки контролируют наружным осмотром и измерением твердости. При наружном осмотре обращают внимание на наличие пор, трещин, наплывов металла и перекрытие валиков. Твердость наплавленного металла измеряют по Роквеллу с помощью прибора ТК в трех местах на разных участках, предварительно зачистив его шлифовальным кругом.

Основные режимы рекомендуемые при вибродуговой наплавке стальных деталей приведены в табл.2

Таблица 2 – Рекомендуемые режимы вибродуговой наплавки стальных деталей

Диаметр детали, мм	Толщина слоя наплавленного металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока наплавки, А	Скорость наплавки, м/мин	Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	Расход охлаждающей жидкости, л/мин	Шаг наплавки, мм/об	Амплитуда вибрации проволоки, мм	Угол подачи проволоки к деталям, град
20	0,3	1,6	120…150	2,2	0,6	0,2	1,0	1,5	35
40	0,7	1,6	120…150	1,2	0,4	0,4	1,3	1,8	35
60	1,1	2,0	150…210	1,0	0,8	0,5	1,6	2,0	45
80	1,5	2,0	150…210	0,6	0,4	0,6	1,8	2,0	45
100	2,5	2,5	150…210	0,3	1,1	0,7	2…3	2,0	45

Примечание. Ток постоянной обратной полярности. Напряжение дуги 12…15 В.

5 Техническое нормирование наплавки

Норма времени определяется по формуле

$$T_н = T_о + T_в + T_д + T_{пз} / K \qquad (8)$$

где $T_н$ - норма времени, мин;

$T_о$ - основное время, мин;

$T_в$ - вспомогательное время, мин;

$T_д$ - дополнительное время, мин;

$T_{пз}$ - подготовительно-заключительное время, мин;

K - количество однотипных деталей в партии, шт.

Основное время для наплавки цилиндрических деталей:

$$T_о = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \qquad (9)$$

где L - длина наплавляемой поверхности, мм;

i - число слоев наплавки;

n - частота вращения детали, об/мин;

S - подача, мм/об;

Вспомогательное время определяется:

$$T_в = T_{в1} + T_{в2} \qquad (10)$$

Библиотека ГГТУ им. П.О. Сухого

где $T_{в1}$ - время на установку, закрепление и снятие детали, мин;

$T_{в2}$ - время на управление станком и наплавочной головкой, мин.

При закреплении детали в трехкулачковом патроне

$$T_{в1} = (0{,}4...0{,}7) \text{ мин}, \; T_{в2} = (0{,}2...2{,}8) \text{ мин}. \qquad (11)$$

Дополнительное время при вибродуговой наплавке

$$T_{д} = 0{,}1 \cdot (T_{о} + T_{в}), \text{ мин} \qquad (12)$$

Подготовительно-заключительное время на партию деталей

$$T_{пз} = (13...15), \text{ мин}. \qquad (13)$$

Производительность наплавки может быть определена по формуле

$$W = \upsilon_{н} \cdot S, \text{ см}^2/\text{мин} \qquad (14)$$

Расход электродного материала на наплавленную поверхность

$$P = 0{,}785 \cdot T_{о} \cdot d_{э}^2 \cdot \upsilon_{э} \cdot j \qquad (15)$$

где P - масса расходуемого электродного материала, г;

j - плотность электродного материала, г/см^3.

6 Оснащение рабочего места

6.1 Токарный станок1А676 с понижающим редуктором

6.2 Наплавочная головка марки ОКС-6569

6.3 Низковольтный мотор-генератор ПСГ-500-1У3

6.4 Индуктивное сопротивление (дроссель от сварочного трансформатора РСТЭ-34).

6.5 Охлаждающая жидкость (3…5%-ный водный раствор кальцинированной соды).

6.6 Наплавочная проволока Нп-40, Нп-65, Св-0,8 и др.

6.7 Металлическая щетка; индикатор часового типа; штангенциркуль ШЦ-II-320-0,5 ГОСТ 166-80; лупа 10…15-кратного увеличения.

6.8 Обдирочно-шлифовальный станок.

6.9 Прибор типа ТК для определения твердости.

6.10 Весы НЦ-10, секундомер, защитные очки.

6.11 Детали, подлежащие восстановлению.

7 Задание к выполнению лабораторной работы

7.1 Изучить установку для вибродуговой наплавки

7.2 Разработать технологический процесс восстановления деталей вибродуговой наплавкой.

7.3 Приобрести практические навыки по восстановлению изношенных деталей вибродуговой наплавкой.

7.4 Оформить технологический маршрут восстановления детали.

8 Порядок выполнения работы

8.1 Изучить требования по технике безопасности

8.2 Ознакомиться с оборудованием рабочего места (принципиальная схема установки для вибродуговой наплавки приведена на рис.1).

8.3 Подготовить деталь к наплавке, для чего очистить поверхность, подлежащую наплавке, от грязи, коррозии, масла металлической щеткой или наждачной бумагой. Если биение или неравномерный износ превышает 0,3…0,5 мм, то перед наплавкой деталь должна быть обработана. Отверстия, канавки, пазы заделывают графитовыми заглушками.

8.4 Рассчитать режимы наплавки в соответствии с формулами (1-7). Сравнить результаты расчетов с рекомендуемыми режимами наплавки деталей в таблице 2.

8.5 Закрепить деталь на станке и установить режимы наплавки.

8.6 Включить генератор, подачу охлаждающей жидкости, электровибратор, станок и сварочную цепь, подачу проволоки и через оборот детали включить продольную подачу суппорта.

8.7 Произвести наплавку. Припуск на механическую обработку принимается 0,6…1,2 мм на сторону.

8.8 Произвести механическую обработку для получения номинального размера детали.

8.9 Составить отчет по рекомендуемой форме.

9 Отчетность по работе

9.1 Привести режимы наплавки деталей в соответствии с таблицей 3

Таблица 3 – Основные режимы вибродуговой наплавки детали.

Марка источника питания	Марка аппарата для наплавки	Материал детали и ее диаметр, мм	Марка электродной проволоки и ее диаметр, мм	Подача охлаждающей жидкости q, л/мин	Сила тока I, А	Напряжение U, В	Скорость подачи проволоки $\upsilon_{пр}$, м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8

Продолжение таблицы 3

Скорость наплавки $\upsilon_{н}$, м/мин	Частота вращения детали n, об/мин	Шаг наплавки S, мм/об	Вылет электрода $l_{э}$, мм	Твердость HRC	Амплитуда колебаний A, мм	Толщина наплавленного слоя h, мм
9	11	12	13	14	15	16

9.2 Составить технологический процесс восстановления детали вибродуговой наплавкой (табл.4)

Таблица 4 – Технологический маршрут восстановления детали

Номер операции	Наименование операции	Оборудование, приспособления, инструмент, материалы	Режим работы или результаты измерений	Норма времени на операцию, $T_н$, мин
1	2	3	4	5

9.3 Привести принципиальную схему вибродуговой наплавки

10 Контрольные вопросы

10.1 Сущность процесса вибродуговой наплавки.

10.2 Какое оборудование используется для вибродуговой наплавки?

10.3 В чем заключаются особенности процесса вибродуговой наплавки по сравнению с ручной наплавкой и автоматической наплавкой под флюсом ?

10.4 Роль вибрации электрода при вибродуговой наплавке

10.5 Роль индуктивности при вибродуговой наплавке

10.6 Для чего применяется охлаждающая жидкость и ее влияние на процесс наплавки?

10.7 Назовите электрические и кинематические параметры процесса вибродуговой наплавки.

10.8 Какие электродные материалы применяются при вибродуговой наплавке?

10.9 Способы улучшения качества наплавки.

10.10 В чем заключаются преимущества и недостатки вибродуговой наплавки?

10.11 Назовите примеры восстанавливаемых поверхностей у деталей при помощи процесса вибродуговой наплавки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ремонт машин / Под ред. Тельнова Н.Ф. – М.: Агропромиздат, 1992. – 560с.

2. Черноиванов В.И., Андреев В.П. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин. – М.: Колос, 1983.-288с.

3. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: Колос, 1981.-354с.

4. Таратута А.И., Сверчков А.А. Прогрессивные методы ремонта машин. –Минск: Ураджай, 1979.352с.

5. Нормативы времени на разборочно-сборочные и ремонтные работы. Ч.1,2.-М.: ГОСНИТИ, 1989.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 7. Восстановление чугунных деталей сваркой..... 3

Лабораторная работа № 8. Технология ремонта деталей композиционными составами на основе эпоксидных смол.....11

Лабораторная работа № 9. Восстановление деталей машин вибродуговой наплавкой..... 21

Литература..... 30

ГГТУ им.П.О.Сухого

ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к лабораторным работам по одноименному курсу
для студентов специальности Т.03.01.01
«Технология машиностроения»

Автор-составитель: **Коршунов** Александр Илларионович

Отпечатано в авторской редакции

Подписано в печать 25.06.2004.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Ризографическая печать. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,82.
Тираж 100 экз. Изд. № 156. Заказ № 750

Отпечатано на ризографическом оборудовании
Учреждения образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого».
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48, т. 47-71-64.

Библиотека ГГТУ им. П.О. Сухого